

BOLETIN
DE LA
COMISION DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

BOLETIN

DE LA

COMISION DEL MAPA GEOLOGICO

DE

ESPAÑA



TOMO VI

MADRID

IMPRESA Y FUNDICION DE MANUEL TELLO

IMPRESOR DE CÁMARA DE S. M.

Isabel la Católica, 23

1879

La Comision del Mapa geológico de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus MEMORIAS y BOLETIN son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.

Artículo 1.º Los estudios y trabajos para la formacion del Mapa geológico de España se llevarán á cabo por todos los Ingenieros del Cuerpo de Minas simultáneamente.

Artículo 2.º Queda encomendada á la Junta superior facultativa de Minería la alta inspeccion de los trabajos del Mapa geológico, para lo cual se creará en ella una Seccion especial.

Artículo 4.º Existirá una Comision compuesta de Ingenieros de Minas, exclusivamente dedicada á la formacion del Mapa geológico de España, ya reuniendo, ya ordenando y rectificando los trabajos que fuera de ella se hagan y los datos que se la remitan, ya practicando los estudios que le compete ejecutar por sí misma.

Artículo 5.º Formarán parte de la Comision los Profesores de las asignaturas de Geología y Paleontología, Mineralogía y Química analítica y Docimasia de la Escuela especial de Minas.

(Decreto del Gobierno de la República de 28 de Marzo de 1873.)

PERSONAL

DE LA

COMISION EJECUTIVA DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.

Excmo. Sr. D. Manuel Fernandez de Castro. (*Director.*)

Sr. D. Luis Natalio Monreal.

Gregorio Estéban de la Reguera. (*Secretario.*)

Daniel de Cortázar.

Joaquin Gonzalo y Tarin.

Lúcas Mallada.

Gabriel Puig.

PROFESORES DE LA ESCUELA ESPECIAL DE MINAS,
AGREGADOS Á LA COMISION.

Sr. D. Justo Egozcue y Cia.

José Gimenez y Frias.

Ramon Pellico y Molinillo.

La publicacion de este BOLETIN está autorizada por orden de la Direccion general de Obras públicas, Agricultura, Industria y Comercio, fecha 30 de Junio de 1873, por la que se dispuso entre otras cosas:

1.º Que el Director de la Comision del Mapa geológico de España pueda publicar las memorias, mapas, descripciones y noticias geológicas que juzgue oportuno, en cuadernos periódicos, en análoga forma á la de los Boletines y Memorias de las Sociedades geológicas de Lóndres y de Francia.

2.º Que la Comision establezca la venta y suscripcion de sus producciones, á fin de que los recursos que así se obtengan se inviertan en los gastos de la publicacion.

3.º Que la Direccion general proponga oportunamente la suscripcion oficial á un cierto número de ejemplares, como medio de auxiliar trabajos tan importantes.

BOLETIN

DE LA

COMISION DEL MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA.

Entra en el sexto año de sus publicaciones la Comision del Mapa geológico de España y va siendo innecesario escribir un prólogo en que se den explicaciones acerca del BOLETIN y de las MEMORIAS; porque sus habituales lectores saben ya que se lleva adelante el pensamiento que presidió á su fundacion, y que se cumple el compromiso contraido de invertir en ellas, no sólo cuanto se recauda por la suscripcion y venta de ejemplares, sino todas aquellas cantidades que le es dado al Gobierno destinar á tan útil trabajo.

La verdad de esto se hace patente con sólo recorrer los tomos impresos, cuyo coste, como conocerá cualquiera algo versado en estas materias, excede en mucho al precio asignado á cada volumen: y es que tanto la Direccion general del ramo á que corresponde este Establecimiento, como el Excmo. Sr. Ministro de Fomento, persuadidos de la necesidad de activar los estudios geológicos de nuestro suelo, y de que serán tanto más útiles estos trabajos cuanto más pronto se pongan á disposicion del público, se esfuerzan todo lo posible en llenar el vacio que dejan las suscripciones, escasas siempre cuando se trata de obras costosas, como no pueden ménos de serlo las de esta Comision, por los mapas que acompañan á sus escritos y que han de servir de base al Bosquejo general de España.

La falta de éste va haciéndose sentir más y más cada día, por cuya razon el Director del Mapa geológico, sin desatender la formacion de bosquejos provinciales que, como los de Zaragoza, Cuenca, Cáceres, Valladolid y Huesca, seguirán publicándose cada año, ha creído necesario dar atencion preferente, por ahora, al estudio general, pero hecho con más rapidez de aquellas provincias, acerca de las cuales no habia más que noticias vagas ó referentes á localidades muy circunscritas, que no podian dar idea de las formaciones que constituyen su suelo, y mucho ménos de la manera como se hallan distribuidas, así como tampoco de las sustancias minerales útiles que contienen. Sin dejar, pues, de ir dando la última mano á las provincias cuyo estudio se halla muy adelantado, como son Ávila, Barcelona, Huelva y Lérida, los ingenieros de la Comision se han dedicado principalmente á recorrer, con objeto de trazar un avance geológico, las de Badajoz, Ciudad-Real, Córdoba, Salamanca, Gerona y Zamora, teniendo ya terminados los trabajos de campo de las cuatro primeras, y estando á punto de emprenderse los de Jaen y Granada, únicas que puede decirse se hallan todavía sin explorar: de suerte que ántes de dos años tendremos trazados los avances geológicos de todas las de la Península, y la mayor parte de ellos publicados en la forma que lo han sido los de las Provincias Vascongadas, Búrgos, Logroño, Soria, Guadaluajara, Tarragona y Toledo.

Por lo que respecta al presente año, habiendo sido el bosquejo que tenía á su cargo el Sr. D. Felipe Martin Donayre el primero que se ha terminado, de los varios que están á punto de concluirse, tócale el sexto lugar, entre las Memorias de la Comision, á la *Descripcion fisica y geológica de la provincia de Ávila*, region que, si bien es poco variada en cuanto á las formaciones que constituyen su suelo, ofrece, en cambio, un campo vastísimo al estudio de las rocas cristalinas y metamórficas, tan interesante hoy que, gracias al empleo del micros-

copio, toma nuevo rumbo esta parte de la geología. La coleccion que ha recogido el Sr. Donayre en sus exploraciones, y que ha servido de base á la descripción geológica de Ávila, es verdaderamente notable, y no puede ménos de ofrecer gran interes á los que quieran visitar el museo de la Comision, para admirar en él la riqueza de especies, variedades y aspectos que ofrecen las rocas graníticas del Centro de España.

La Memoria de la provincia de Ávila será de menor extension que las de otras provincias publicadas en años anteriores, como las de Cuenca, Cáceres y Huesca, y por esta causa constará el tomo VI del Boletin de un número de páginas tal que exceda con mucho al fijado en el prospecto, ocupándolas escritos importantes para el conocimiento del suelo y producciones minerales de nuestro territorio, como son: la *Excursion geológica por la isla de Mallorca*, de D. Luis Mariano Vidal, acompañada de una nota con el *Exámen microscópico de varias muestras de rocas eruptivas en ella recogidas*, cuyo trabajo se debe al ingeniero de minas D. Ramon Adan de Yarza. Siguen á éste una *Memoria acerca de los criaderos auríferos del segundo distrito de Mindanao (Filipinas)*, por D. Enrique Abella y Casariego, y dos notas, de D. Juan Sanchez y Massia la una, con varios *Datos geológicos de la provincia de Toledo*, del Doctor Frenzel la otra, con la parte de una *Memoria relativa á minerales del Archipiélago de las Indias Orientales* en que se describen varios de las islas Filipinas.

La extension que tiene el *Estudio geológico y petrográfico del Norte de la provincia de Sevilla*, con que nos ha favorecido su autor el distinguido geólogo D. José Mac-Pherson, ha hecho necesario dejar para el otro cuaderno del presente tomo la segunda mitad de tan interesante trabajo. Todos cuantos en España siguen los progresos de la Geología conocen las obras del autor del *Bosquejo geológico de la provincia de Cádiz*, y esto nos excusa de decir nada acerca de su

competencia en los estudios micrográficos, de la cual, por otra parte, juzgarán los lectores del *Estudio de la provincia de Sevilla*, que el señor Mac-Pherson se propone completar muy pronto; de modo que casi podemos asegurar que en el tomo VII de nuestro BOLETIN se dará el mapa geológico en bosquejo de toda la provincia de Sevilla, cuya parte Norte publicamos en el presente, acompañando también á este trabajo dos láminas correspondientes al estudio micrográfico de varias rocas cristalinas.

El segundo cuaderno del BOLETIN contendrá, además de la terminación del *Estudio* del Sr. Mac-Pherson, otro de las *Rocas eruptivas de Vizcaya*, por D. Ramon Adan de Yarza, de quien insertaremos también una *Nota acerca de la Memoria que con el título «Las minas de Somorrostro»* publicó el año próximo pasado de 1878 Monsieur Eug. Bourson en la *Revista Universal de Minas y Metalurgia*, de Ch. Cuyper.»

Tendrán asimismo cabida en el segundo cuaderno de este tomo los *Datos geológicos recogidos en las campañas de 1878-79*, por los ingenieros de la Comision D. Luis N. Monreal, D. Daniel de Cortázar y D. Joaquín Gonzalo Tarin en las provincias de Leon, Ciudad-Real y Badajoz respectivamente, publicándose los avances geológicos de las dos últimas provincias, si lo permiten los recursos de la Comision; quedando para el tomo VII del BOLETIN el de Córdoba, que tiene muy adelantado el ingeniero D. Lucas Mallada.

Daremos cabida en el presente á la traducción de un *Estudio geológico de gran parte de la provincia de Granada, que comprende la Sierra Nevada*, publicado en alemán por el Doctor R. von Drasche, á quien debemos la atención de habernos remitido ese y otros trabajos referentes á Filipinas, que tenemos en cartera ya preparados para la impresión; pero hasta ahora nos ha faltado espacio para ello. Esperamos asimismo que podrán incluirse en este tomo un trabajo del geó-

logo francés Mr. Hermite, titulado *Observaciones geológicas acerca de las islas Mallorca y Menorca*, presentado á la Academia de Ciencias de París, de cuyas actas se ha tomado la nota que se ha de insertar y que es un resumen de la obra que el mismo autor acaba de publicar; y de todos modos formará parte de nuestro BOLETIN una *Reseña física y geológica de la region NO. de la provincia de Guadalajara*, del ingeniero de minas D. Pedro Palacios, á la cual acompaña un mapa cromolitografiado, como los que llevarán las Memorias de los Sres. Mac-Pherson y Drasche, acerca de las provincias de Sevilla y Granada.

Además de estos tres mapas, de los bosquejos de Badajoz y Ciudad-Real, de las cinco láminas que corresponden á la Memoria del señor Abella y de las tres que representan rocas cristalinas estudiadas al microscopio, acompañarán á este tomo 16 ó 20 láminas de la *Sinopsis paleontológica de España* de D. Lucas Mallada, cuyo texto no continuaremos hasta que se termine el estudio de los fósiles triásicos y jurásicos, para cuya descripción metódica hay que luchar con los obstáculos que oponen la escasez é imperfección de los primeros, y el gran número y variedad de los segundos; pero no se descuida esta parte de nuestro programa y seguirán repartiéndose con cada tomo del BOLETIN el mayor número de láminas posible: debiendo advertir que se han intercalado con las del jurásico, y seguirán repartiéndose algunas más del tramo numulítico, porque varias de ellas se refieren á especies nuevas, descubiertas al estudiar la constitución geológica de la provincia de Huesca, cuya descripción publicó la Comision el año de 1878, no pudiendo incluirse en la Memoria las láminas de dichas especies que allí sin embargo se indicaban.

Tal es el pensamiento actual de la Comision del Mapa geológico de España.

EXCURSION GEOLÓGICA

POR

LA ISLA DE MALLORCA.

Detenido á principios de este año en la isla de Mallorca por los temporales que se dejaron sentir en el Mediterráneo, cuando regresaba de una expedición por las Baleares, debo á esta circunstancia el haber podido dedicar seis días á recorrer la mayor parte de estas islas, que si ofrecen un alto interes al viajero por las excepcionales condiciones que encuentra en ellas, por el atractivo de su clima y la belleza de sus paisajes, por el trato franco y agradable de sus habitantes y el carácter distintivo de los trajes y costumbres campesinas, que sienten ménos en estas comarcas el influjo destructor de los países extraños, no lo ofrecen menor al naturalista, ora se dedique al estudio de la Botánica, explorando la rica y variada flora que encierran, ora estudie el suelo, sus formaciones geológicas, los minerales que entregan á la industria ó las rocas que proporcionan al arte de construir.

Guiado por las breves reseñas que de Mallorca han dejado algunos geólogos extranjeros, de las cuales sólo tuve á la mano los trabajos de La Marmora y Julio Haime, y auxiliado además por los escritos de Mr. Bouvy, me fué posible aprovechar los cortos días de mi estancia en la isla, sin la vacilación que experimenta el que recorre un terreno no explorado.

Las excursiones geológicas son fáciles de emprender en este privilegiado suelo, porque en la mayor parte de su extensión es poco quebrado, y allí donde el Gobierno no ha abierto cómodas vías de co-

municacion, la provincia ó el municipio han establecido caminos carreteros por donde puede salvarse velozmente, en los ligeros vehículos que en el país se estilan, las extensas y monótonas llanuras que son la desesperacion del que busca en vano cortes naturales, barrancos ó valles donde estudiar.

El geólogo no encuentra aquí sinó en una pequeña parte la region montañosa donde el avance es lento y la exploracion penosa.

La topografía de Mallorca presenta dos regiones montuosas, situadas una al Noroeste y otra al Sudeste, separadas por una vasta depresion que ocupa la region central de la isla.

Las montañas más elevadas forman una cordillera que traza la direccion de la costa por el lado Noroeste, y tan próxima al mar, que aquella sigue en toda esta parte una línea casi recta sumamente penascosa, donde el navegante encuentra escasos abrigos contra los vientos del cuarto cuadrante. Su mayor elevacion está en el *Puig de Torrellis*, á 1445 metros sobre el mar.

En cambio, esta línea de montañas, dominando por la parte septentrional el territorio de la isla, contribuye no poco á suavizar su clima, sirviéndola de barrera que la resguarda de los impetuosos nortes y noroestes.

La otra region montañosa, que sigue la costa del Sudeste, es de mucha ménos importancia, no llegando su mayor altitud á 700 metros sobre el mar. En ella es donde se encuentran las renombradas cuevas de Artá, y aunque da también á la costa una direccion rectilínea y la hace muy acantilada, proporcionan más amparo al navegante los puertos y calas que existen á lo largo de ella.

Esta configuracion orográfica del territorio explica la diferente forma que afectan las costas del Noroeste y Sudeste comparadas con las del Nordeste y Sudoeste, contrastando aquellas por su elevacion y su direccion regular y casi paralela, que deben á los levantamientos de las montañas inmediatas, con el accidentado contorno de las otras, que son bajas y provistas de anchas ensenadas, natural efecto de ser cortado por el plano del horizonte el ancho valle longitudinal que queda comprendido entre ambas cordilleras.

Bajo el punto de vista geológico se ve que la superficie de la isla está dividida en zonas subordinadas á las diferencias topográficas que he hecho notar. Los terrenos terciario y cuaternario radican en las partes de poca elevacion sobre el mar, mientras que los secundarios se desarrollan en las regiones montañas, sobre todo en la cordillera

principal, donde además de existir representantes del cretáceo y del jurásico, surgen en muchos puntos rocas eruptivas que debieron contribuir de un modo principal á producir el relieve de esta region.

La bella ciudad de Palma, situada en el interior de la bahía de este nombre, se encuentra edificada sobre conglomerados calizos de cemento margoso rojo, acompañados de margas rojas y arenas amarillentas, formacion cuaternaria que no se me ha presentado en ningun otro punto de mi excursion.

Si desde Palma se va á Porto-Pí, pequeño puerto cercano, sito en la misma bahía, que tuvo importancia antiguamente, pero que hoy las arenas han ido reduciendo á las proporciones de una cala, se puede reconocer en un desmonte de la carretera, sobre la cantera llamada de Porto-Pí, una série de capas que pertenecen á una edad más antigua que las que acabo de citar en la capital.

Consisten, empezando por la parte inferior, en unos gruesos bancos de caliza cavernosa, blanquecina, de tacto áspero, cuyas oquedades están barnizadas por una cutícula cristalina de carbonato de cal. La estructura y composicion de esta roca, que no es otra cosa que una caliza *grosera*, son muy variables, pues de muy esponjosa y ligera como una lava volcánica, pasa á una roca semicompacta y bastante densa, ó á una caliza arcillosa surcada por numerosos filetes espáticos. Son los materiales que se explotan en dicha cantera.

Sobre esta caliza descansa un delgado banco de ostras que buza unos 10° al Sudeste; y encima se desarrolla una considerable série compuesta de alternaciones de conglomerados calizos de cemento margo-arenoso, con arcillas y arenas amarillentas en bancos de 20 á 30 centímetros. Uno de los más bajos, que es arenoso, está cuajado de pequeños *Cerithium* afines al *C. lineolatum* Desh., y contiene además *Cardium*, *Arca*, *Janira*, *Tellina* y ostras, que parecen ser iguales á las del banco citado más abajo, y que reaparecen á muchos niveles; pero el estado de conservacion de todos estos lamelibranquios no me ha permitido determinarlos específicamente. A pesar de esto, la analogía que encuentro entre esta formacion y otras que veremos más adelante, me inclina á considerarla perteneciente al terciario medio; en apoyo de esta apreciacion tengo el dato de haber encontrado La Mármora muy cerca de este sitio, en la colina de Bellver, la *Ostrea longirostris* Lamk., especie propia de dicho tramo.

Al Este de Palma y á poco más de una legua, en el sitio que llaman *Coll den Rabassa*, examiné unas canteras de donde se saca la

mayor parte de la piedra de construcción con que se edifica en la ciudad. Están abiertas á flor de tierra, en un gran manto de *caliza gruesa* que en las islas se conoce con el nombre vulgar de *Marés*, y que se ve extenderse por bajo de los terrenos de cultivo y aflorar por la costa hácia el Este en una gran longitud.

Consiste la roca en una aglomeración de diminutos granos calizos, blancos y rojizos, cimentados por una pasta caliza algo arcillosa; lo cual, dando al tacto una aspereza semejante á la de las *areniscas*, ha sido causa de que muchos la hayan denominado así, á pesar de que disuelta en un ácido no deja sino del 2 al 5 por 100 de residuo compuesto de fina arena silicea y arcilla.

Hay en este yacimiento dos series discordantes separadas por una línea rojiza ferruginosa, sin revelar diferencias importantes en su naturaleza, y que se pueden reconocer en casi todas las innumerables canteras que hay abiertas. La superior es horizontal y de unos 2 metros de potencia. Los lechos que constituyen la inferior, que están explotándose ya á una profundidad de cerca de 10 metros, buzan unos 50° al Nordeste en unos puntos y al Este en otros; pero siempre ofrecen la circunstancia de inclinar hácia el interior del país, demostrando que á lo largo de la zona que hoy ocupa la costa, se produjo un débil movimiento de emergencia, y que cambiaron las condiciones de sedimentación sin variar la naturaleza de los sedimentos que siguieron depositándose sobre ellos.

No he descubierto en estas capas más restos fósiles que algunos moldes de *Turritella* en los bancos inferiores.

Tanto Elie de Beaumont como La Marmorá y J. Haimé, consideran cuaternarias estas hiladas, que según el primero tienen una gran semejanza con los depósitos modernos que en diferentes playas del Mediterráneo y del Océano se están formando aún hoy día.

La discordancia de estratificación que he señalado, no es probable que establezca una diferencia de edad entre los bancos superiores y los inferiores: debe más bien atribuirse á un fenómeno puramente local.

Todas las casas de Palma están edificadas con esta caliza, cuya fácil labra permite tenerse en la capital á un bajo precio: un sillar de 0,30 metros de longitud, con 0,40 de ancho y 0,50 de grueso, vale 5 reales. No es piedra á propósito para decoración, como otras que abundan en la isla, pero es excelente para levantar paredes y hasta tabiques, por prestarse su disposición, en bancos muy regulares de va-

riados gruesos, á que se corten fácilmente en la misma cantera cantos prismáticos y tablas de todos espesores, sin más que abrir regatas en la capa y arrancar luego el sillar con el auxilio de cuñas.

Con esta piedra de construcción, cuyo empleo facilita la abundancia de yeso que hay en la isla, se ven levantarse las paredes de las obras con una rapidez asombrosa; y aunque su resistencia á la presión es menor que la de las calizas compactas y de la generalidad de los materiales que suelen usarse en otros países, compensase esta diferencia dando á los muros un poco más de espesor, de suerte que en nada se perjudica la duración de las construcciones. Por la ciudad, lo mismo que por las afueras, he visto innumerables casas en perfecto estado de conservación, á pesar de contar largos años de antigüedad.

Desde Palma conduce al interior de la isla un camino de hierro de vía estrecha, el primero que se ha construido en territorio español; mejora de suma importancia, que ha sido ejecutada con capitales de Mallorca sin subvención alguna del Estado.

Por esta vía llegué en una hora á Binisalem, en cuyo término existen unas minas de carbon muy nombradas, y que después de haber sufrido en su explotación varias alternativas, parece que hoy se trata de beneficiarlas con alguna actividad.

Binisalem está situado en el límite occidental de la llanura central de Mallorca, junto á unas colinas de 400 á 500 metros de altitud, que corren á lo largo de la cordillera principal de la isla, formando como sus más bajas estribaciones por la vertiente meridional. Descansa en los terrenos modernos, cuyo poco espesor deja al descubierto las formaciones del subsuelo á medida que se aproxima á las colinas inmediatas.

Hay á muy poca distancia, en dirección á las minas de carbon, una cantera llamada de *Can Orrach* abierta en la roca fundamental, donde he encontrado fósiles que caracterizan el tramo neocomense inferior.

Consiste la roca en una caliza arcillosa compacta, de color ceniciento claro, muy resistente, y dispuesta en bancos regulares de 10 á 40 centímetros, que producen sillares muy buenos; se obtienen á veces de grandes dimensiones, con un espesor relativamente pequeño. Este material se consume en las construcciones de Binisalem y de todos los pueblos situados hácia esta parte del llano.

Los fósiles que encierra son:

Aptychus.

Belemnites semicanaliculatus, Blainville.

Ammonites subfimbriatus, D'Orb.

Aneyloceras brevis, D'Orb.

Especies que no figuran en la lista de los encontrados por J. Haime en el neocomense de Mallorca, á excepcion del *Ammonites subfimbriatus*.

Los bancos buzan 15° al O. 50° S., y á pocos pasos, en la misma cantera, se ve cómo la caliza va haciéndose más y más arcillosa y pasa á una marga azulada, que aflora en muchos puntos de la isla, encerrando abundantes ammonites, con frecuencia transformados en piritas.

Procedente de dichas margas de Binisalem, me ha dado el señor Lozano, propietario de minas en la localidad, un *Ammonites Astierianus*, D'Orb.; y el Sr. Conrado, cuya coleccion de minerales, rocas y fósiles ya citada por Haime, tuvo ocasion de ver en Palma, me dió, procedentes de *Son-Bida*, cerca de Binisalem, un ammonites afine al *Am. Terverii*, D'Orb., y otro parecido al *Am. Emerici*, Raspail.

En la série de colinas que acabo de citar, próximas y paralelas á la cordillera principal, están situadas las minas de carbon de Binisalem. Los bancos de combustible descansan sobre las rocas neocomenses que afloran por la vertiente meridional de estas lomas, y sus buzamientos, bastante variables, pero siempre en direccion á la sierra, dicen que el criadero se halla encerrado en esta línea de bajas montañas, sujeto en su yacimiento á los efectos del pliegue que originó el levantamiento de aquéllas y que, sin la menor duda, fué sincrónico del que dió á la isla su principal relieve.

La mina *Esperanza*, nombrada en la localidad de *Can Geroni*, tiene una capa de lignito de 1,50 metro de grueso, dividida por dos lechos de marga de 0,10 cada uno, en tres bancos de carbon; pero el espesor total del carbon limpio no se puede estimar en más de 0'80 por término medio.

El buzamiento es de 15° á 20° al Oeste.

El combustible es de un color negro, brillante, ya compacto, ya de fractura que recuerda la de la hulla en los puntos más limpios de venillas de marga bituminosa que le acompañan, conteniendo blancas conchas de *planorbis* aplastados. Su densidad es de 1,54.

Su composicion química es, por término medio, segun Mr. Pablo Bouvy:

Carbono fijo.	54	} 100.
Sustancias volátiles.	58	
Cenizas	8	

La potencia calorífica oscila entre 4160 y 4500 calorías.

La cantidad de cenizas, que son poco ferruginosas, varía del 6 al 12 por 100. No da cok.

La explotacion se hace por un sistema de huecos y pilares, á partir de una galería inclinada segun la pendiente de la capa, por la cual, muchachos con espuestas cargadas á la espalda, hacen penosamente el acarreo hasta la superficie, por causa de la poca altura de la galería, que tiene en muchos puntos un metro tan sólo.

El carbon se vierte en una criba inclinada, separándose así el grueso del menudo; el primero sufre un quebrantado por mujeres que lo limpian á mano de las gangas, y el segundo se destina al consumo de un horno de cal con hogares laterales, donde de este modo se consigue que las cenizas no ensucien la cal, como sucede en los hornos ordinarios.

Este yacimiento pertenece al grupo numulítico.

Un corte dado, subiendo desde la mina por la colina de *Can Geroni*, presenta la siguiente série de capas en orden ascendente, descansando sobre las rocas neocomenses.

- Carbon, capa de 1,50 metros.
- Calizas fétidas de color pardo claro, buzan 40° al Oeste. Algunos de los numerosos bancos de esta série, cuyo espesor total es de cerca de 80 metros, están formados por concreciones tubulares, que tienen á primera vista una falsa apariencia de fósiles.
- Margas blanquecinas terrosas.
- Calizas fétidas en bancos, análogos unos á los de la série *b* y otros de color más claro y bastante compactos; espesor total 40 metros.
- Conglomerados calizos con escasos granos de cuarzo, de cemento margo-sabuloso, duros, en bancos muy gruesos que forman toda la cima de la montaña.

Mejor que en este punto se pueden reconocer dichos conglomerados si desde lo alto del corte que acabamos de trazar nos dirigimos al Oeste, á la colina que domina la casa de *Bellveurer*. Aquí el gran espesor de la formacion está de manifiesto, y se ve que la componen bancos de 5 y de 4 metros de grueso, de tono gris, alternando

con maciños y calizas sabulosas, en capas delgadas de 10 á 30 centímetros, y á veces con margas blanquecinas.

En su base se descubren unos bancos calizos de 4 metros de espesor total, cuajados de foraminíferos microscópicos, entre ellos diminutos numulitos. Las calizas fétidas y el carbon siguen luego en orden descendente, como en la colina de *Can Geroni*, pero con un desarrollo mucho menor.

La posición de este yacimiento de combustible con relación á las hiladas numulíticas, había sido determinada en 1855 por Mr. Julio Haime en su *Notice sur la géologie de l'île de Majorque* ⁽¹⁾, quien lo situó como superior á ellas, rectificando así la opinión del geólogo La Mármora, que lo suponía neocomense, y la de Mr. Bouvy que lo había colocado en su quinta división de los terrenos secundarios.

Mr. Haime, inducido por la idea de que el lignito yace aquí sobre la formación numulítica, y por el hallazgo de especies fósiles, entre las cuales, si bien cita con duda la *Lymnaea pyramidalis*, Sow., da como cierta la *Melania lauræa*, Matheron, propia de los yesos de Provenza, no se atreve sin embargo á señalar el sitio preciso de este depósito de agua dulce en la escala geológica. Dice este autor (loc. cit. pág. 182): «Los fósiles que he reconocido me parece pertenecen á la época de los yesos de Provenza;» y más abajo: «sea lo que fuere, el lignito es sin la menor duda superior á las capas de numulitos como lo saben muy bien los mineros mismos.»

Más tarde, en 1867, Mr. Bouvy, que residiendo en Mallorca tenía frecuentes ocasiones de visitar este interesante criadero, al cual Mr. Haime solo pudo dedicar una rápida excursión, rectifica á este geólogo en la Introducción de su *Ensayo de una descripción geológica de la isla de Mallorca* ⁽²⁾, afirmando que los lignitos son inferiores á los numulitos: y hay que convenir en que este escritor cuyos graves errores habían merecido de aquel distinguido naturalista una de las correcciones más suaves á que le expuso su afición á escribir sobre geología, tuvo en este punto concreto la suerte de ver mejor que Mr. Haime; pero no tarda en incurrir en nuevas inexactitudes al decir en la pág. 50, que los lignitos de Benifazá y Castell de Cabres, sitios en la provincia de Castellón, ofrecen «una completa analogía»

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*. 2.^e série, tomo XII, página 470.

(2) Palma. Imprenta de Guasp. 1867, pág. 5.

con los de Mallorca, y que por lo tanto, unos y otros son numulíticos; siendo así que no tienen el menor punto de comparación. Los criaderos de Castell de Cabres y Benifazá son regiones clásicas del *urgaptiense* español; pertenecen por consiguiente al *cretáceo inferior*, y no se parecen por sus caracteres físicos, ni por sus condiciones de yacimiento, ni por su edad geológica, á los combustibles fósiles de la cuenca de Selva y Binisalem.

Los lignitos que venimos describiendo ocupan realmente la parte inferior de la formación numulítica de Mallorca, y no es posible separarlos de esta edad. En mi excursión por la montaña donde están las minas, he recogido el *Teredo Tournale*, Leymerie, y fragmentos de numulitos en los terreros de unos pozos con que se perforaron años atrás las capas superiores al carbon.

En cuanto á la presencia de la *Melania lauræa*, Math, que cita Mr. Haime en el lignito, no he de combatir una opinión de tan entendido paleontologista; pero si puedo afirmar que con otras especies de esta fauna lacustre, he encontrado una melania que ofrece cierta analogía con la *M. lauræa*, pero que difiere de ella por varios caracteres.

En mi concepto, este yacimiento de lignito, con su fauna especial y quizás enteramente nueva, es un depósito local que se formó en los albores de la era numulítica, en un lago cuyo fondo estaba constituido por las rocas neocomenses, por lo ménos en los sitios que hoy son límite oriental de la cuenca.

En los puntos de Cataluña donde se recuerda el numulítico, es frecuente ver en la base de esta formación la caliza de milliolitos, ó sea de foraminíferos microscópicos que yacen en Binisalem sobre el depósito lacustre que describo.

En cuanto á los conglomerados que hay superiores á todo el sistema, son á mi entender representantes de la pudinga de Palassou, que es en los Pirineos la más elevada subdivisión del grupo numulítico, y esto parece decir que no ha tenido el grupo eoceno en la isla una importancia tan grande como la que le dan en el continente, sobre todo en las regiones circumpirenaicas, su rica fauna y su enorme espesor, que en Cataluña es de miles de metros, mientras que aquí no pasa de 200: Mr. Bouvy no le asigna más que 100 metros.

Los caracteres y condiciones de yacimiento del depósito lacustre se reproducen en las minas *Jupiter* y *San Luis*, que visité en término de Biniamá, yendo desde Binisalem por Lloseta.

Al lado de la boca-mina *San Luis*, se ven aflorar los bancos de calizas neocomenses con una inclinación de 20° al Este; y penetrando en la galería que conduce á los trabajaderos, hállanse primero unas margas azuladas sucias, que son aquí la base del carbon. Encima yace el combustible en bancos de 20 centímetros á 1 metro, separados por lechos delgados de margas de 1 á 5 centímetros de espesor, y sobre él descansa la caliza fétida en gruesas capas.

Con esta galería se ha reconocido un criadero cuyo espesor no tiene ejemplo en los demas yacimientos de lignito que he tenido ocasión de ver en el continente: á pesar de sus dimensiones, que varían entre 2 y 4 metros de altura, con un ancho de 1,50 á 2 metros, va siempre en carbon; y un pozo que se abrió en el piso y una galería inclinada ascendente que se practicó tambien para investigar, han reconocido un espesor de la capa de más de 10 metros.

La poblacion de Selva, que se encuentra á poca distancia por el mismo camino que venimos siguiendo, está edificada en las calizas fétidas del depósito lacustre, y en ellas he recogido algunos moldes del *Bulimus Bouvy*, Haime, y de una *Melania* de difícil determinación.

Hay cerca de Selva, poco ántes de llegar al pueblo, otra mina de carbon llamada *San Cayetano*, pero no se explota desde que se incendiaron espontáneamente sus capas. La galería, que aún hoy subsiste con su vía férrea, corta sucesivamente calizas, arcillas, margas, conglomerados y calizas arcillosas, rocas todas de colores claros que forman parte del tramo neocomense.

En Selva, el banco arcilloso que soporta el combustible, tiene la particularidad de estar impregnado de pequeños cristales de yeso, á juzgar por los ejemplares que me han enseñado.

El criadero de Selva y Binisalem, hoy en camino de explotarse con el orden y la inteligencia que esta clase de yacimientos necesitan para que se puedan dar al mercado diariamente grandes cantidades sin perjudicar á la explotación futura, está destinado á influir de un modo notable en la industria del país, gracias á la proximidad del camino de hierro, del cual distan las diferentes minas á lo más unos dos kilómetros; de suerte que los gastos de transporte aumentan sólo en unos 11 reales por tonelada el costo de los productos puestos en Palma, del modo siguiente:

Transporte en carro de la mina á la estacion. . . .	4 reales.
Idem en ferro-carril hasta Palma.	7 »

Y como el arranque es tan fácil por efecto de las condiciones en que se presentan las capas, puede venderse y se vende con gran beneficio en la capital á 2,50 reales el quintal catalan, ó sean 60 reales la tonelada métrica.

Mas para que su uso se generalizase, convendría que se modificasen convenientemente los hogares en las máquinas de vapor que allí funcionan, y que siendo en general antiguos y dispuestos para consumir hulla inglesa, no tienen la superficie que necesita el combustible de Mallorca. Hoy el consumo, que es muy limitado, se reduce á algunas fábricas de Palma y Manacor, y á las máquinas de La Albufera.

Las siguientes líneas que extracto del citado «Ensayo de Mr. Bouvy,» añaden algunos datos más relativos á este criadero. «Las labores regulares principiaron en 1856 en término de Binisalem: á 55 metros de profundidad se descubrió con un pozo una capa de medio metro, y á 40 metros otra de 80 centímetros que descansaba sobre una formación de arcillas negras de 60 metros de espesor. Activóse la explotación desde 1858 á 1842, extrayéndose 7.571 toneladas, que se consumieron por mitad entre Barcelona y Mallorca. Desde entónces la rebaja de los derechos de entrada de carbon destinado para la navegación, hizo suspender los trabajos en grande escala, de modo que de 1842 á 1867 se arrancaron sólo 17.850 toneladas. En 1851 se descubrió el criadero de Selva, y se cortaron cuatro capas de carbon; pero las aguas de un torrente inundaron las labores, que estuvieron paradas desde 1856 á 1859. La dificultad principal que ofrece el beneficio de estos combustibles consiste en los trastornos que ha experimentado el terreno. Son frecuentes los saltos de un metro; pero hay muchos de 100 y más metros, que limitan extraordinariamente los campos de explotación.»

Se ha intentado gastar este lignito en las locomotoras de Mallorca, y hubiera sido conveniente por la circunstancia de estar el punto productor al lado de la vía y hácia el medio de su longitud; pero el olor de los humos era tan desagradable que hubo que renunciar á su empleo. Esta prueba, segun mis noticias, enseñó que su consumo, con relacion al del carbon inglés, estaba en la relacion de 12 á 9: ignoro si esta proporcion es exacta, por cuanto Mr. Bouvy, que estudió mucho las condiciones industriales de dichos carbones, dice que es de 7 á 5, deduciéndola de las cifras que dan la potencia calorífica.

Desde Binisalem, centro obligado de mis excursiones, me dirigí á través de la cordillera septentrional á la mina de cobre llamada de Lluch, situada en el valle de Aubarca, que se encuentra en el corazón de la sierra.

El camino que se dirige á Lluch salvando un puerto llamado de la Belladona, á 789 metros sobre el mar, muestra constantemente calizas compactas y arcillosas, y dolomias grises en bancos muy trastornados, donde se reconoce la facies mineralógica del neocomense inferior. Es una formación de gran espesor, donde los accidentes que han acompañado al levantamiento de esta cordillera, hacen poco menos que imposible el deslindar la posición relativa de todos los bancos que se van encontrando.

Ya en la vertiente septentrional, una roca eruptiva porfídica, de muy variable aspecto, surge al exterior y muestra, en numerosos puntos á lo largo de toda la cordillera, cuál ha sido la causa determinante de su sublevación.

A poca distancia del camino y á la izquierda, ántes de llegar á Lluch, se ven unos yesos de donde dicen que brota un manantial de agua salada que no tuve tiempo de examinar.

Estos yesos no parecen ser un accidente raro en las montañas de Mallorca. La Mármora dice que son frecuentes en el eje de la cordillera principal, y que deben atribuirse á una acción metamórfica ejercida sobre las calizas secundarias por las rocas eruptivas que las han atravesado.

El valle de Aubarca, á donde se llega bien pronto, muestra en numerosos puntos estas rocas eruptivas aflorando por las vertientes y á través de la densa capa de tierra vegetal que forma el suelo del mismo valle. Se conoce aquí que es una considerable masa de roca pirogénica la que se abrió paso por los terrenos de sedimento que quedan á ambos lados. Su composición mineralógica es variable, é imprime á sus caracteres externos considerables diferencias que conviene apuntar.

Por lo general es una pasta feldespática granuda, de tacto áspero y de color gris claro sin indicios de cristalización. En varios puntos toma un color pardo algo morado y se llena de granos redondeados calizos, cuyo tamaño varía entre el de un cañamón y el de una avellana: entonces la roca, cuyo aspecto asemeja al de un conglomerado de grano pequeño, toma los caracteres de la *amigdaloides*, y así la clasifica La Mármora, quien la reconoció en los alrededores de Soller.

Este geólogo dice que no distinguió en ella cristales de piroxeno, aunque cree que los contiene. Nuestra roca presenta en algunos ejemplares de esta variedad cristales pequeños de un mineral descompuesto, de color pardo negruzco, que creo son de piroxeno augita, y toma en este caso un color oscuro, que debe atribuirse á la presencia del hierro.

Otras veces es marcadamente verdosa, por abundar en ella entre el elemento feldspático un mineral verde claro, que parece ser la clorita.

Véscela también en otros puntos formada de diminutos granos esféricos de color verdoso, implantados en una pasta feldspática.

La semejanza que La Mármora reconoció entre la roca eruptiva que examinó en Soller y las recogidas por Mr. Tournal, hijo, cerca de Narbona, que cita éste último en su Memoria sobre las rocas volcánicas de las Corberas; el estar relacionadas con masas de yeso y con terrenos cretáceos, como las del Aude y del Rosellon, le inclinan á creer que la roca de las Baleares «se coaduna al mismo sistema de sublevación que han creído notar en las ya citadas comarcas de la Francia meridional, sistema que llamaría aquí de las *ofitas* (1).»

En cuanto al nombre que se le debe dar, admitiré el de *porfirita* como el más adecuado á su composición, según ha deducido mi estimado amigo y compañero D. Ramon Adan de Yarza de un detenido estudio al microscopio que acaba de hacer en varios ejemplares que al efecto le remití.

Además de estas masas eruptivas, cuyo yacimiento he visitado, hay en el eje de la cordillera otras que no he podido ver *in-situ*, pero que á juzgar por los ejemplares que se me han dado, demuestran una gran variedad de composición: citaré solamente entre ellas una muestra de cuarzo de color rojo de sangre, procedente, dicen, de una gran masa, y otra de una notable variedad de *pegmatita*, que examinada por el Sr. Adan de Yarza resulta componerse de feldspatos ortosa y plagioclasa en igual proporción casi, además del cuarzo como elementos esenciales; conteniendo accidentalmente óxidos de hierro y faltando la mica.

Sería interesante en extremo el estudio de los variados afloramientos que pueden observarse en toda la sierra desde el cabo Formentor hasta el cabo Figuera, y el de las relaciones que los unan, siendo co-

(1) Observaciones geológicas sobre las islas Baleares, por La Mármora. (Traducción.) Palma, 1867.

mo son varios de ellos de naturaleza enteramente distinta; pero lo que da en el valle de Aubarea interés industrial á la materia eruptiva, es el venir acompañada de mineral de cobre en casi todas las labores someras que se han emprendido en busca de esta mena.

El mineral es la *calkosina* diseminada en íntima mezcla con los elementos componentes de la roca, siendo rara la vez que se encuentra en riñones aislados. Los pocos ejemplares que poseo, muestran la irisación superficial, la ductilidad y la raya brillante del bisulfuro de cobre.

Acompañan á la *calkosina*, la *malaquita*, la *pirita de cobre* y la *phillipsita*. La primera abunda cuando la roca es descompuesta y arcillosa, en cuyo caso no debe ser más que la alteración de la *calkosina*. La *pirita cobriza*, además de venir distribuida, aunque escasamente, en la masa, suele presentarse en los granos calizos que componen la *amigdaloides*, ya envolviéndolos, ya formando el núcleo de estas amigdalas: figura siempre en pequeña cantidad. La *phillipsita* es también muy rara y se encuentra en riñones, cubierta su superficie por la *malaquita*. Nótese también en la roca cuprífera, ténues y numerosas venillas de un mineral verde traslúcido; que no es posible aislar de la pasta en que viene íntimamente distribuido, y que parece ser el *cobre hidrosilíceo*.

El modo de presentarse la erupción ocupando en todo el valle una extensión considerable, aunque sólo se haya reconocido la presencia del cobre por medio de someras calicatas, permite creer que hay aquí un criadero importante, y que merece que se emprendan con ahínco labores de investigación, con las cuales se sabrá si viene realmente, como á primera vista parece, la zona metalizada en bolsadas, desparamadas sin orden dentro de la roca eruptiva, ó si constituye filones que se presten á una explotación regular.

La ley media no baja del 5 por 100 de cobre, pero es muy variable: á juzgar por los montones que se ven al lado de las labores, pueden formarse lotes de muy distintas riquezas simplemente con el apartado á mano.

Ensayada en la Escuela Industrial una muestra que tomé de un crestón en que el sulfuro está diseminado en pintas muy perceptibles, ha dado el 12 por 100 de cobre.

En la masa arcillosa impregnada de malaquita, he encontrado 6 por 100 de cobre.

Valdria, pues, la pena hoy que el camino de hierro facilita las co-

municaciones con la capital, que se intentase una explotación en regla. Las partes ricas podrían así llevarse con ventaja al mercado de Inglaterra; pero si el mineral de baja ley fuese excesivamente abundante, no habría más recurso que dedicarse á beneficiarlo todo en la localidad misma; porque, aunque la ganga no es dura y la trituración sería fácil, como el metal viene diseminado en pequeñas partículas, habría que llevar la molienda á un extremo tal, que es probable que en los aparatos de lavado para la concentración ocurriesen pérdidas considerables si se le quisiese enriquecer con una preparación mecánica llevada al extremo para que saliese ventajoso el transporte.

Esta cordillera, donde acabamos de hallar el tramo neocomense y las rocas eruptivas en su vertiente meridional y en el eje de la sierra, muestra en la vertiente septentrional el *lias medio*, perfectamente caracterizado en los alrededores de Sóller.

Mr. Elie de Beaumont fué el primero que señaló la presencia de este tramo, guiado tan sólo por la analogía petrográfica con el *lias* del departamento de las Bocas del Ródano, y Mr. Haime demostró el fundamento de esta apreciación, reconociendo en la citada localidad varios fósiles característicos del *lias*.

Sóller, á donde llegué desde Palma cruzando la sierra por el collado de Sóller, que se halla á unos 500 metros sobre el mar, está situado en un delicioso valle transversal que conduce al puerto de su nombre, distante más de cinco kilómetros, y único que se encuentra en esta parte de la costa de Mallorca.

Este fondeadero, abierto en su entrada á los vientos del Norte y Noroeste, ofrece serios peligros para tomarlo en estos casos, por causa de formar su boca un rápido recodo que tuerce al Este, presentando á los buques una costa peñascosa. El único movimiento que se nota en él, es debido á la extracción de la naranja que producen Sóller y Deyá, fruta exquisita, muy estimada en el mercado, y que se exporta en grandes cantidades para Barcelona, pero más aún para Cete y Marsella.

Las calizas neocomenses son las rocas que se van cortando desde que la carretera de Palma alcanza la sierra. Algunos estratos margosos que se notan á la subida como á la bajada, no me han suministrado restos fósiles que permitan fijar su edad.

A unos tres cuartos de hora más abajo de Sóller, el collado de Muleta, que está á unos 100 metros de elevación sobre el mar, á la

izquierda del camino que va al puerto, ofrece intercalada en una enorme formacion de calizas compactas oscuras, ya pardas, ya agrisadas, cruzadas por vetas espáticas, una série margosa de un tono amarillento sucio, gris, y á veces azulado, en bancos donde abundan los fósiles que caracterizan el lias medio. Son varios de ellos algo sabulosos, y buzan 40° al Noroeste.

En estas hiladas he recogido con abundancia la *Terebratula punctata* Sow., especie que por dominar en esta localidad la variedad provista de una depresion central á lo largo de la valva pequeña, creyó Mr. Haimé deber considerarla como una especie nueva, y la denominó *T. Davidsoni*: pero más tarde ha sido desvanecido este error por E. Deslongchamps, quien en la continuacion de la paleontología francesa le da su verdadero nombre.

Recogí tambien la *Terebratula Edwardsi*, Dav., especie á la cual pasa la anterior por tránsitos tan poco sensibles, que podría considerársela como una variedad: ademas he encontrado:

Pholadomya decorata, Zieten.

Pholadomya reticulata, Agassiz.

Pecten textorius, Schlotheim.

Gryphæa cymbium, Lamarck.

Rhynchonella tetraedra, Sow.

Pleuromya, *Pinna*, *Natica*, etc.

Las montañas que separan por el Norte el valle de Sóller del mar, y que cerrando así el valle por todos vientos, le han dado indudablemente el nombre que lleva, derivacion de *Sa Olla* en mallorquin, ó *La olla* en español, resguardan la localidad contra los vientos frios, y son la explicacion de la anomalía que ofrece este paraje situado en la vertiente norte de una cordillera elevada, y disfrutando, sin embargo, todo el año de una temperatura primaveral. Se componen de dolomías grises, calizas grises con fragmentos de pequeños crinoides y calizas blanquecinas que contienen una *Ostrea* parecida á la *O. Leymeriei*, lo cual, si se comprobase, colocaria estas hiladas en el tramo neocomense; pero la rapidez de mi excursion no permitió examinarlas con la detencion suficiente.

La acantilada costa de esta parte de Mallorca está formada por las rocas secundarias que acabamos de nombrar; y sólo en una pequeña cala encontré una caliza grosera de la época cuaternaria, resto insignificante de la gran formacion que ya hemos visto extenderse por las cercanías de Palma.

Deseoso de visitar los depósitos miocenos que en virtud de las observaciones de La Mármora y J. Haimé han sido señalados en el pueblo de Muro, y que se me dijo existir tambien á poca distancia de Sansellas, me dirigi á esta última poblacion desde Binisalem.

La llanura cubierta de viñedos que se atraviesa, es un terreno diluvial, donde se encuentran cantos rodados del conglomerado que corona las colinas numulíticas de Binisalem y Selva, y de las calizas neocomenses de la sierra principal.

Sansellas está edificada sobre un potente banco, casi horizontal, de caliza grosera, deleznable, de color amarillo claro, que, á pesar de su débil consistencia, se corta y utiliza para la construccion.

A unos dos kilómetros, siguiendo en direccion á Costix, se ven asomar en un campo, á la izquierda de la carretera, crestones de una caliza de color anteaado, cavernosa, espática, llena de moldes de *Conus*, *Turritella*, *Tellina*, *Cardium*, etc., cuyas conchas, al desaparecer por la accion disolvente que obró sobre la roca, han dejado en esta innumerables cavidades, á pesar de lo cual tiene esta caliza mucha resistencia á la presion. Varios de los cantos ó peñascos que hay esparcidos por el campo, despiden al choque del martillo un sonido metálico y vibrante como si se diese contra un yunque; sonoridad notable en una materia tan llena de oquedades que parece debian amortiguar la vibracion.

El *Clypeaster umbrella*, Agassiz, que he encontrado aqui, y que existe tambien á poca distancia en Son Bordils, cerca de Costix, demuestra que pertenece esta formacion al grupo mioceno, y debe ocupar en la comarca una regular extension, por más que Mr. Bouvy no haga mencion de él en su Mapa geológico de Mallorca, donde lo relega á un pequeño manchon en los alrededores de Muro.

Procedentes de estas localidades tengo ademas:

Conus Berghausi, Michelotti. (Molde.)

C. Broteri, Costa. (Id.)

Natica Olla, Lamk. (Id.)

Trochus, *Pectunculus*, *Cardium*, etc.

Las relaciones estratigráficas entre esta caliza y la que hay debajo de Sansellas me son desconocidas: mas como Mr. Bouvy considera como exclusivamente correspondiente al terciario superior toda la zona central de Mallorca, admitiré provisionalmente esta determinacion para dicha última roca, mientras no deba deducirse de observaciones más detenidas que haya de formar parte del mioceno.

El camino que de Binisalem conduce á Felanitx, atravesando la isla en direccion de Noroeste á Sudeste, deja reconocer en Biniali la caliza grosera de Sansellas. Entre Biniali y Algaida se ven á ambos lados del camino cercas formadas con unas tablas ó riñones aplanados, de color rojo exteriormente, cuya fractura descubre un mineral blanco, térreo como si fuese creta, y que no es más que sílice des-agregada. Son nódulos de sílex, en cuyo interior hay aún algunos núcleos que no han sufrido alteracion, y proceden de los campos inmediatos, donde los apartan los labradores para mejorar las tierras. Yacen en la parte más elevada de una formacion de *marés* que constituye la roca fundamental.

Algunas canteras abiertas al borde de las tierras de cultivo dejan ver esta roca, que me parece ser análoga á la de las cercanías de Palma.

Más adelante, siguiendo la expresada direccion, córtanse entre Montuiri y Porreras, calizas compactas neocomenses como las de la sierra del Norte; y finalmente se llega á Felanitx, que está al pié de la sierra que se levanta al Sudeste de la isla, y radica en el contacto de los terrenos modernos, que constituyen el llano, con la formacion neocomense, tan desarrollada en la expresada série de montañas que desde Artá derivan al Suroeste.

A poca distancia de Felanitx, en direccion á Poniente, y separado sólo por un reducido llano cubierto de viña, se levanta una colina donde están abiertas numerosas canteras.

Un corte dado en este paraje presenta las siguientes capas en órden ascendente:

- a. Caliza grosera, blanca, muy áspera y granujienta, tierna y tan deleznable, que mancha los dedos como la creta, á pesar de lo cual tiene suficiente consistencia para emplearse en la edificacion. En este banco, cuyo espesor excede de 10 metros, hay en explotacion varias canteras. Otras, abandonadas ya, muestran grandes cavidades, labores sin órden alguno, témpanos enormes que iban dejándose al beneficiar la parte más útil de la roca, y que amenazan desplomarse sobre el curioso viajero.
- b. Caliza blanca, tenaz, semicompacta, algo espática, de fractura plana ó concoide en grande, en bancos de 5 á 4 metros. Lleva en la parte más baja de la capa algunos riñones de maciño, que á veces desaparecen dejando en la roca oquedades bastante grandes.

- c. Arcillas de color claro, amarillo-verdoso sucio, en bancos muy gruesos; se usan en la fabricacion de alcarrazas y otros objetos de alfarería. Con estas arcillas viene á lindar la capa de tierra vegetal que cubre el llano, y no es posible ver qué hiladas las suceden.

El grupo de capas que acabamos de seguir está igualmente incluido en el terciario superior por Mr. Bouvy en su citado Ensayo; pero por mi parte, la comparacion de su facies mineralógica con la que presentan ciertas formaciones del continente, que han sido estudiadas por Mr. Vézian, me induce á señalarlas una edad más antigua.

En los alrededores de Villafranca del Panadés, provincia de Barcelona, se explotan unas calizas idénticas á las que acabo de describir en las hiladas *a* y *b*, especialmente la primera; y Vézian, que las encuentra análogas á las que en las cercanías de Montpellier se conocen con el nombre de *calcaire moellon*, las denomina así y las sitúa en el mioceno.

No he encontrado en la roca de Felanitx la abundancia de moluscos que encierra la de Villafranca; pero este no es el carácter principal de esta caliza. Tambien en Villafranca hay grandes porciones de los bancos en que no se ve más que una aglomeracion de partículas calizas, informes unas, otras semejando diminutos foraminíferos.

Ademas, como la caliza de Felanitx no difiere de la que constituye los sillares que en diferentes pueblos se me han mostrado como procedentes de Muro, donde la presencia del mioceno está admitida, hay motivos muy fundados para asimilar todas estas rocas y reunir las en el mismo tramo del terciario medio, en el cual, por lo visto, deberán ir comprendidas calizas de tan distintos caracteres físicos como tienen la roca fosilífera amarillenta y sonora de los alrededores de Sansellas y la roca blanca y tierna de cerca de Felanitx.

En cuanto al modo de denominar esta última, no me parece muy apropiado el nombre de *calcaire morrillo* con que el Sr. Furió, traductor de la mencionada Memoria de La Mármora, traduce el término francés *calcaire moellon*, por significar *morrillo*, segun la Academia, *pedra ó guijarro redondo*, lo cual no tiene aplicacion á nuestro caso. Todas estas calizas blandas de los terrenos terciarios y cuaternarios no son, por lo que hemos podido ver, sino variedades de la *caliza grosera*, llamada tambien *caliza basta*.

En la parte más meridional de Mallorca está Santañi, poblacion

pequeña, cuyas canteras tienen fama en la isla por la bella roca de construcción que producen. Dista tres horas al Sur de Felanitx.

Las explotaciones se hacen á cielo abierto en numerosos puntos, sobre un manto de caliza basta, que se extiende considerablemente en esta parte de la isla.

Hay dos capas casi horizontales que dan materiales de calidad diferente. La inferior es cavernosa en grande, de color gris claro: sus oquedades, que miden á veces medio centímetro cúbico, rellenas de arcillas ó de caliza sucia, impiden que se emplee en paramentos que no deban llevar revoque. Se la considera como piedra de segunda clase.

La superior, que se llama de primera clase, es muy homogénea; blanca, ligeramente agrisada, cavernosa en pequeño, mostrando innumerables y diminutas cavidades, como si en un principio hubiese estado constituida por una aglomeración de granos pequeños unidos por un cemento calizo, y más tarde aquellos hubiesen desaparecido, quedando sólo el cemento para formar la roca.

Es esta piedra un precioso material de construcción, cuya labra, tan fácil como pueda serlo en la madera, hace que se utilice en fachadas de edificios, donde el escultor puede sin trabajo desplegar los más caprichosos recursos del ornato en arquitectura.

Extráense sillares de todas dimensiones, y á veces colosales, de poco peso relativamente, que se embarcan en la cala de Santañi para trasportarlos á Palma ó bien á Barcelona, donde se ha empleado con ventaja en las construcciones del ensanche. El peso específico de dos ejemplares que he cogido en una misma cantera al lado de Santañi, es en el de primera clase 1,79, y en el de segunda clase 1,84.

La disposición de esta roca en hiladas débilmente inclinadas, el carácter mineralógico que la distingue de la caliza miocena de Felanitx y del marés cuaternario de Palma, me inclinan á creer que se ha formado durante la época del terciario superior, tal como la clasifica Mr. Bouvy en su Mapa geológico, aunque este autor no hizo constar en su *Ensayo* si estudió las relaciones de contacto de estas tres formaciones, estudio que por mi parte no tuve tiempo de intentar.

Este viaje, á pesar de la rapidez con que ha debido verificarse, pues seis días son bien poca cosa para hacerse cargo de la constitución mineral de un territorio tan vasto, me ha enseñado, sin embar-

go, que hay en Mallorca riquezas naturales que merecen la atención de los hombres de negocios, y que podrían dar fruto al capital que se emplease, bien en beneficiar los criaderos metalíferos y de combustibles que contiene, bien en sacar del pequeño círculo del actual consumo los notables materiales de construcción de que dispone.

Mi amigo D. Antonio Sastre, ingeniero de caminos con destino á las Baleares, me ha regalado una completa y variada colección de las calizas groseras con que se edifica en el país, por la cual se ve que pueden utilizarse en Mallorca, como en Menorca y en Ibiza, toda suerte de rocas, desde las variedades más bastas hasta las más finas que pueden apetecer el arte de construir.

Además del cobre que hemos señalado en Aubarca y que existe también en Sóller y en algún otro punto, el hierro y el zinc se hallan distribuidos en la sierra del Norte; y algunos escoriales de plomo que aún se reconocen, atestiguan que no pasó inapercibido para los antiguos la presencia de dicho metal, que hace poco ha sido objeto de beneficio en esta parte de la isla.

Los lignitos que pueden beneficiarse, según se me ha manifestado, no son todos numulíticos; los hay también en Puigpuñent más antiguos, que al parecer deben remontarse á la época cretácea; pero no tuve tiempo para visitarlos.

En cuanto al conocimiento geológico de su territorio, es sensible que sea aún muy incompleto á pesar de los reconocimientos practicados en pequeña escala por geólogos tan distinguidos como Elie de Beaumont, La Marmora y Julio Haime, cuyos científicos trabajos hubieran debido servir de base para avanzar en el estudio detallado, y á pesar de los esfuerzos intentados por Mr. Bouvy para extenderlo á toda la superficie en su citado *Ensayo* que, reproduciendo las observaciones publicadas por aquellos autores, nada importante añade á lo que ellos enseñaron.

La presencia, según Haime, de la *Terebratula diphya* en el suelo de Mallorca, fósil que tan empeñadas discusiones ha motivado en el campo de la geología, podría dar vivo interés al examen paleontológico y estratigráfico de las capas que la encierran.

El cretáceo superior no ha sido citado por Haime en la isla sino en vista de fósiles que no recogió por sí mismo, exceptuando un ejemplar de *Parasmilia centralis* que da como prueba, aunque insuficiente (dice) de la existencia de la creta blanca. Bouvy la admite, pero no se cuida de describirla.

Y finalmente, por lo que se refiere á los terrenos terciarios, queda sin conocer la composicion detallada del grupo numulítico, y en-vuelta en sombras la edad relativa de algunas de las varias calizas bastas que en el país se conocen con el nombre vulgar de *marés*.

BARCELONA 26 de Agosto de 1878.

LUIS M. VIDAL.

EXÁMEN MICROSCÓPICO

DE VARIAS MUESTRAS DE ROCAS ERUPTIVAS, RECOGIDAS POR D. LUIS
M. VIDAL EN LA ISLA DE MALLORCA.

La reciente aplicacion del microscopio al estudio de las rocas, modificando profundamente las ideas acerca de la constitucion de gran número de ellas, y revelando muchas veces la no sospechada existencia de determinados elementos mineralógicos, allí donde sólo se descubria una masa compacta y homogénea, ha llegado hoy á ser indispensable para su segura determinacion; mas no por eso ha hecho desaparecer todas las dificultades inherentes al problema, dificultades que principalmente estriban en lo artificial del concepto de la especie en litología; pues fundándose esa determinacion en la de las sustancias minerales que entran en la composicion de la roca y en su manera de agruparse, haciéndose entre ellas la distincion poco natural de esenciales y accidentales, sucede á veces que en el campo visual del microscopio, se distinguen con toda claridad los minerales que la constituyen, y, sin embargo, duda el observador á qué especie ó grupo ha de referirla, ligándose, como se ligan, unos á otros por insensibles grados, y variando segun los diversos autores la extension de cada uno de ellos.

A estas y análogas consideraciones se presta el estudio de las rocas eruptivas de Mallorca, en las que, á pesar del corto número de las muestras examinadas, se observa bastante variedad en su micro-estructura, desde las que apenas presentan más que una base amorfa, más ó menos desvitrificada⁽¹⁾, y cristales de hierro magnético, hasta

(1) *Devitrifié* en francés, *entglast* en alemán. Estando aún poco generalizados en nuestro país los estudios microlitológicos, no he tenido ocasion de ver empleada en castellano la voz equivalente á ésta, y no sin recelo de incurrir en galicismos ó germanismos he estampado la que da origen á esta nota y alguna otra.

aquellas en que la individualización de los minerales ha ido mucho más adelante, quedando entre ellos solo restos del primitivo magma. Entre los cristales que con el auxilio del microscopio se destacan en estas rocas sobre su base amorfa, predomina siempre la plagioclasa ó feldespato triclinico, con ausencia completa de la ortosa, hecho que me induce á asimilarlas al grupo de las porfiritas, que difieren de los verdaderos pórfidos en que en estos se considera esencial la presencia de la ortosa. Los demas minerales se presentan con mucha más escasez en las rocas eruptivas de Mallorca; en algunas aparece el augito y en otras la hornablenda; en todas la magnetita. La presencia del augito ó de la hornablenda, aunque siempre en cortísima proporción, tiende á establecer la distinción entre porfiritas diabásicas y porfiritas dioríticas, y áun las acerca á las diabasas y dioritas cuando la estructura es más cristalina, y son escasos los restos de la base amorfa; de las ofitas, rocas con las que algunas de estas tienen cierta semejanza exterior, parecen diferenciarse principalmente por la exigua cantidad relativa de dichos minerales, que en aquellas iguala ó supera á la del feldespato. La total ausencia del olivino, mineral muy característico en los melafiros y doleritas, las distingue de estas rocas, con las que alguno de los ejemplares tiene analogía, por la abundancia de la plagioclasa y el hierro magnético y la presencia del augito.

Intervienen también en la composición de varias de estas rocas la caliza y la clorita, que deben considerarse de origen secundario y como productos de la alteración de la roca, á la que comunican á veces estructura amigdaloides. Es bien conocida esta alteración de las rocas por los agentes atmosféricos, y singularmente por las aguas cargadas de ácido carbónico, que atacan los silicatos alcalinos y térreos para formar carbonatos, dejando libre una parte de la sílice que es reemplazada por el agua. Así se explica en estas rocas alteradas la presencia de la caliza que llena sus cavidades, de la clorita, silicato hidratado de magnesia y óxido ferroso, de pequeñas cantidades de sílice libre, que contribuyen con la caliza y la clorita á llenar sus esporos, y por último, de la sustancia kaolínica ó arcillosa que comunica á las más descompuestas su olor característico al humedecerlas con el aliento.

Examinemos ahora más detalladamente cada una de las muestras.

Núm. 1.—Roca adelógena, color verde claro, muy tenaz.

La mayor parte de su masa está constituida por la indicada base amorfa, que ofrece un color amarillento verdoso, y se presenta en al-

gunas secciones como microfelsítica, pudiéndose distinguir con grandes aumentos algunos trocitos de cuarzo, mientras que en otras aparece incompletamente desvitrificada: en algunos puntos muestra señales de estructura esferolítica. En esta base se ven numerosos cristales y agrupaciones de hierro magnético, y sobre ella se destacan pequeños prismas de plagioclasa, cuya longitud no pasa por lo regular de dos diezmilímetros.

Todos ellos se hallan orientados, de modo que presentan sus mayores dimensiones casi en una misma dirección, comunicando á la roca la textura fluidal (1), sobre todo cuando se observa con la luz polarizada, en que estos cristales resaltan más por la variedad y brillo de los colores de sus fajas polisintéticas, demostrando que se hallaban ya formados cuando la base amorfa continuaba todavía en estado fluido ó pastoso. La figura 1.^a muestra una sección de esta roca observada con aumento de 50 diámetros.

Núm. 2.—Roca adelógena en parte: se compone de una pasta uniforme, de color parduzco, en la cual están implantados abundantes nódulos calizos redondeados, cubiertos por una delgada cutícula verde-claro.

Este ejemplar presenta una micro-estructura más cristalina que el anterior, pues aparecen los prismas de plagioclasa con mayores dimensiones y cruzados en todos sentidos, formando un tejido de cristales, que constituye la mayor parte de la roca, y que se hace aún más perceptible en la luz polarizada. Se ven también en ella trozos de hornablenda, aunque escasos en número, con colores que varían desde el verde al amarillo claro; no forma este mineral cristales perfectos, sino que aparece en fragmentos irregulares, que en general no llegan á un diezmilímetro cuadrado: en su centro y en los bordes contiene á veces granos de magnetita y aparece con un color pardo-rojizo en los contornos de algunos trozos; en todos ellos se hace muy

(1) En una nota inserta en la pág. 334 del tomo V del BOLETIN, propone el profesor de Geología, D. Justo Egozcue, que se denomine *textura micro-undosa*, ó *undosa* sencillamente, á la *structure fluidale* de los franceses; y nos parece conveniente recordarlo aquí, porque preferimos esa denominación á la de *textura fluidal*, sin que por eso nos atrevamos á condenarla, refiriéndose, como se refiere, á un fenómeno nuevamente observado, acerca del cual no hay todavía usos que respetar; y puede elegirse entre las nuevas voces propuestas las que más se acomoden á la índole de nuestra lengua.

(N. del D. de la C.)

perceptible con el analizador el característico dicroísmo de esta sustancia. Entre los cristales de plagioclasa se observa la base amorfa de color pardo sucio, y en ella y en los intersticios de dichos cristales abunda el hierro magnético, convertida á veces una parte de él en oligisto. Inclusiones de esa misma base se observan en los referidos cristales, que aparecen rotos y carcomidos por sus bordes. En la masa de la roca así constituida, se distinguen *macroscópicamente* nódulos de caliza y de clorita que le dan un aspecto amigdaloides y que son un producto de la ya indicada alteracion. La figura 2.^a hace ver la estructura de esta roca; y es inútil advertir que en la seccion que representa no está comprendido ninguno de los referidos nódulos, que ocuparían una superficie mayor que la del campo del microscopio.

Núm. 3.—Roca adelógena en parte. En una pasta de color gris-parduzco, áspera, se descubren manchas diminutas, cristalinas de color pardo-castaña. Su composicion es muy análoga á la del núm. 2, revelándose en ella la existencia de la caliza, si bien no ofrece la estructura amigdaloides.

Por lo demas, se observan los cristales de plagioclasa en la misma abundancia y con iguales caractéres que en la anterior; y otro tanto puede decirse respecto á la base amorfa, que queda reducida á ocupar los espacios entre dichos cristales, y al hierro magnético, que entra también con mucha abundancia en la composicion de esta roca y en la de todas las demas que he examinado. Solamente parece diferenciarse esta de la anteriormente descrita en que no se observa en ella ningun trozo de hornablenda y si alguno muy raro de augito, de color que varía del hialino al pardo-castaña, siendo este último el que predomina. La figura 3.^a, que representa una seccion de esta roca, con aumento de 50 diámetros, servirá de complemento á la descripcion que antecede.

Núm. 4.—Roca fanerógena, de color general parduzco, distinguiéndose muy bien numerosas vetitas y cristales diminutos de color blanco y pequeños elementos cristalinos pardos brillantes.

También esta muestra es análoga á las precedentes, aunque señala un estado más avanzado de alteracion. Los cristales de plagioclasa son en ella mayores, tanto que algunos se perciben claramente con la vista natural. La figura 4.^a, en que el aumento es también de 50 diámetros, indica sus dimensiones y la forma que afectan sus contornos. Entre estos cristales no se distingue más que una masa opaca pardo-rojiza, producto de la oxidacion del hierro magnético y

de su mezcla con la base amorfa. Contiene esta roca numerosos nódulos y vetas de caliza, cuyo origen ya se ha explicado, teñidos también por el óxido férrico, originado por la oxidacion de la magnetita.

Núm. 5.—Roca adelógena en parte: en un fondo pardo-rojizo uniforme se destacan nódulos y vetas de color verde oscuro. Aunque el aspecto arcilloso, la suavidad al tacto y demas caractéres externos la diferencian completamente de las ya vistas, y sobre todo de la que tiene el núm. 4, en su composicion difiere muy poco de esta última.

Observada con el microscopio, se distinguen como en la anterior los cristales de plagioclasa cruzados en todas direcciones, y entre ellos la masa pardo-rojiza de análoga composicion á la de aquella; aunque algo ménos alterada, pues llega en algunos trozos á hacerse traslucida la base amorfa, aunque por estar siempre muy impregnada de óxido férrico, no es fácil reconocer con claridad su naturaleza especial. Los nódulos y vetas verdes están constituidos por un mineral cloritico ó por la mezcla de éste y la caliza. La figura 5.^a muestra una seccion de esta roca, observada con aumento de 50 diámetros.

Núm. 6.—Roca adelógena en parte, de color verde claro. Es una pasta áspera, de un gris blanquecino, penetrada por innumerables y diminutos elementos de color verde, que dan este tono á toda la masa.

Es la roca más comun en el valle de Aubarca.

La alteracion está aún más avanzada en esta muestra que en las anteriores. La caliza de origen secundario constituye una gran parte de su masa, y son raros los cristales de feldespato. A la caliza acompañan la clorita y un poco de cuarzo. Los cristales de hierro magnético se han alterado también en su mayor parte, convirtiéndose en óxido férrico. Aún puede reconocerse en esta roca el primitivo magma amarillento verdoso, si bien lo han enturbiado el óxido férrico y las sustancias arcillosas originadas por la descomposicion de sus elementos.

Núm. 7.—Roca adelógena, áspera, tenaz, color pardo-agrisado.

Se compone de una base microfelsítica gris, poco trasparente, en la que pueden percibirse pequeños trocitos de cuarzo y cristales y agrupaciones de muy variable tamaño de hierro magnético y oligisto, procedente de su oxidacion. Entre la masa felsítica hay también algo de caliza, que es causa de la efervescencia que esta roca produce con los ácidos.

Núm. 8.—Roca adelógena, color claro, pardo-verdoso, áspera, poco consistente. Lleva diseminada en su masa la *calcosina* en forma de

vetillas que la surcan en todas direcciones. Es la mena del yacimiento cuprífero de Aubarca, y pasa por grados insensibles á las rocas número 6 y núm. 1.

Se halla sumamente alterada, y no es fácil hacer detalladamente su estudio microscópico, á causa de la escasa transparencia que adquiere, aun en las más delgadas láminas. Se descubre, no obstante, que su primitiva micro-estructura debia ser análoga á la del ejemplar núm. 1; pues, aunque casi completamente opacos, se pueden reconocer algunos pequeños prismas, sin duda de plagioclasa; en una masa amorfa muy alterada: tambien se distinguen pequeños trozos de cuarzo.

Núm. 9.—Roca fanerógena granitoide, muy tenaz. Procede de la cordillera Norte de la isla, segun la persona que proporcionó este ejemplar, que es el único que no se ha recogido en su yacimiento.

Por su aspecto y por su composición difiere completamente de las anteriores rocas. Se compone de cuarzo con numerosas inclusiones líquidas de burbuja movable, de dos feldespatos (ortosa y plagioclasa, siendo de notar que este último es casi tan abundante como el primero, lo que rara vez sucede en los granitos,) y de hierro magnético y oligisto en secciones exagonales é irregulares, faltando la mica. Llama la atención en esta roca lo numeroso de las fajas polisintéticas con variados y brillantes colores, que se observan en el feldespato triclinico, pues se pueden contar más de sesenta en la longitud de un milímetro.

RAMON ADAN DE YARZA.

Bilbao 29 de Enero de 1879.

NOTA

ACERCA DE LAS FOSFORITAS RECIENTEMENTE DESCUBIERTAS

EN EL MEDIODÍA DE ESPAÑA

POR

M. CALDERON (1).

Una nota de M. de Reydelle, publicada en este Boletín (2), ha dado á conocer el yacimiento y origen de la fosforita resinosa (?) que se explota en Belmez (provincia de Córdoba). Los Sres. Vilanova y Egozcue (3) y el Sr. Quiroga (4), han descrito tambien los caracteres de este raro mineral, que se asemeja al ágata de una manera sorprendente. Yo le he estudiado (5) mineralógicamente y geológicamente; pero despues de haberse publicado mi trabajo, he sabido que en las inmediaciones de Almaden y en el puerto de Espiel existe una fosforita producida por la transformación de las calizas silurianas y carboníferas. Añadiremos algunas palabras á las indicaciones suministradas por M. de Reydelle, para completar la historia del mineral concrecionado de Belmez, Espiel y Almaden.

La fosforita agatoides tiene brillo resinoso y se halla constituida por zonas alternantes traslucidas y opacas, blancas y atravesadas en todos sentidos por dendritas de manganeso. Disuélvese completamente en los ácidos con efervescencia: sus partes más solubles son las opacas de color blanco: en el ácido nítrico diluido deja un residuo gela-

(1) Traducido del *Bulletin de la Société géologique de France*. 3e sér., tomo VII, pág. 44, por D. de C.

(2) 3e sér., t. I, pág. 350; 1873.

(3) *An. de la Soc. esp. de Hist. nat.*, t. III; 1873.

(4) *Bol. de la Inst. libre de Enseñanza*, t. I; 1877.

(5) Contribuciones al estudio de la fosforita de Belmez. *An. de la Soc. esp. de Hist. nat.*, t. VI; 1878.

tinoso insoluble, que desaparece por completo en el mismo ácido concentrado ó en el ácido clorhídrico: la cal y el ácido fosfórico son muy abundantes en la disolución.

En las láminas preparadas se reconoce por medio del microscopio la micro-estructura concrecionada de esta sustancia: las zonas transparentes son completamente isotropas; las otras lo son en parte nada más, y su polarización es también variable. La fosforita presenta microesforas concrecionadas, que colocadas entre los Nicoles cruzados se asemejan á granos de fécula. El microscopio no revela la existencia de trozos de cuarzo.

La fosforita en cuestión, á juzgar por sus caracteres, se compone de fosfato de cal y sílice coloide hidratada.

Lo verdaderamente nuevo que podemos añadir á las indicaciones de M. de Reydellet, es que cerca de los filones de Belmez, en las cavernas de Sierra Palacios, y también en Almaden, existe una especie de fosforita que se presenta en masa, de la misma manera que en las célebres localidades de Tarn-et-Garonne y del Lot. Es una materia roja, pétreca, que tratada por los ácidos hace efervescencia y deja un abundante residuo de arcilla: contiene además una gran cantidad de fosfato de cal, siendo, por consiguiente, una marga caliza fosfatada. Esta materia parece una verdadera termántida en su contacto con la caliza; pero poco á poco pierde su dureza y pasa á una brecha que envuelve trozos de aquella roca y muchos huesos completamente rotos, de diversos animales.

La marga fosfatada pertenece á un período geológico completamente distinto del de la caliza carbonífera de Sierra Palacios y del terreno siluriano de Almaden, sobre los cuales reposa. Se han encontrado en ella, en efecto, huevos de aves, mandíbulas y dientes de roedores; y, según nos han dicho, hasta un molar de *Equus*.

Nada diremos acerca del origen hidrotermal del fosfato de esta roca: ese es ya un hecho evidente. El problema nuevo que estas dos clases de fosforitas nos presentan, es el de averiguar si han sido formadas en la misma época ó en épocas distintas.

Pueden hacerse tres hipótesis: 1.^a El mineral de los filones fué el primero que se formó, siendo después transportado á la marga por aguas cargadas de ácido carbónico. 2.^a Aguas cargadas de ácido carbónico tomaron el fosfato de los huesos que la marga encierra en abundancia. 3.^a Las aguas geyséricas que trasformaron las calizas, han trasformado al mismo tiempo la marga atravesada por ellas.

Aunque no me haya sido posible ver claramente el contacto de la marga con la caliza, adopto sin vacilación la 5.^a hipótesis. Yo mismo he recogido sobre el terreno ejemplares que en su centro encierran la marga fosfatada llena de agujeros que parecen terminar en una zona concrecionada, como las del Castillo de Belmez, y que exteriormente se hallan formados por una caliza cristalina tubulífera, rica en fosfato. En cuanto á los huesos, se hallan limpios de patina y no presentan ninguna alteración, ni ofrecen tampoco en su contacto con la roca nada que pruebe que han perdido fosfato.

En mi opinión, todas las fosforitas mencionadas son producciones geyséricas de la época moderna. Las fracturas y los movimientos locales de los terrenos en que se encuentran, son anteriores á las emisiones termales que verificaron su salida por las grietas preexistentes en las calizas.

MEMORIA

ACERCA DE LOS CRIADEROS AURÍFEROS DEL SEGUNDO DISTRITO

DEL

DEPARTAMENTO DE MINDANAO.

MISAMÍS.

Los criaderos auríferos del distrito de Misamis, hace muchos años que gozan de cierta nombradía, debida, no tan sólo al reducido comercio que de sus productos se hacia y se sigue haciendo, sino muy principalmente á las exageraciones, disculpables tratándose de este precioso metal, hechas generalmente por personas que, habiendo residido en el distrito, sólo conocian el polvo de oro que circulaba en el comercio, deduciendo por su aspecto no más la existencia de riquezas que su fantasía exageraba, pero que fácilmente hubieran podido encerrar dentro de sus justos límites, visitando los criaderos que, aunque tenian bien cerca, desconocian por completo.

No eran, sin embargo, ignorados en absoluto estos criaderos y sus principales circunstancias de yacimiento, puesto que en dos Memorias, escrita la primera en 1844, despues de una visita hecha á la isla por el Ingeniero Sr. Sainz de Baranda, y la segunda publicada de Real orden muy recientemente ⁽¹⁾, se encuentran bastantes noticias referentes á dichos criaderos.

Encargado el que suscribe de hacer un estudio más detallado de ellos por orden del Exemo. Sr. Gobernador general de estas islas, exponiendo la importancia, riqueza y ventajas que de su explotacion podrian sacarse, ha tropezado para conseguirlo con dificultades de dos géneros distintos, que nacia, unas del clima, de la vegetacion y del

(1) Memoria geológico-minera de las islas Filipinas, escrita por el Ingeniero inspector general del ramo D. José Centeno. 1876.



estado hostil de las razas que pueblan el interior del país, y otras de la falta de medios auxiliares de que hasta ahora carece la inspección del ramo para hacer los estudios de laboratorio y clasificaciones de gabinete de los ejemplares recogidos en el campo.

Estas causas han influido para que el presente trabajo no sea tan completo como fuera de desear; pero de todas maneras, y para cumplimentar en lo posible las instrucciones dadas por la Inspección, sin olvidar tampoco las generales dictadas por la Comisión del mapa Geológico de España, el Ingeniero que suscribe ha separado en dos partes distintas e independientes su trabajo, con objeto de reunir en la primera, ó sea en la presente Memoria, todos los particulares y detalles referentes á los criaderos auríferos que formaban el objeto especial de su comisión, dejando para otro trabajo, que se propone terminar muy pronto, las escasas observaciones mineralógicas y geológicas que al paso pudo recoger en los viajes hechos á las comarcas auríferas.

CRIADEROS AURÍFEROS.

CLASES DE CRIADEROS É IMPORTANCIA DE CADA UNA EN EL DISTRITO.

Sabido es que el oro nativo presenta tres yacimientos de distinta naturaleza y origen: el de filones caracterizados, el de vetas de contacto y el de arenas, aluviones ó placeres.

En general, el más fácil de descubrir y explotar, aún por pueblos salvajes é ignorantes; el que con más éxito y seguridad suele beneficiarse; el que proporciona más del ochenta por ciento del oro que circula en todo el mundo; el más importante, en fin, de los tres, es el de aluviones ó placeres, y esta importancia es aún mayor dentro del distrito de Misamis, poco conocido y visitado, cuyo territorio no puede recorrerse en muchos puntos, bien por la imposibilidad de penetrar en comarcas habitadas por tribus hostiles, bien por las dificultades casi insuperables que oponen en ciertos parajes sus escabrosos y cerrados bosques, dentro de los cuales, por otra parte, tampoco sería posible emprender investigaciones geológico-mineras; resultando de aquí que sólo son accesibles y conocidas limitadísimas comarcas, todas ellas muy cercanas á las costas y á los ríos, y en las cuales no es probable por lo tanto que adquieran importancia otras formaciones que las aluviales.

Fuera de estas, en efecto, sólo se conoce, dentro del distrito, un sólo yacimiento en vetas de contacto, sin embargo de lo cual no debe ni puede suponerse que falten otros de esta misma clase ó de la de filones característicos; ántes al contrario, la presencia de los aluviones mismos hace muy razonablemente suponer su existencia en el interior de la comarca, que hoy está vedada á nuestras investigaciones.

Por todos estos motivos he creído, y en cierto modo me he visto obligado á conceder mayor atención á los placeres contenidos dentro del distrito, que son hoy los únicos productores de oro, estudiando con más detalles todas sus circunstancias y particularidades, sin perjuicio de describir después los demás criaderos en roca de la segunda clase, de las tres que ántes he indicado.

DISPOSICION Y LÍMITES DE LAS ZONAS AURÍFERAS.

La zona aurífera conocida en Misamis está comprendida en el espacio que circunscriben la bahía de Iligan al O., el río Cutman al E., y al S. el límite variable á que puede penetrarse, límite que por la parte de Iligan sólo alcanza á la misma playa, en la cual nada de notable puede estudiarse desde el punto de vista minero. (Lám. F.)

Dentro de este espacio las zonas importantes están colocadas á lo largo de las cuencas de los ríos Bucalalan, Iponan, Cagayan, Bigaan y Cutman, todos los cuales desembocan en la mar, aunque con caudales distintos y una importancia aurífera también diferente.

El más notable, en este último concepto sobre todo, es el río Iponan, por cuya razón empezaré describiendo las arenas de su cauce y los placeres de su cuenca, teniendo así que insistir muy poco en la de los otros ríos, pues salvos algunos detalles especiales, tienen entre sí gran analogía.

CARACTERES GENERALES DE LAS EXPLORACIONES DEL RIO IPONAN.

1.º ARENAS.

Composicion y disposicion del lecho y cauce del río.—El origen ó manantial de este río, lo mismo que gran parte, tal vez la mayor, de su trayecto, no es fácil de visitar, porque se halla dentro del territo-

rio ocupado por los musulmanes indios, pudiendo sólo recorrerse unas 7 á 8 leguas desde su desembocadura. En estas 7 á 8 leguas conocidas, el caudal de aguas y la importancia de su lecho y cauce apenas disminuyen, por lo cual puede suponerse que recorre todavía, río arriba, hácia el interior, extensas comarcas.

Desde el límite S. de la parte conocida, el río baja encajonado entre cerros margosos y calizos, de que trataré en la segunda parte, algunos de los que le obligan á veces á variar de dirección, describiendo en su trayecto curvas bastante cerradas.

La pendiente de su cauce, á causa de estas mismas circunstancias, no es completamente uniforme; sucediendo á menudo que á un trayecto en el que las aguas se precipitan con violencia, sucede otro en el que corren tranquila y lentamente, constituyendo un remanso de más ó ménos profundidad.

Cuando el río llega á la ranchería de San Simón, sus laderas se abren, son más bajas, y el río corre hasta la mar por un valle abierto de suave pendiente. Su lecho, ántes de llegar á este último punto, es esencialmente pedregoso y arenoso; de suerte que sus aguas transparentes apenas se enturbian, aunque el fondo se renueva. Los cantos y gravas que le constituyen tienen un volumen á veces considerable; y mineralógicamente considerados, son de cuarzo, de petrosilex, y sobre todo de fragmentos de rocas traquíticas, de variados matices, y todas porfiroides.

Entre estos cantos y gravas se encuentran las pajuelas y polvillo de oro más ó ménos fino, á veces en planchuetas de alguna consideración; pero no repartido uniformemente en todo el lecho del río, sino en aquellos sitios, bastante frecuentes por cierto, que por sus condiciones se comprende han debido favorecer la precipitación de las sustancias pesadas, como cuando el río cambia bruscamente de dirección ó de pendiente ó el nivel del fondo. Se observa además que, como era de suponer, conforme se acerca el río á su desembocadura, las pajuelas de oro van siendo de menor tamaño y más escasas, de tal suerte que, ya desde San Simón hasta la mar, no pueden sacarse en cantidad suficiente para pagar el trabajo de los lavados.

Estos lavados, á los que se dedican hombres, y sobre todo mujeres, procedentes la mayor parte de las rancherías de monteses de Tagliman y otras, situadas á lo largo de las márgenes del río, los ejecutan valiéndose de una batea de madera que ellos mismos construyen, llamada *bilingan*, de forma cónica muy achatada, de unos 0,^m40 de

diámetro en la boca y una altura de 0,^m06, teniendo en el vértice ó fondo una pequeñísima cavidad, donde se reúnen las pajuelas de oro contenidas en las arenas que lavan.

Además de esta batea ó *bilingan*, llevan también consigo los lavadores dos cáscaras de coco ó *chiretas*, destinadas, la una á recibir los productos, y la otra para coger las arenas ó gravas que han de lavar.

Provistos de estos objetos, que constituyen todos sus enseres de lavado, se establecen en el paraje conveniente de la orilla del río; y metidos en él, y puestos en cuclillas, con la *chireta* llenan de gravas y arenas el *bilingan*, y en seguida le someten, medio sumergido en la corriente, á un movimiento semicircular intermitente, que hace reunir en el fondo las partículas más pesadas, y las más ligeras son arastradas por la corriente: ayudan este efecto con un sacudimiento especial que imprimen á la batea de cuando en cuando, y sacan con las manos las piedras grandes que impiden la sedimentación de las arenas en el fondo de la batea.

Cuando dichas arenas están ya bastante depuradas, y aunque no completamente limpias, las pajuelas de oro pueden verse ya en la cavidad del vértice; vierten entonces el contenido de la batea en la *chireta* antes indicada y vuelven á comenzar nuevamente en la misma forma.

Por último, después de haber reunido cierta cantidad de arenas muy ricas en esta *chireta*, vuelcan todo su contenido en la batea, donde por fin los limpian por un nuevo lavado, que en este caso hacen con más esmero y cuidadosa atención. El oro que resulte lo recogen y guardan en una hoja, de la que se sirven como papel.

En un día de este trabajo suelen obtener, por lo regular, valor de uno ó dos reales fuertes; pues si bien á veces sacan muchísimo más, esto es puramente casual y no puede tomarse como tipo.

2.º ALUVIONES.

No son las arenas de los ríos el principal origen de la producción del oro, y sólo recurren á ellas, como ántes indiqué, en el tiempo de secas, durante el cual no pueden trabajar con los aluviones contenidos dentro de la cuenca hidro-geológica del río Iponan.

Situación.—A partir de la ranchería de San Simón, donde la cuenca del río se eleva constituida por cerros redondeados, el río recibe en su marcha ascendente multitud de afluentes que atraviesan los

manchones aluviales auríferos, excepto los que por su escasa importancia sólo pueden llamarse arroyos. Tales son, siguiendo el río hacia arriba, primeramente á la izquierda, el pequeño valle de Pasayan, con restos de escasas y antiguas explotaciones; luego á la derecha el más rico de Batinay, que también tiene mayor extensión; después el de Dominolog, con explotaciones recientes de carácter menos primitivo; en seguida los de Babantohon, Pigsagan, Dumalogdog y el célebre Pigtao, paraje donde estaba enclavado el último pueblo cristiano, y que hoy se ha retirado á Tagsulip; por último, Camingañan, Cayomangon, Saganahai, Tapbagbag y Taculut, ya casi en territorio de moros.

Continuidad.—Todos estos manchones no están por lo regular situados al mismo nivel de las aguas del río Iponan, sino á cierta altura sobre ellas que no excede generalmente de unos 20 metros, y en las partes altas de los valles laterales, aunque nunca muy lejos del río principal, como demostrando que el origen de los aluviones se relaciona con el antiguo cauce de dicho río; cauce que, muchísimo más ancho y considerable que el actual, ha sufrido con posterioridad los efectos de una denudación parcial que ha surcado, por decirlo así, la capa de aluviones que sin duda depositó, resultando de aquí la discontinuidad y aislamiento que hoy se observa entre los citados manchones.

Tamaño variable de las pajuelas de oro.—Conforme se avanza al S., hacia la parte superior del río, se van hallando, por lo regular, placeres más ricos, en los cuales las pajuelas van siendo mayores y pueden encontrarse con más probabilidades pepitas que llegan á pesar en ocasiones, según dicen, 1 y 2 taclas⁽¹⁾. Se comprende, por lo tanto, que, dentro ya del territorio ocupado por los indios musulmanes, los aluviones deben de ser más ricos; y en efecto, tuve ocasión de ver cierta cantidad de oro de aquella procedencia que, en su mayor parte, estaba constituido por planchuelas, más bien que pajas y polvo, como de 2^{mm} de diámetro y más de 0,5^{mm} de espesor.

Caracteres generales de los aluviones.—La constitución general de los aluviones es bastante uniforme. Esencialmente arcillosa en todo su conjunto, es en la parte superior de arcilla muy pegajosa, rojiza y con poquísimos cantos redondeados, de trozos de pizarras antiguas de varias clases, los cuales, á medida que se profundiza, se van haciendo más numerosos y de mayor tamaño, á veces bastante conside-

(1) Unidad de peso para metales preciosos, igual á 37.680 miligramos.

table, siendo la arcilla que las rodea generalmente más blanca, arenosa y suelta, y presentándose, por último, cantos de rocas eruptivas, y otros de hierro magnético ú oligisto, que los naturales llaman *tonasé*, y cuya abundancia y tamaño suele considerarse como indicio seguro de la riqueza del placer. El oro no viene, sin embargo, pura y exclusivamente concentrado en la región de estos cantos, puesto que ya desde las primeras capas del aluvion empieza á presentarse en polvo sumamente fino, aunque con bastante escasez; pero á pesar de esta dispersión del oro, el máximo de este metal, la mayor riqueza se busca y se encuentra siempre en la región inferior, en contacto ya del terreno sobre que yacen los aluviones.

Su espesor no pasa nunca de 7 metros, en los puntos en que lo alcanza mayor, ni baja de un metro en los que tiene menos, cuya diferencia debe provenir de denudaciones posteriores á su depósito, como he indicado más arriba.

En los puntos en que este efecto apenas se ha hecho sentir y se halla, por lo tanto, completo el aluvion, distinguen los naturales en él varias zonas horizontales que real y efectivamente responden á los cambios de composición ó de aspecto que acabo de indicar; cuya distinción ó clasificación revela un conocimiento muy exacto de la estructura de los placeres, que no deja de ser notable en razas tan primitivas y atrasadas. Esta clasificación, de arriba para abajo, es la siguiente:

Payason.—Arcilla más ó menos oscura, que está inmediatamente debajo de la tierra vegetal.

Acarón.—Arcilla roja muy pegajosa, con pocos cantos, comúnmente pizarrosos y semidescompuestos (*bató patay*).

Dugcálon.—Arcillas amarillentas, más arenosas, menos pegajosas, con cantos de cuarzo (*Malaigan*) y rocas eruptivas, algunos de gran tamaño, y otros más pequeños de hierro oligisto ó magnético (*Tonasi*) con el máximo de riqueza en oro (*Cuanan*).

Dapanás.—Formación estéril sobre que reposa el aluvion, cualquiera que sea, lo mismo margosa que caliza ó de un conglomerado.

No se presentan, sin embargo, todos estos miembros en cualquier punto de los placeres, pues hay sitios en que, como más arriba indiqué, los efectos corrosivos de las aguas los despojaron de algunas de las zonas superiores, conservando parte de las inferiores, por lo cual, y teniendo presente que en ésta es donde existe el máximo de ri-

queza (*dugcálon*), no dejan de explotarlos con ventaja á pesar de su corto espesor.

En cuanto á la distribucion de la riqueza de los aluviones en el sentido horizontal, es decir, dentro de la zona rica del *dugcálon*, no es tampoco uniforme ni puede serlo, si se recuerdan las circunstancias que presidieron á su formacion. Arrancado, en efecto, el oro de los criaderos en roca donde yacia y trasportado entre materiales de todas clases á través de terrenos de variada configuracion, en el seno de aguas agitadas; allí donde un cambio de direccion de la corriente, un fondo relativamente alto ó una disminucion en la velocidad de las aguas, favorecieran el depósito de las sustancias más pesadas, se reunirían las partículas de oro en mayor cantidad, sin que despues de depositado el aluvion pudiera sospecharse que existia en estos parajes esta concentracion de riqueza, á no ser por un estudio prolijo, muy atento y no siempre posible, de la configuracion de los lechos de estas antiguas corrientes aluviales.

Se ve, pues, por esto, lo difícil que es el estudio de la distribucion de la riqueza general de los placeres, sujeta como está á tantos cambios y fluctuaciones: sólo es posible en ellos recoger cierto número de datos, que se acercarán tanto más al promedio buscado cuanto más numerosos sean.

Estos lugares, donde se encuentran concentraciones de riqueza en oro, los llaman los naturales, tanto monteses como visayes, *topadas*, nombre castizo español, y que parece revelar una antigua intervencion en el trabajo del oro de Mindanao, debida probablemente á los españoles procedentes de Méjico, tan aficionados á la minería.

Método usado en el pais para la explotacion de los aluviones. —Es, en efecto, el método actual de los naturales de toda la isla para la explotacion de los placeres, aunque sumamente sencillo, muy semejante al empleado aún hoy en otros países, y revela cierto conocimiento de una preparacion mecánica rudimentaria, que parece corroborar la anterior hipótesis.

Esta explotacion no es continua, como suelen serlo todas las de carácter minero, sinó que se limita exclusivamente á la estancia lluviosa del año, formando campañas de trabajo ó cosechas, si así quieren llamarse, con períodos largos de descanso.

No sólo se valen del agua para los lavados y concentracion de las tierras, sinó que tambien la emplean como motor y operador en el arranque de aquellas, limitándose su trabajo corporal á una prepa-

cion primero, y luego á una ayuda y conduccion del que ejecuta el agua.

En los parajes en que por su altura y situacion no muy lejana del rio calculan que el aluvion debe ser bastante rico para producir beneficios, abren un pozo, que exclusivamente es de investigacion, al cual llaman *tujubs*. Es de seccion circular y como de un metro de diámetro, y se sirven para perforarlo de cualquiera herramienta de hierro, si la tienen, y si no de un trozo de caña ó palma brava que afilan convenientemente. Para la extraccion de las tierras, colocan en el pocito una caña con algunas muescas, á manera de escala, por la cual suben las tierras metidas en cestos que llaman *tuoyac* y que ellos mismos construyen. Cuando con esta excavacion llegan al *dugcálon* ó parte rica, prueban las tierras que van sacando, lavándolas en el arroyo más próximo, con el bilingan ya descrito, y deduciendo, por el resultado, la conveniencia de explotar en aquel punto. Si no es suficientemente beneficioso, abren en sitio más ó ménos próximo otro ú otros *tujubs* ó pocitos, hasta encontrar un paraje cuya riqueza les satisfaga.

Llegado este caso, y á veces ántes de emprender la anterior investigacion, se forma una compañía para la explotacion, ó bien el mismo investigador contrata cierto número de operarios, que son tambien sus asociados, puesto que, obligándose á mantenerlos y reservándose la direccion y vigilancia de los trabajos, les da una participacion en los productos obtenidos, que suele ser la mitad ó las dos terceras partes, segun la comarca del distrito en que operen.

Organizada en esta ú otra forma parecida la cuadrilla de operarios, y elegido el punto más conveniente para su explotacion, buscan á unos 100 ó 200 metros de éste, y á nivel superior, un sitio donde abrir un estanque ó depósito de aguas, destinado á recibir las de algun cerro próximo, dándole de 10 á 25 metros cúbicos de capacidad, segun la importancia del paraje, con 0,™50 á 0,™40 de profundidad.

A partir de este estanque, abren un canal de 0,™50 á 0,™40 de ancho y profundidad, que prolongan, subiendo y ciñendo la falda del cerro más próximo, muchas veces hasta á 800 y 1.000 metros del citado estanque, y recogiendo, por lo tanto, en su trayecto, tanto las aguas de lluvia de la parte superior del cerro, como las de los arroyos que encuentra á su paso, para conducirlos al depósito referido. Si en este trayecto encuentran alguna depresion súbita del terreno, la

salvan construyendo *ad hoc* un curioso acueducto hecho con cañas y palmas bravas.

Ponen luego en comunicacion el estanque con el punto ó puntos que han elegido para comenzar la explotacion por medio de otros canales, cuya union con el estanque cierran por medio de compuertas de caña y ramaje, para graduar la cantidad de agua que necesitan en cada caso y cerrar la toma de este liquido cuando llega el momento oportuno.

Hecho esto, ya en plena estacion de lluvias, y lleno, por lo tanto, el estanque de agua, abren las compuertas que acabo de mencionar, situándose dos ó tres hombres en el punto ó puntos de explotacion, armados de herramientas análogas á las que indiqué más arriba, aunque ménos afiladas y de una forma parecida á la de remos muy cortos. Con ellas ayudan la accion corrosiva y diluyente del agua que se precipita con impetuosidad sobre el sitio en que están colocados, de suerte que con gran facilidad se abre una especie de trinchera que va profundizándose hasta llegar al terreno estéril sobre que está depositado el aluvion.

Mientras tanto, á medida que éste va desprendiéndose en trozos ó terrones, los operarios los deshacen removiendo los lodos producidos y echándolos continuamente hácia la parte superior de su trabajadero, para que se depositen en ellas las arenas ricas y sean arrastradas por la corriente las arcillosas y estériles.

De esta manera, el frente ó testero del trabajadero llega á tener una altura igual al espesor de los aluviones, avanzando la excavacion en el sentido horizontal por el camino que le traza el canal de comunicacion con el estanque, al cual se va acercando paulatinamente. Para que esta aproximacion sea más lenta y permita explotar el placer en todas direcciones, abren á derecha é izquierda de este canal de comunicacion unas cuantas sangrias que, conduciendo el agua á las partes laterales de la trinchera ó trabajadero, constituyen otros tantos trabajaderos laterales que, por su avance, semejante al principal, dan al conjunto una forma más ó ménos redondeada ó circular.

Los grandes cantos rodados, empotrados en la parte inferior del aluvion los separan con la mano, construyendo con ellos las paredes laterales de los conductos por donde se escapa el agua del trabajadero, despues de haber hecho su efecto.

La excavacion que resulta, lo mismo cuando tiene un solo trabajadero que cuando hay varios, es lo que en el país se designa con el

nombre de *Banlásan*. Esta parte del trabajo tiene cierta semejanza con el que ejecutan los lavadores de *gandingas* de las provincias del Mediodía de la Península, en los cajones de madera llamados *rollos* ó *arrollos*. Sin embargo, el de los *Banlásan* es todavía ménos detenido y esmerado que el de los *rollos*, puesto que operan con mayor cantidad de agua y de tierra, siendo ademias la corriente más impetuosa.

Continuando el trabajo en esta forma, llega un momento en que la parte superior de cada trabajadero del *Banlásan* está suficientemente lleno de las arenas ricas que allí se depositan, y entónces, una ó dos veces por semana, segun la riqueza de los placeres, cierran las compuertas del estanque, interrumpen la corriente del agua, y poniendo en seco cada trabajadero, sacan esas arenas, llevándolas á las inmediaciones del depósito de agua. Allí, sirviéndose del *bilingan* en la misma forma que indiqué en los lavados del lecho del rio, depuran y separan las arenas cuarzosas, zirconianas, etc., del polvo de oro, el cual recogen ya completamente limpio y lo reparten en las proporciones indicadas más arriba.

En resumen, presenta este procedimiento cuatro fases de distinta naturaleza y objeto: 1.^a *Investigacion* del criadero por medio de *tujubs*, no siempre indispensables, como, por ejemplo, cuando por indicios ó noticias conocidas saben de antemano que el aluvion es rico en el paraje que tratan de explotar. 2.^a *Preparacion* del laboreo por la construccion del canal, estanque y todos los demas rústicos accesorios. 3.^a *Concentracion* de las tierras aluviales ó verdadero disfrute del criadero, por medio del trabajo en el *Banlásan*. Y 4.^a *Depuracion* de las arenas obtenidas por medio de los lavados á mano con el *bilingan*, obteniendo por fin el oro completamente limpio.

Cada una de estas fases representa una suma de trabajo diferente; la primera, como acabo de indicar, no es siempre indispensable; la segunda es de todas ellas la más penosa indudablemente; la tercera casi puede decirse que por sí sola se efectúa, con escasa ayuda del explotador, y la cuarta, aunque bastante prolija, se ejecuta sobre masas relativamente pequeñas, y no constituyen más que una fraccion mínima del total trabajo. Así, pues, el conjunto del procedimiento no es muy penoso y se adapta bien á la indole poco activa del indígena, que de otra manera no tendria la suficiente fuerza de voluntad para ejecutar un trabajo corporal sostenido. Es necesario tambien tener presente que la interrupcion periódica anual con que se

hace esta explotación es otra circunstancia de inapreciable valor para el indio.

Independientemente de esto, el método presenta la ventaja práctica de la rapidez con que se desmontan y concentran grandes cantidades de aluvion; rapidez que, estando en razón del agua de que puede disponerse, se comprende que sea muy considerable, como considerables son las masas de agua de lluvia que caen en estos países tropicales en la estación correspondiente.

Las pérdidas que se originan, son en verdad de bastante consideración, tanto en la concentración del *Banlâsan* como en la depuración del *biligan*: en aquella, á causa de la impetuosidad de la corriente, escaso trabajo que efectúa el operario, y mala disposición del canal de salida del agua, en el que no tienen tiempo de depositarse todas las sustancias pesadas y ricas, que van, por lo tanto, arrastradas por la corriente, á perderse en el cauce del río más próximo; en la segunda, es decir, en la depuración, porque está probado que los lavados que se prolongan excesivamente, aun manipulando sobre materias de tanto peso como el oro, produce pérdidas ocasionadas por la igualdad relativa que adquieren la fina partícula de oro y la más gruesa de hierro magnético, por ejemplo, en comparación con la pajuela de aquel metal de mayor tamaño y peso más considerable.

Resulta, pues, que el método empleado por los naturales de la isla de Mindanao, aunque produce estas notables pérdidas, se adapta perfectamente á su índole especial, á las condiciones climatológicas del país y á los escasos recursos que en él pueden obtenerse para explotaciones de esta naturaleza; avanzando rápidamente el trabajo, una vez comenzado, y produciendo en definitiva buen resultado con poco esfuerzo, no mucha inteligencia y casi ningún capital.

Más adelante insistiré en ciertos detalles de este procedimiento, indicando las modificaciones que, en mi concepto, debe sufrir para tener una explotación regular y ordenada de los placeres de aquellas comarcas.

DESCRIPCIÓN DE CADA UNO DE LOS PLACERES

MÁS IMPORTANTES.

1.º CUENCA DEL RÍO IPONAN.

Indicados ya los caracteres generales de los aluviones y el método usado en el país para explotarlos, daré á conocer ahora las circuns-

tancias especiales que caracterizan cada uno de los placeres más importantes de las cuencas de los ríos Iponan, Cagayan, Bigaan y Cutman.

Debo ántes decir cuatro palabras acerca de los planos y bosquejos que acompañan á esta Memoria. Además del bosquejo general de la comarca aurífera del distrito (Lám. F), se incluyen también para facilitar la descripción de los parajes más importantes, los planitos particulares de Pigtao y Dominolog (Láms. B y C), el bosquejo de la parte del curso de los ríos Bigaan y Cutman, que contiene los placeres (Lám. D), y el del cerro de Pigholugan (Lám. E), en que yacen los únicos criaderos en roca conocidos en el distrito; pues si bien el bosquejo general ha sido ejecutado sobre una ampliación del plano de la isla de Mindanao del Sr. Coello, añadiendo los cursos de los ríos Iponan, Bigaan y Cutman, y modificando algunos detalles equivocados en aquel, los planitos de Dominolog y Pigtao se hicieron con los datos tomados con la brújula de mano; procedimiento, que si no es muy exacto, es en cambio el más expedito, ligero y adecuado al caso; y, por último, los bosquejos de Cutman, Bigaan y Pigholugan han sido ejecutados con la observación de las direcciones más principales, calculando las distancias por el tiempo que se empleaba en recorrerlas.

Aunque la índole de mi cometido no requería la ejecución de esta clase de trabajos, los creí de cierta utilidad, por ligeros que fuesen, mucho más al comprobar los errores que contenía el de la isla que acabo de indicar, único que existe, y, por lo tanto, único también de que podía disponer.

Placer de Pasayánan.—Subiendo desde San Simón río arriba, el primero que se encuentra es el que está situado en el valle de Pasayánan, de pequeña extensión y poquisima importancia. Sumamente llano á su entrada, se va elevando hácia el S. para bifurcarse en dos arroyos, próximamente á kilómetro y medio de su desembocadura. Cerca de esta bifurcación, en su ladera izquierda, se elevan unos cerros hasta el nivel general por aquella parte del terreno que los forma, y á media ladera de ellos, próximos al nivel del valle, están situados algunos restos de explotaciones, no muy modernos ni importantes, en el placer de este paraje. El aluvion sobre que están colocados es de escasa potencia, de 1 á 1,50 metros, sumamente arcilloso, con cantos de escaso volumen y ninguno de ellos es de hierro oligisto ó magnético, que en otros placeres se encuentran como indicio de riqueza.

Placer de Batinay.—Siguiendo río arriba se encuentra luego el valle de Batinay, de mayor extensión que el anterior, pero con escasos restos de trabajos. Su aluvión es también muy arcilloso, pero con más cantos y más característicos que el de Pasayánan, estando colocado el placer en la parte superior del fondo del valle, antes de llegar al nivel del camino de Iponan y Tagsulip.

Placer de Dominolog.—Viene después, también río arriba, el placer bastante importante de Dominolog ó Pinatagan, que bajo estos dos nombres se le conoce, tomados de un arroyo y de un riachuelo próximos, según puede verse en el adjunto plano. (Lám. C.)

Dando en este paraje una gran vuelta el río Iponan, resulta una especie de península, en la cual está precisamente colocado el placer. En gran número de puntos de este, existen pocitos ó *tujubs*, algunos completamente derruidos, y un gran *Banlásan* reciente, con su estanque, canales y acueducto para salvar una depresión del terreno.

A cierta distancia del *Banlásan* acababa de abrirse un verdadero pozo de mina distinto de los *tujubs* del país, de sección rectangular y perfectamente entibado, con tablones y clavijas de madera de suficiente resistencia para detener los desprendimientos del aluvión aquí sumamente arcilloso. Tenía 7,50 metros de profundidad y 0,25 á 0,50 de caldera para recoger el agua que era sumamente abundante. Al N.E. de esta caldera se empezaba á abrir una pequeña galería, colocada dentro del *dugcálon* ó parte rica, constituyendo una especie de labor de disfrute. En la boca del pozo estaban instalados un tornito con su maroma de abacá, *tanayas* ó cestos para la extracción y cubos de hoja de lata para el desagüe. Los productos de éste corrían por un canal de madera á un depósito ó estanque, donde estaba montado un aparato pequeño de lavar.

Consistía éste en un plano inclinado de lona, montado en una caja de madera de 1 metro de largo por 0,50 de ancho, en cuya parte superior, hacia la cabeza del plano inclinada, estaba sujeta una criba de hoja de lata agujereada, y en cuya parte inferior dos arcos de círculo transversales permitían dar al aparato un movimiento de vaivén.

Me he detenido en estos detalles porque no dejaron de llamarme la atención, ejecutados como estaban por un indio que, según me aseguraron, había viajado fuera de su país. Sin embargo, su industrioso trabajo parece que no le daba el resultado beneficioso que se había prometido.

Este pozo me permitió estudiar el aluvión, que aquí era completo en todas sus zonas, con las distintas circunstancias que presentaba. El corte del placer en este punto, era:

- 1.º 0,25 tierra vegetal.
- 2.º 0,50 *payason* ó arcilla parda.
- 3.º 4,00 *acaron* ó arcilla roja, pegajosa, con cantos.
- 4.º 2,50 *dugcálon* ó aluvión rico.

En el *Banlásan* reciente, situado á unos 200^m al S. del pozo, el aluvión presentaba también el siguiente corte:

- 1.º 0,20 tierra vegetal.
- 2.º 0,50 *payason* ó arcilla parda.
- 3.º 3,00 *acaron* ó arcilla roja.
- 4.º 3,00 *dugcálon* ó aluvión rico.

En estos 3 metros de *dugcálon* abundaban grandes cantos como de medio metro cúbico de volumen, y hacia la parte inferior multitud de trozos redondeados de *tonasi* ó hierro magnético y oligisto. Tenía, pues, el aluvión en este paraje todos los caracteres de riqueza con que en el país distinguen las *topadas*.

En el pozo, el *dugcálon* no tenía ya ni tan grandes cantos ni tan considerable cantidad de óxido de hierro, y la arcilla era mucho más blanquecina y pegajosa. El paraje en que había sido abierto debía ser, pues, menos rico que el del *banlásan*, á pesar de que la distancia que los separaba no era, como acabo de decir, muy grande.

Placer de Bantohon y Pigsagan.—Continuando la marcha ascendente por la cuenca del río, se encuentran, después de dejar á Dominolog, los valles de Babantohon y Pigsagan, cuyos placeres nada de particular presentan, siendo sus circunstancias muy semejantes á las de aquel. Contienen numerosos restos de *tujubs* y *banlásan*, los cuales parece ser que produjeron bastante oro cuando se hacía su explotación.

Placer de Pigtao.—El paraje donde hasta hace poco tiempo existía el pueblo de Pigtao, que había llegado, gracias á la industria del oro, á un estado relativamente floreciente y próspero, forma también una especie de península rodeada por el río Iponan y por el Pigtao, y elevada sobre aquel como unos 20 á 25 metros. Casi toda esta península está constituida por el aluvión aurífero, que no ha sido muy explotado á causa de la situación del pueblo y de lo esparcido de su caserío. Hay, sin embargo, algunos *Banlásan* antiguos, próximos al río Iponan, y otros más modernos en el camino del pueblo hacia el río Pigtao. (Lám. B.)

El aluvion de este placer es mucho más rojizo que todos los anteriores, y no llega á adquirir el máximo de potencia que suelen alcanzar otros placeres. En la zanja ejecutada para sacar las muestras de que hablaré luego, que es uno de los puntos en que menos desgastado está el aluvion, presentaba el siguiente corte:

- 1.° 0,^m20 tierra vegetal.
- 2.° 0,^m50 *pasayon* ó arcilla rojo-parduzca.
- 3.° 0,^m70 *acaron* ó arcilla muy roja con cantos.
- 4.° 0,^m80 *dugcalon* ó arcillas arenosas ricas en oro.

Otro semejante presentaba el *banlâsan* comenzado en el camino del pueblo al rio Pigtao.

En otro *banlâsan*, situado á media ladera, en el camino de la iglesia al Iponan, y muy próximo al cauce de éste, el aluvion presenta el siguiente corte:

- 1.° 0,^m25 tierra vegetal.
- 2.° 0,^m80 *acaron* ó arcilla roja muy pegajosa.
- 3.° 0,^m50 *dugcalon* ó aluvion rico.

De este *banlâsan* se extrajeron y se lavaron tierras con el *bilingan* por vía de ensayo práctico.

Placeres de Dumalogdog, Camingauan y otros.—En la ladera opuesta, y frente al mismo Pigtao, están situados el valle de Dumalogdog, con varias explotaciones en sus márgenes y laderas; los parajes ricos en oro de Camingauan y Saganahay, nombres tomados de dos arroyos de escasa importancia.

El que por los numerosos restos de explotación que en él se hallan ha debido ser más rico, y por consiguiente más trabajado con utilidad, es el de *Camingauan*, á pesar del escaso relieve que relativamente tiene su topografía, la cual forma una meseta que se eleva unos 20 metros sobre el rio Iponan; y esto debió hacer muy difícil la conducción del agua necesaria para los diversos trabajaderos. Estos debieron de abandonarse tres ó cuatro años ántes de mi visita, indicándolo así su estado completamente derruido y desordenado, hallándose en este paraje casi borrados la mayor parte de los caracteres que presentan los más recientes trabajos.

En la calicata abierta para tomar muestras y colada, próxima al cauce del Iponan, en un paraje de antiguas explotaciones, el aluvion presentaba el siguiente corte:

- 1.° 0,^m50 tierra vegetal.
- 2.° 0,^m80 *acaron* ó arcilla roja.

3.° 1,^m20 *dugcalon* ó aluvion rico.

Por lo demas, los caracteres visibles de estos aluviones son completamente iguales á los de Pigtao, como podia preverse dada su proximidad.

Otro tanto sucede á los restantes de Cayamangon, etc., que pueden recorrerse hasta llegar al territorio ocupado ya por los moros; de suerte que para evitar repeticiones no los describiré.

2.° CUENCA DEL RIO CAGAYAN.

Caractères del rio.—Este rio, aunque uno de los más importantes del distrito, geográficamente considerado, no lo es tanto desde el punto de vista aurífero, al ménos en la parte que de él puede recorrerse sin peligro de tropezar con las tribus hostiles del interior. Esta parte es poco considerable, pues no llega á 5 leguas, á pesar de que en dicho trayecto, y probablemente más al interior, todavia su cuenca es llana y despejada, y por consiguiente de fácil acceso. El caudal de sus aguas es bastante considerable, sobre todo cuando se aproxima ya á la capital del distrito, que está á una legua próximamente de su desembocadura.

En la parte superior á Cagayan, el rio se ha abierto un cauce próximamente á unos 40 ó 50 metros por bajo de la llanura general que forma la cuenca superior del rio, ademas del valle reciente, que puede llamarse su cuenca inferior, la cual comienza en Cagayan y se extiende hasta el mar.

El lecho de este rio es más arcilloso y ménos pedregoso que el del Iponan; y aunque en ciertos sitios, excepcionalmente favorables, puede obtenerse alguna cantidad de oro muy fino, lavando las gravas fangosas que constituyen el lecho, es en tan escasa cantidad que no remunera el trabajo de los lavadores, por lo cual no hay ninguno que se dedique á esta clase de trabajo.

Situacion de los placeres.—Los dos únicos placeres que se conocen hoy en la cuenca de este rio están situados en las cercanías del pueblo de monteses, llamado Munigue, que dista unos 20 kilómetros al S.S.O. de Cagayan. (Lám. F.) El primero de ellos se extiende en una faja paralela y próxima al rio Bitog, tributario del Cagayan; y el segundo está colocado entre ambos rios, en el paraje llamado Cálás.

Placer de Bitog.—El placer de Bitog no suele alcanzar, en ninguno de los puntos en que he podido examinarlo, más de unos 4 metros

de espesor, sin duda por efecto de denudaciones que sufriera anteriormente, porque no se ven en el aluvion todas las zonas de que suele estar compuesto, y sí sólo parte del *acaron* en algunos casos y el *dugcálon* completo y con más ó ménos espesor.

En uno de los *banlásan* que allí existen, el más reciente de todos, colocado muy próximo al río, y cuyo testero se limpió para sacar muestras, presentaba el aluvion el siguiente corte:

- 1.° 0,50 tierra vegetal.
- 2.° 1,00 *acaron* ó arcilla roja.
- 3.° 2,00 *dugcálon* ó parte rica.

Los cantos en este placer son ménos redondeados, pero sumamente descompuestos; los de cuarzo y rocas eruptivas porfiroides, tan abundantes en los placeres del Iponan, son aquí escasísimos, presentándose en cambio, como elemento nuevo y dominante, algunos cantos, del tamaño de la cabeza, no muy redondeados, de feldespatos orthosa, que en ciertos puntos está tan sumamente descompuesto, que más bien parece constituir dentro del aluvion núcleos de kaolin muy blanco y puro. En la parte inferior de este aluvion también se presenta una cantidad muy considerable de hierro oligisto y magnético, en trozos casi angulosos; y el oro que entre ellos se encuentra, en pajitas y planchuelas, tiene un color más rojizo y parece más puro que el de la cuenca del río Iponan.

La ausencia casi completa de las rocas eruptivas, la presencia del feldespatos, que en los demás aluviones no se encuentra, y la mejor calidad de oro que aquí se obtiene, induce á creer que estos aluviones tienen un origen distinto que los de la cuenca del Iponan, es decir, que provienen de otra clase de criaderos en roca con gangas distintas y metal más fino.

Placer de Cálao.—En el placer de Cálao también se presentan los mismos caracteres, con la diferencia de ser en conjunto bastante más arcilloso el aluvion y también de más espesor.

El corte del *banlásan*, que se limpió para recoger muestras, presentaba las siguientes zonas:

- 1.° 0,20 tierra vegetal.
- 2.° 0,50 *payason* ó arcilla parduzca.
- 3.° 1,10 *acaron* ó arcilla roja con cantos.
- 4.° 2,40 *dugcálon* ó parte rica.

Otros aluviones.—En varios parajes de la cuenca del río Cagayan y valles afluentes más principales, existen aluviones de caracteres

muy semejantes á los descritos, sobre todo al de Cálao, como por ejemplo, el situado también cerca de Munigue, próximo á la desembocadura del Mangalay en el río Cagayan; pero lavadas sus tierras cuidadosamente con el *bilingan*, no dieron absolutamente ningun resultado en oro, por lo cual no existe en ellas ningun resto ni trazas de explotaciones antiguas.

5.° CUENCA DEL RÍO BIGAAN.

Situación del río y caracteres de su lecho.—Este río, de escaso caudal é importancia geográfica, corre de S. á N. como los anteriores, no muy lejos del Cagayan, desembocando en el mar junto al pueblo de Gusa. Nace en las estribaciones occidentales del monte Tampayong, en cuya falda está situado también el único placer conocido de la cuenca de este río. Su lecho es aurífero, pero sumamente pobre, por lo cual no hay nadie que se dedique al lavado de las gravas y arenas.

Situación de su placer.—Casi en el nacimiento del río hay en el monte Tampayong un arroyo de gran pendiente en su parte superior, pero que cerca de su desembocadura en el Bigaan se hace más suave, constituyendo un pequeño valle que termina en la margen derecha del río. Este valle, que se llama Kitondugan, lo mismo que el arroyo que por él corre, contiene el placer llamado de *Quiliut*, nombre de un pueblo de monteses que ya no existe, y cuyos restos están situados á un kilómetro al N. del valle. (Lám. D.)

Placer de Kitondugan.—En este placer existen bastantes *tujubs* ó pocitos de reconocimiento, y varios *banlásan* de más escasa importancia que los que existen en la cuenca del río Iponan y aún en la del Cagayan.

El más reciente de todos, que se limpió para sacar muestras, presentaba la siguiente composición:

- 1.° 0,50 tierra vegetal.
- 2.° 0,80 *acaron* ó arcilla roja muy pegajosa.
- 3.° 2,00 *dugcálon* ó parte rica.

Este aluvion apenas contiene cantos cuarzosos ni eruptivos, viéndose tan sólo algunos pizarrosos, de pequeño volumen, muy descompuestos, que casi se deshacen entre los dedos, y que por esta circunstancia más parecen trozos de arcilla ferruginosa ú ocreos endurecidos. Tampoco se presentan cantos de *tonasi* ó hierro oligisto y magnético,

y el oro que se obtiene por el lavado es sumamente fino y poco abundante.

Trabajos en el arroyo.—En la parte superior del valle, ya en el verdadero arroyo ó torrentera de Kitondugan, tambien se encuentran los restos de un *banlâsan* abierto sobre un aluvion de formacion reciente, con caracteres completamente distintos de los estudiados como auríferos. No me causa, pues, extrañeza el resultado negativo de los trabajos de algunos indios de Gusa en este *banlâsan*; pero con una constancia digna de mejor suerte, viendo el mal éxito obtenido en la superficie, se dedicaron á buscar más profundamente el oro, abriendo un pozo no léjos del citado *banlâsan* en el mismo cauce del arroyo, cuyo curso tuvieron que desviar por medio de algunas obras toscas de piedra y tierra.

Habían dado al pozo en su principio una seccion pentagonal, colocando uno de los vértices hácia la parte superior de la pendiente; mas á los pocos metros la seccion pasó á ser rectangular, de 2,^m70 de largo por 1,^m20 de ancho, dividida en dos compartimientos, uno de los cuales dejaban siempre más profundo, para servir de caldera al agua que producía la excavacion. Ambos estaban bastante bien entibados y encostillados, provisto uno de ellos de una escala de caña semejante á las que usan en las minas. En la boca tenían montado un largo torno con dos ruedas de bejuco en los extremos, en vez de manubrios, y se servían para la extraccion de los cestos del país llamados *tanayac*, y para el desagüe de una especie de cubos muy curiosos, formados por veinte ó treinta trozos de caña gruesa (*bombones*), unidos entre sí con ataduras de bejuco. El pozo, excavado sin auxilio de la pólvora en la pizarra arcillosa y esteatítica muy antigua, tenía unos 15 metros de profundidad, para los que llevaban empleados ocho meses de trabajo. En esta profundidad no había indicio alguno de veta, ni metalizada ni estéril, por más que, segun luego pude observar, este monte forma la prolongacion al S. de los de Pigholugan, donde existen las únicas vetas de cuarzo aurífero conocidas en el distrito.

Esta última circunstancia, sin embargo, no la tenían en cuenta ni la conocían los que estaban perforando el pozo.

4.º CUENCA DEL RIO CUTMAN.

Situacion del rio.—En la falda oriental del mismo monte Tampa-

yong nace el rio Cutman, que corre paralelamente al Bigaan, hácia el N., hasta desembocar en la mar en el pueblo de Agusan. Es de mayor importancia que este último, por el caudal más considerable de aguas que lleva y por la extension de su cuenca; pero atendiendo á su riqueza aurífera no es grande la diferencia.

Situacion de los placeres.—Al O.N.O. del pueblo de monteses llamado Taguipitip corre el rio Bugsug, que es uno de los afluentes del Cutman, y en el valle que lo forma es donde existen los dos placeres de Cabalitian y Libangan, nombres tomados de los dos arroyos que los atraviesan. (Lám. D.)

Placer de Cabalitian.—El Cabalitian es un vallecito con restos de *banlâsan*, numerosos *tujubs* y verdaderos agujeros de rapiña, hechos sobre un aluvion muy arcilloso de 0,^m50 á 2^m de potencia, cuyos cantos de pizarra y cuarzo son muy angulosos, y cuyo oro no se presenta en granos redondeados sino en dendritas de ángulos bastante pronunciados tambien, indicando ambas circunstancias que la formacion de este placer es puramente local, y que no deben estar muy lejos las vetas ó filones de oro que han dado origen á su riqueza, bien escasa por cierto.

Examinando con atencion las laderas del Cabalitian, y sobre todo la divisoria de este y del Tiunsan, se observan en ellas pizarras de la série cristalina, atravesadas por vetillas irregulares de cuarzo que, aunque en los puntos en que tuve ocasion de examinarlas no presentaban indicio ninguno de contener sustancias metálicas, es muy posible que las hubiera en otros ocultos, y que de ellas provenga el oro que en el placer se encuentra. Viene tambien en apoyo de esta creencia, el presentarse al N., y no muy lejos, la formacion de Pigholugan, que tiene con esta grandes analogías.

Placer de Libangan.—El placer de Libangan, donde hay poquísimos indicios de explotacion, es aún de ménos importancia que el anterior, tanto en extension como en riqueza; y lo son ménos todavía otras formaciones aluviales del valle de Bugsug, que ni siquiera se explotan; tampoco se lavan las arenas de este rio ni las del Cutman.

RIQUEZA DE LOS PLACERES.

Descritas ya todas las formaciones aluviales de carácter aurífero conocidas en el distrito, ocurre naturalmente preguntar cuál es la riqueza verdadera de cada uno de ellos, para poder deducir de este da-

to, con entera seguridad, el interés que debe inspirar esta clase de criaderos y las operaciones industriales que habría que ejecutar para su explotación bien entendida.

La resolución del problema que envuelve esta pregunta es sumamente delicada y difícil, tanto porque en esta clase de criaderos sólo puede deducirse la riqueza de aquellos puntos en que el arranque y ensayo de muestras la hubiese demostrado, como porque en comarcas como las citadas, y tratándose de explotadores de circunstancias tan especiales, es imposible averiguar ni el trabajo desarrollado ni el verdadero resultado obtenido.

Sin embargo, como los ensayos, ya sean prácticos en la misma localidad, ya docimásticos ó de análisis en el laboratorio, proporcionan siempre algunos datos útiles y suministran noticias para graduar la riqueza de estos aluviones, recogí con ciertas precauciones muestras para los ensayos de laboratorio y ejecuté también en las mismas localidades algunos ligeros ensayos prácticos con el *bilingan*.

Los de esta clase sólo se hicieron en aquellos parajes en que la proximidad de alguna corriente de agua facilitaba su ejecución, sin multiplicarlos tampoco demasiado, tanto porque el tiempo invertido en ellos era considerable, aunque se operase con cantidades pequeñas de aluvion, como porque no haciendo estos ensayos en gran escala, sus indicaciones no podrían ser tan exactas como las de laboratorio, teniendo en cuenta las pérdidas que originan los lavados llevados al último extremo.

Por rico que sea un aluvion, como el oro está diseminado en él en pequenísimas cantidades, las muestras tomadas para el ensayo de laboratorio no podían ser en tan pequeña cantidad como cuando se trata de las de otro metal cualquiera, ni tampoco en volumen tan considerable que hiciera difícil y costoso el transporte. Por lo tanto, se necesitaba arbitrar un medio de elegir muestras en cantidad relativamente grande, que representasen bien la riqueza del punto elegido, reduciendo al mismo tiempo su volumen sin disminuir ni perjudicar en nada su riqueza. Creí lo más conveniente á este efecto someter una cantidad conocida de tierras á un desenlodamiento y concentracion cuidadosa, en que no se perdiera ni una partícula de oro, obteniendo como resultado arenas de mayor riqueza que pudieran transportarse con más facilidad para practicar con ellas los ensayos docimásticos.

Con objeto de someter siempre á la concentracion un volumen

perfectamente conocido de tierra, era necesario ante todo hallar una *relacion* de medida entre el aluvion *in situ* y el aluvion arrancado, porque de ella podría deducirse fácilmente, tanto la *relacion entre el volumen del aluvion in situ* y el de las arenas resultantes de la concentracion, como la de los pesos de las mismas materias, sabiendo ántes la densidad de los aluviones. Tomé, pues, el *tanayac* como unidad práctica del volumen, de que podía servirme en las operaciones de concentracion, averiguando ántes prácticamente en cada placer cuántas de estas unidades contenía una fraccion exacta de metro cúbico de aluvion *in situ*. En todos ellos el resultado fué el mismo, dando 128 cestos de tierra arrancada y suelta por metro cúbico de tierras de aluvion *in situ*.

Los puntos elegidos para tomar las muestras se han indicado casi todos en la relacion hecha de los principales placeres, mas á pesar de esto, creo deber señalar aquí ligeramente las razones que me movieron para escogerlos.

En Pigtao dije ya que existían dos ó tres *banlâsan* mal colocados con respecto á su explotación, por la proximidad y lo esparcido de su caserío; pero tal vez por esta misma forzada privacion los naturales suponían en ciertos parajes grandes riquezas, y entre ellos el más nombrado era el de los alrededores de la iglesia. Fundaban esta creencia en que, cuando se construyó, las tierras que se habían arrancado para elevar los pilares, sobre todo las del S., habían dado por el lavado una riqueza excepcionalmente grande. Me decidí entonces por este sitio, mandando abrir una calicata al pie mismo de los citados pilares, con lo cual podría estudiar al mismo tiempo la naturaleza del aluvion en un paraje virgen de excavaciones anteriores. En ella, no sólo recogí muestras del *dugálon* ó parte rica, sino del *acaron* ó parte más pobre, inmediatamente sobrepuesta, para averiguar la distribucion de riqueza en el sentido vertical y ver si en una explotación bien entendida podría aprovecharse también el *acaron* (1).

En Camiñangan había muchas restos de labores antiguas, pero estaban, como ya dije, derruidas completamente, y en ninguna se presentaba el aluvion al descubierto, por lo que habiendo de ejecutar necesariamente movimientos de tierras, preferí abrir una calicata nueva y próxima al río para facilitar el transporte á éste de las tierras

(1) Como sólo ejecuté limitados ensayos, hasta ahora no he podido averiguar esta circunstancia, muy importante.

que se concentrasen, y para poder observar tambien el espesor y circunstancias del aluvion en la proximidad del cauce del Iponan.

En Dominolog aproveché el pozo grande y *banlásan* reciente, teniendo, sin embargo, necesidad de desaguar aquel y trasportar las tierras de uno y otro punto á la orilla del Iponan, pues las aguas que salieron del pozo y se recogieron en su depósito, no fueron suficientes para este objeto, presentándose los aluviones, sobre todo los de este mismo pozo, sumamente arcillosos.

En Munigue, Kitondugan y Bugsug tambien recogí muestras de los puntos que ya indiqué al tratar de estos placeres.

Ademas de todas estas muestras, que sometí á la concentracion, recogí tambien otras de aluvion virgen, las cuales, para que representasen una riqueza análoga á las concentradas, iba tomando de cada cesto de los destinados para la concentracion, una pequeña cantidad de tierras que no disminuyera sensiblemente la medida del cesto.

Ensayos de laboratorio.—Tenía doce muestras de arenas desenterradas y otras doce de aluvion tal y como se presentaba en los placeres para someterlas al ensayo y análisis; pero cuando creía, á la vuelta de los trabajos de campo, poder disponer en la Inspeccion del laboratorio para hacer estas pruebas, me encontré con que todavía no estaba instalado, por causas que no son de este lugar.

Estos ensayos debian ser, sin embargo, la base principal del estudio que sólo habia comenzado en el campo, porque con ellos se pondria en cierto modo de manifiesto la riqueza é importancia de los depósitos de que procedian las muestras; así pues, tuve que recurrir al laboratorio de la Casa de Moneda, por más que las obras que se estaban ejecutando en el establecimiento y la indole especial de este laboratorio, no me permitian practicar con entera libertad y desahogo y con los recursos necesarios al objeto, todos mis trabajos (1). Me ví pues, en cierto modo, obligado á aligerar los ensayos todo lo posible, no ejecutando más que uno de las varias muestras de cada placer, sin repetirlos ni comprobarlos. No los presento, pues, con entera confianza, y sólo los consigno aquí á falta de otros más detenidos, sin perjuicio de ampliarlos y comprobarlos cuando la instalacion del laboratorio de la Inspeccion me lo permita (2).

(1) Debo consignar aquí la cortesía del Director y eficacia de los ensayadores para facilitarme los recursos de que podian disponer.

(2) El procedimiento seguido en estos ensayos fué el de amalgamacion,

RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.

PROCEDENCIA DE LOS ALUVIONES.	Gramos de oro por metro cúbico.	Ley. Quilates.	Milésimas.
Calicata de la iglesia de Pigtao (<i>dugealon</i>)	5,906	16	665
Calicata de Camiñaganan (id.).....	0,654	16 1/2	685
<i>Banlásan</i> en Dominolog (id.).....	3,304	15	625
Idem en Bitog.	5,536	18	757
Idem en Kitondugan.	0,765	13 1/2	564
Idem en Cabalitian.	0,142	14 1/2	600

RESULTADO DE LOS ENSAYOS PRÁCTICOS POR LAVADO.

El lavado ó ensayo práctico ejecutado en algunos puntos de estos mismos placeres sobre una fraccion de metro cúbico mucho menor, dieron tambien el resultado siguiente:

PROCEDENCIA DE LOS ALUVIONES.	Gramos de oro por metro cúbico.
De dos <i>banlásan</i> abandonados de Pigtao (término medio).....	3.520
De dos id. id. id. en Camiñaganan.	4.320
<i>Banlásan</i> en Bitog.	4.140
Idem en Calao.	4.130
Idem en Kitondugan.	0.620

De la observacion y comparacion de los anteriores resultados, puede deducirse: 1.º, que el *banlásan* de Bitog es comparable en riqueza porfirizando muy detenidamente las arenas y averiguando la ley del oro obtenido por el método de incuarcacion.

queza á la calicata de la iglesia de Pigtao, siendo el oro de mejor ley; 2.º, que el aluvion más pobre es el de Cabalitian (Bugsug), y el de ménos ley el de Kitondugan (Quiliut); 3.º, que el término medio de la riqueza de los aluviones de la cuenca del rio Iponan, resulta de 3.288 para el ensayo docimástico y de 3.556 para el de los lavados; 4.º, que este aparente contrasentido debe ser debido á que los *banlásan* tomados para las muestras de los lavados, eran indudablemente más ricos que la parte limitrofe al rio donde se abrió la calicata para tomar las muestras de laboratorio; 5.º, que en los demas puntos ya no se nota esta anomalía, aunque la diferencia parece que debia ser aún más considerable; 6.º, que en general resultan estos aluviones con una riqueza un poco menor, pero análoga á los de Rusia, y bastante inferior á los datos conocidos sobre la riqueza de los de California y Australia.

EXPLOTACION ORDENADA DE LOS PLACERES.

A pesar de la última circunstancia enunciada, estos placeres pueden, en mi concepto, explotarse con algun beneficio, siempre que los trabajos se dispongan con el orden, economía é inteligencia necesarios en toda explotacion minera; pero imprescindibles en las de esta indole, donde cualquier descuido puede hacer variar la produccion, y por lo tanto los beneficios.

Para lograr este resultado ventajoso, no sería necesario variar de una manera absoluta el método que hoy se sigue en el distrito, porque tiene sus ventajas y su filosofia especial, y sobre todo se amolda á los recursos y circunstancias del país en que se aplica.

Bastaría modificar el método de desenlodamiento y concentracion de los aluviones en los *banlásan*, evitando en lo posible las pérdidas que se experimentan y los periodos de intermitencia anual, que no pueden admitirse en una explotacion regular, así como suprimir en absoluto los lavados del *bilingan*, que es donde las pérdidas son más considerables y donde los lavadores pueden sustraer algunas cantidades del metal rico, sustituyendo aquellos lavados por operaciones químicas y mecánicas de poco costo y fácil ejecucion, y en las cuales intervenga más escaso é idóneo personal.

Así, en primer término, cuando los placeres estuviesen colocados en puntos donde hubiera corrientes de agua próximas y superiores, podrian aprovecharse éstas, siempre que fuera dable conducir las á

los puntos de trabajo por medio de obras ligeras y poco costosas; pero cuando esta circunstancia no se presentase, habria necesidad de elevar las del rio principal é inferior, hasta la altura del placer, que nunca sería mayor de unos 25 metros, por medios mecánicos apropiados á las circunstancias especiales de cada caso, aunque empleando siempre una instalacion ligera y provisional, puesto que á medida que los manchones aluviales fueran agotándose, habria que variar los puntos de arranque y explotacion. En segundo lugar, habria que disponer los *banlásan* de modo que la corriente de agua, una vez dentro de ellos, tuviera ménos pendiente, y hacer á la salida un pequeño depósito donde pudieran precipitarse las sustancias más pesadas, que todavía arrastrase el agua, las cuales vendrian á ser arenas de segunda, que podrian á su vez nuevamente lavarse en el mismo sitio, aprovechando la corriente que sale del *banlásan*, y constituyendo de esta manera otro *banlásan* tambien de análogo trabajo. Por último, las arenas ricas recogidas de ambos puntos, deberian trasportarse por medios adecuados á la oficina de beneficio, sometiéndolas allí á la amalgamacion en molinos, calderas ó toneles giratorios, para obtener de esta suerte y por destilacion el metal rico, cuya afinacion podria practicarse, si su ley y las circunstancias del mercado lo requieran.

El empleo del cloro, por muy ventajoso que haya resultado en otros países, es todavía muy poco práctico en la generalidad de los casos, puesto que necesita instalaciones y manipulaciones delicadas, y el empleo de sustancias, cuya adquisicion no sería ni fácil ni ventajosa en el distrito de Misamis.

En conclusion, la regularidad de las operaciones que acabo de indicar, su buena organizacion, el empleo en ellas de todos los recursos que pueden adquirirse en el país, y el poco coste relativo de sus escasas instalaciones, parece no dejar duda de que podrian explotarse con buen resultado, si no todos los aluviones del distrito, á lo ménos aquellos que por su extension y riqueza lo merecieran.

CRIADEROS EN ROCA.

Segun ya repetidas veces he indicado, los únicos que se conocen, y que en parte se han explotado en el distrito, se hallan en el cerro de Pigholugan y corresponden á la clase de los de contacto ó metamórficos.

Situación y circunstancias.—El cerro de Pigholugan está situado, según puede verse en el adjunto bosquejo (Lám. E.), en la margen derecha del río Cutman, entre los arroyos ó barrancos de Cabagcahan y Pigholugan, constituido por pizarras antiguas y metamorfoseadas, arcillo-silíceas y algo esteatíticas, dirigidas de N.N.E. á S.S.O., casi verticales y atravesadas por vetas irregulares de cuarzo aurífero, cuya dirección general es de E. á O., con varias inflexiones que dependen de su misma irregularidad; con buzamiento también sensiblemente vertical y con espesores que varían entre 0^m,04 á 0^m,20.

El cuarzo viene, en general, muy cristalizado, con numerosas geodas, en algunas de las cuales se encuentra el oro en filamentos y *dendritas*, presentándose también en manchas y planchitas entre los planos de cruce de la masa de cuarzo de las vetas. Además del oro se encuentran, aunque muy escasamente, entre el cuarzo, planchuelas de piritas arsenicales, que es muy probable sea también aurífera, como lo son casi todas las piritas del Archipiélago.

Restos de explotaciones.—Las labores que se han hecho sobre estas vetas se reducen á pozos abiertos sobre las mismas, colocados unos á continuación de otros, constituyendo por su conjunto zanjas que señalan la dirección de las vetas que se han trabajado. Estas labores no han llegado á gran profundidad, pues ningún pozo pasa de 20 metros, á cuyo nivel los obstáculos con que tropezaron los explotadores debieron ser superiores á sus fuerzas y á los medios de que podían valerse. En alguno de los pozos más modernos se comenzaron galerías siguiendo la dirección de las vetas, que bien pronto fueron también abandonadas, porque se excavaban, así como los pozos y zanjas, por medio de barras, cuñas y picos, sin el auxilio de la pólvora.

Todas estas labores las encontré completamente derruidas é inaccesibles, revelando por su aspecto que habían sido abandonadas hacia ya algunos años, y siéndome, por lo tanto, muy difícil penetrar en algunas para estudiar las circunstancias más principales de los criaderos.

Los resultados que debieron obtenerse con estas antiguas explotaciones, parece que no fueron ventajosos, sobre todo cuando el trabajo avanzaba sin encontrar geodas ricas que por su aspecto animasen á los mineros. Sin embargo, este mal éxito no puede atribuirse á pobreza de las vetas, pues los medios primitivos de que se valían para efectuar el laboreo, el desorden de los trabajos, la ausencia de organización, y los medios costosos é imperfectos que empleaban para

la preparación mecánica y beneficio de las arenas, eran motivos más que suficientes para ello, aún en criaderos de mayor y más probada riqueza.

En esta clase de yacimientos se necesita, más aún que en los aluviones, inteligencia y una organización adecuada, sin la cual jamás podrá conseguirse otra cosa que hacer dudar de la importancia de los criaderos y desacreditar la industria minera, que no puede decirse haya existido allí.

La situación del cerro, rodeado por barrancos profundos en los que ventajosamente podría colocarse la boca de un socavón de reconocimiento, y la existencia y proximidad en la misma base del cerro del río Cutman, con suficiente caudal de agua que podría utilizarse, tanto para servir de fuerza motriz como para los lavados necesarios, hace que las circunstancias de estos criaderos sean bastante ventajosas y merezcan por lo tanto una investigación formal de su riqueza, emprendida con la inteligencia y tacto necesarios; pues no debe olvidarse que de los criaderos auríferos en roca, las vetas de contacto suelen proporcionar más ventajosa explotación que los filones caracterizados.

De todo lo dicho puede deducirse:

1.º Que en el distrito de Misamis existen criaderos auríferos de dos clases: *Placeres* en las cuencas hidro-geológicas de los ríos Bucalalan, Iponan, Cagayan, Bigaan y Bugsug, y vetas en el cerro de Pigholugan.

2.º Que de estos yacimientos, los placeres son hoy los únicos, y han sido siempre los principales productores de oro en el distrito.

3.º Que los placeres más importantes por su extensión y riqueza media son los de la cuenca del río Iponan, y por la riqueza y calidad del oro los de la cuenca del río Cagayan.

4.º Que las vetas de Pigholugan tienen una riqueza todavía desconocida, á pesar de haber sido trabajadas en cierta zona superficial.

5.º Que los placeres del Iponan y los del Cagayan son explotables con utilidad, siempre que los trabajos se conduzcan con la inteligencia necesaria.

6.º Que para ello debe modificarse parcialmente el procedimiento usado en el país, y sustituir en absoluto el *bilingan* con una amalgamación bien entendida.

7.º Que las vetas de Pigholugan son dignas por su situacion y circunstancias de una investigacion inteligente, que puede hacerse sin grandes gastos.

MANILA 16 de Setiembre de 1877.)

El Ingeniero Jefe de segunda clase.

ENRIQUE ABELLA Y CASARIEGO.

ITINERARIOS GEOLÓGICOS.

OBSERVACIONES TOMADAS AL PASO EN LOS VIAJES HECHOS

A LAS COMARCAS AURÍFERAS DE MISAMÍS.

(ISLAS FILIPINAS.)

Las escasas observaciones que tuve ocasion de hacer en los viajes á las comarcas auríferas del distrito de Misamis, no pueden verdaderamente constituir, segun dije en la Memoria sobre los criaderos auríferos, una descripcion geológica de la comarca que aquellos abrazaron, porque para esto hubiera sido preciso ampliar mis investigaciones en el campo, extendiéndolas en otros sentidos; y no me creia autorizado para hacerlo, dado el objeto especial de la comision que se me habia confiado. Escasas, aisladas y de poco valor como son, las expongo, sin embargo, en el mismo orden en que las he recogido, casi como las encuentro en mi cartera de campo, con algunas apreciaciones que despues me ha sugerido la determinacion petrológica y paleontológica de las muestras recogidas, sin pretension alguna, sin atribuirles una importancia que no pueden tener, y sólo para que personas más ilustradas y competentes en la materia las amplien y rectifiquen en lo sucesivo.

DE CAGAYAN Á PIGTAO,

PASANDO POR IPONAN, SAN SIMON Y TAGSULIP.

La cabecera ó capital del distrito está situada en la margen derecha del rio de su nombre, sobre el valle que, abriéndose un poco más al S., se extiende hasta el mar para reunirse al E. y O. con la terminacion de los correspondientes á los rios Bigaan, Cutman, Iponan y Bucalalan, y formar el litoral del S. de la bahía ó seno de Marajalar.

Este valle está constituido por lechos delgados, sensiblemente horizontales, de arenas y arcillas calíferas, que á medida que se avanza

hacia el mar van adelgazando, y al mismo tiempo sustituyéndose por las calizas madreporicas tan abundantes en aquellas costas. Estas madreporas están cubiertas en ciertos puntos con arenas y restos de moluscos, formando playas muy pendientes en general por esta parte, y en otras con un légamo arcilloso y también calizo que se deposita en los terrenos bajos de las marismas y manglares que el mar cubre en sus altas mareas.

El río junto á Cagayan tendrá unos 100 metros de ancho y es necesario atravesarlo en barca, porque es de bastante fondo, para tomar en la opuesta orilla la calzada de Iponan, que sólo está terminada dentro del valle de Cagayan. Al abandonarla se empiezan á subir unas lomas de suave pendiente, que se elevan como 15 metros sobre el valle, y forman por esta parte la divisoria entre los ríos Cagayan é Iponan.

Dichas lomas, de composición margosa y de color amarillento, se distinguen del terreno del valle atravesado, no sólo por su distinta composición petrológica y facies especial, sino también por su aspecto monótono y árido, desprovisto del arbolado y de los terrenos de labor que se ven en el valle de Cagayan que acaba de atravesarse.

Al trasponerlas se baja al valle opuesto del río Iponan, cuyo cauce, de poco fondo, se vadea para llegar al pueblo del mismo nombre, situado en la margen izquierda á algunos minutos de su desembocadura en el mar.

Ya describi, en la Memoria sobre los criaderos de este distrito, el cauce y el lecho aurífero del río: en cuanto al valle que forma, presenta, en su desembocadura sobre todo, análogas circunstancias y composición semejante al de Cagayan.

El camino á Tagsulip tuerce al S. dentro de este valle, paralelamente al río, hasta llegar á San Simon, que es donde precisamente empieza á estrechar, abandonándolo después para subir los cerros que al O. lo limitan.

En la subida se encuentra primero una caliza de estructura algo cavernosa, con circunstancias de yacimiento que no pueden aquí apreciarse, porque sólo asoma en algunos puntos, muy cubierta de numerosos cantos sueltos desprendidos de un banco ó capa de conglomerado que más arriba se encuentra. Este conglomerado es de cemento esencialmente calizo, aunque algo arcilloso también, de color gris, con cantos oscuros muy redondeados y de diversos tamaños, de rocas serpentinosas, pizarras arcillosas antiguas y rocas traquíticas de

diversos tipos. Puede, pues, designarse este conglomerado con el nombre de *gonfolita* (*nagelstuhe*) verdaderamente característica. En esta subida es también imposible apreciar con mediana exactitud sus circunstancias de yacimiento.

Sobre el conglomerado, y ya en la parte superior de dicha subida, se encuentra un depósito de margas arcillosas amarillentas, poco consistentes, semejantes en un todo á las que constituyen las lomas de la divisoria entre el Cagayan y el Iponan.

El camino sigue después al S.S.O., á través de cerros de una monotonía y aridez impropios de países de tan variada vegetación tropical: monotonía que sólo interrumpen á derecha é izquierda los arroyos y depresiones que se señalan por líneas sinuosas de arboleda, que parecen dibujar la topografía del país.

Estas líneas de agua, que no siempre las contienen, se dirigen al Iponan las de la izquierda y al Bucalalan las de la derecha; de suerte que el camino marcha próximamente por la divisoria de ambos ríos, subiendo y bajando una serie de lomas, cuyo conjunto da un carácter especial á la configuración de esta comarca.

En algunas de las bajadas se descubre á veces un conglomerado semejante al que se presenta en la subida de San Simon; pero en corta extensión y tan confusamente, que no permite apreciar ni la dirección ni la inclinación,

En el punto del camino llamado Mamilog, como á unos 3 kilómetros antes de llegar á Tagsulip, encontré un pequeño afloramiento de asbesto, que me llamó la atención por presentarse intercalado en este terreno que, por sus caracteres hasta ahora conocidos, no podía considerarse muy antiguo, como suelen serlo los que presentan aquel mineral. No pude, pues, dejar de detenerme un instante para averiguar las relaciones de este asbesto y el terreno que lo contenía; con cuyo objeto hice abrir en el mismo afloramiento una pequeña cata, que dejó ver dicho asbesto formando un núcleo completamente aislado entre las margas que lo envolvían, como si al depositarse éstas hubiese sido arrastrado á aquel lugar y envuelto por sus sedimentos. Sin embargo, el arrastre no debió ser de gran distancia, á juzgar por la forma del trozo de asbesto y lo bien conservado de la estructura fibrosa, siendo muy extraño que estos sedimentos margosos no contuviesen otra clase de materiales de transporte, aunque fueran más pequeños, ya que no tuvieran un volumen semejante. Después de esta particularidad, ninguna otra circunstancia digna de llamar

la atención presenta el camino hasta llegar á Tagsulip. (Nuevo Pigtao.)

Está situado este pueblo en una llanura compuesta de las mismas margas amarillentas, limitada al N. y al S. respectivamente por algunos cerros cuya composición y circunstancias me propuse examinar con cierto detenimiento, aprovechando para esto la estancia que tenía que hacer en dicho pueblo.

Los cerros, que son esencialmente calizos, presentan esta roca con aspectos distintos que forman otras tantas variedades muy dignas de notarse, puesto que por ellas puede deducirse alguna circunstancia que revele la edad de esta formación.

En la cortadura del cerro situado al E.S.E. de la casa-tribunal del pueblo, se encuentra una caliza gris blanquecina, compuesta casi totalmente de restos fósiles; áspera al tacto, porque también contiene granos ó trocitos de pizarras de varias clases, con otros elementos duros, constituyendo, por lo tanto, una *gonfolita fosilifera* de elementos muy tenues, que pudiera clasificarse como un término medio entre esta roca y la llamada *maciño* ó, todavía mejor, arenisca terciaria denominada *molasa*.

Un poco más al E. dicha caliza se hace más blanca, toma una estructura más homogénea y presenta en varios puntos de su masa núcleos concrecionados, esféricos ó cilíndricos, claramente cristalinos, con tubuluras interiores que podrían atribuirse á animales análogos á las larvas (1), puesto que, indudablemente esta cristalización sólo puede atribuirse á una influencia orgánica, más fácil de comprobar que de explicar (2), atendiendo á que, en efecto, antes y después de estas concreciones cristalinas, en el contacto, dentro de ellas mismas, se presenta la caliza con fósiles y sin indicios de haber sufrido metamorfismo de ninguna especie.

Estas variedades de caliza cristalina, se presentan también en otros muchos puntos de los cerros que rodean al pueblo, y en algunos de ellos han quedado al descubierto, sobresaliendo de la superficie concreciones más cristalinas, que por esta circunstancia han resistido mejor los agentes erosivos y de descomposición atmosférica, afectando formas caprichosas, estalagmíticas, semejantes á tiestos ó macetas, en cuyo interior se ha reunido cierta cantidad de tierra vegetal, produciendo vegetaciones de diversas clases.

(1) Según el Sr. Burat.—Geol. Prac. 1870.

(2) Idem el Sr. Vizian.—Prod. de Geol. 1867.

Los fósiles contenidos en esta caliza se presentan muy deformados, confusos, incompletos y totalmente indeterminables, atendidos los escasos elementos que para este objeto cuenta la Inspección de Minas. Sin embargo, pude arrancar aislado y ménos deformado que los restantes medio individuo, que después de algunas dudas, nacidas de mi insuficiencia, de la falta de buenos tipos que consultar y de lo incompleto del mismo fósil, creí poder clasificar como perteneciente al género *turbinolia*. A pesar de esto, la sola determinación del género, si estuviera fuera de toda duda, bastaría para asignar á la formación que estoy describiendo la edad que le corresponde en la serie de los terrenos, colocándola en el terciario medio ó *mioceno*.

Los caracteres petrográficos que acabo de indicar y los que todavía he de señalar en las capas que corresponden á este mismo horizonte geológico; la facies general que éste presenta; su situación, su configuración y la mayor parte de todos sus detalles, parecen corroborar el anterior aserto acerca de la edad de esta formación, y una vez admitida, el no ménos importante, aunque haya sido ya comprobado en otros lugares, de la igualdad, ó mejor dicho, identidad completa que presentan los depósitos de este terreno con sus similares de otras latitudes más templadas.

Mientras otros datos y comprobaciones más detenidas no rectifiquen esta determinación, dudosa y todo como es, la consideraré verdadera, aunque provisional, calificando por lo tanto las calizas, margas y conglomerados como pertenecientes al terreno terciario medio ó *mioceno*.

Una circunstancia muy digna de mención pude observar en estos cerros, que después vi repetida en otros lugares de la misma formación y de las adyacentes en los itinerarios á Munigue, Quiliut y Tagiptip, con caracteres más marcados, que me permitieron explicarme su origen.

Sobre estos cerros, sin órden ni concierto, encontré unos cantos, algunos de gran tamaño, blancos, de estructura celulosa, que al primer aspecto se semejaban bastante á las calizas que acabo de describir, pero que mejor examinados resultaron ser de una materia feldespática, con cristalizaciones en las celdas de la masa, probablemente zeolíticas y con todos los demás caracteres de rocas volcánicas modernas. ¿Cómo aparecieron estas rocas volcánicas en estos cerros? En el itinerario de Cagayan á Munigue, donde encontré otras rocas se-

mejantes, pero más características y abundantes, pude explicarme mejor el único origen que indudablemente tienen.

Continuando el itinerario, al abandonar el pueblo de Tagsulip en direccion á Pigtao, al O.S.O. se pasa en el primer kilómetro por una llanura cuyas arcillas muy rojizas revelan la presencia del óxido férrico, y en efecto, á las inmediaciones de la senda, no lejos del pueblo, hay un pequeño manantial de agua ferruginosa.

Bajando luego al punto de union del rio Tagsulip con el arroyo Lumayagan, se encuentra un vallecito, limitado al E. por una cortadura acantilada, en la cual se ven en estratificacion concordante las margas y calizas ya descritas, con una direccion casi de E. á O. y buzando 55° al N. La mayor parte de esta cortadura, que tendrá unos 20 metros de elevacion, está constituida por una caliza grosera semejante á la de los cerros de Tagsulip.

Una vez pasado el arroyo Lumayagan, se encuentran á la derecha del camino una série de cantos redondeados de cuarzo y mineral de hierro de varios tamaños, y colocados los mayores debajo y los más pequeños encima, de una manera tan regular y graduada como si fueran arreglados por la mano del hombre; pero los guías me aseguraron que nadie los habia tocado nunca. Un poco más adelante se encuentra, tambien á la derecha del camino, una depresion del terreno á manera de gran zanja ó trinchera, abandonada ya de antiguo, en cuyos bordes se observan asimismo numerosos cantos, aunque no tan grandes ni tan ordenadamente colocados, de cuarzo y de un hierro oligisto que á sus inmediaciones habia.

Siguiendo el camino se encuentra, ántes de bajar al arroyo Maglipulá, otro corte natural del terreno en el que aparecen los conglomerados con la direccion N. 70° O. á S. 70° E. é inclinacion de unos 45° al N. 20° E.

Pasando este arroyo, y ántes de llegar á otro de más consideracion, llamado Quintousan, se encuentra otro corte acantilado cuya parte superior está constituida por margas en unos 8 metros, y debajo hay unos 15 metros de conglomerados; teniendo unas y otras capas la direccion é inclinacion que acaba de indicarse en el corte anterior. En el cauce del rio Quintousan se encuentran calizas de color más oscuro que las citadas anteriormente y más tenaces.

Al subir la ladera opuesta desaparecen estas calizas, presentándose las margas tan repetidamente citadas; y aunque en este punto aparecen más compactas y homogéneas, son más arcillosas y mucho más

blancas, cambio debido á la pureza de la arcilla. La direccion de esta capa de verdadera arcilla esméctica es casi de E. á O., con una pequeña inclinacion ó buzamiento al N.

Se atraviesan luego los arroyos Lagundang, Naugalion, Tuigalan y Matino, sin encontrar más que las margas y á veces los conglomerados, con el carácter constante de esta formacion.

A medida que se avanza, el país se presenta más quebrado y escabroso, viéndose á la derecha del camino cerros cubiertos de espeso arbolado, que van separándose y elevándose hasta perderse en las montañas que se descubren á lo lejos.

Se llega por fin al arroyo Danipiás, cuyo curso se sigue en una bajada de gran pendiente hasta llegar al rio Pigtao, por el cual tambien sigue el camino, atravesándolo muchísimas veces, y encontrando algunos cortes naturales que ponen al descubierto el conglomerado, con direcciones que se aproximan al rumbo N. 60° E. á S. 60° O. y buzamiento de 50° al N.N.O.

El lecho del rio está constituido en su totalidad por cantos de este conglomerado y grandes trozos desprendidos del mismo en el centro de la corriente, los cuales han formado luego en ella aterramientos que dividen el rio en varios brazos.

Por último, á un kilómetro próximamente de su desembocadura en el Iponan, se abandona el rio Pigtao y se entra en el manchon aluvial aurífero del mismo nombre, que ya he tenido ocasion de describir detalladamente.

Atravesando el caserío ya destruido y abandonado del antiguo pueblo, y bajando al cauce del rio Iponan por el O. frente á Camingauan, seguí rio arriba el curso del Iponan, con el objeto de visitar los manchones de Camingauan, Tagbagbag y reconocer en lo posible la orografia y circunstancias de esta comarca, ya no tan fácil de recorrer, porque en ella la casi totalidad de los terrenos están cubiertos de frondosa vegetacion, y áun bosque, que hace muy penoso su acceso y paso, fuera del cauce del mismo rio, que es el camino transitable en los meses de seca, á pesar de lo pedregoso de su lecho.

En este reconocimiento encontré primero, en la misma ladera en que está Pigtao, rio arriba, cerca de la cañada de Cayomangon, los conglomerados con una estratificacion muy confusa, cuyo arrumbamiento no me fué posible tomar; pero un poco más arriba, en Cambarong, se presenta un corte de esta misma roca, en el que pude apreciar una direccion de E. á O. y un buzamiento inverso á

los observados anteriormente, puesto que es de unos 25° hacia el S.

En el resto del trayecto recorrido, unos 5 kilómetros río arriba, no se ve en los puntos en que la vegetación deja descubrir las laderas, sino los mismos conglomerados de siempre, más ó menos descompuestos, con sobreposiciones, en algunos puntos altos, de las margas amarillentas tan repetidamente citadas.

Bajando el río, desde el mismo punto frente á Camingauan, se encuentra á la derecha el valle de Dumagdog, y luego, en la misma margen, las estribaciones de un monte llamado Juayas, de composición distinta á la observada hasta ahora. Se ven en su base, recorriendo el río, primero unas pizarras arcillosas negruzcas que se dirigen de N. 50° O. al S. 50° E., buzando de 70° á 80° al N.E.: estas pizarras van tomando luego carácter talcoso y presentan colores claros; poco después asoman unos lechos de estas mismas pizarras con cantos no muy grandes en su masa algo esteatítica y bastante caliza, interestratificados con otros lechos no con cantos, pero sí de la misma composición de esteatita caliza ú oficalcios.

Cerca ya de la desembocadura del Pigtao se presenta en esta ladera un manchoncito de aluvión aurífero, depositado sobre las pizarras arcillo-esteatíticas; pero siguiendo el río vuelven á aparecer en la misma ladera, al descubierto, las pizarras con su carácter silíceo muy marcado y direcciones é inclinaciones análogas á las indicadas en el monte Inayao. En la ladera opuesta, que tiene poca elevación, se ven las margas, y á veces por debajo los conglomerados, con circunstancias de yacimiento también análogas á las ya indicadas para estas rocas.

Subiendo la cañada de Dumalogdog, se encuentra á la derecha el manchón ó placer de Saganahai, y á la izquierda las laderas muy pendientes del monte Inayao, que en algunos puntos deja ver las mismas pizarras que acabo de describir, haciéndose después el terreno casi inaccesible.

DE TAGSULIP Á DOMINOLOG Y BABANTOHON.

Se vuelve á tomar primero, al E. de Tagsulip, el camino á Iponan, del cual se recorre kilómetro y medio próximamente hasta empezar una bajada bastante rápida hacia el cauce del río Iponan, en la

cual se encuentra el conglomerado ya tantas veces citado, sumamente descompuesto y formando verdaderas pedrizas por el desprendimiento de los cantos rodados contenidos en su masa.

Ya en el cauce del río, cerca del pueblo de monteses llamado Taglimao, se descubre este conglomerado con la dirección N. 50° O. á S. 50° E. y buzamiento de 55° al N.E.; y encima, en estratificación concordante, las margas y maciños ya descritos.

El camino, si tal puede llamarse el cauce del río, continúa, atravesándolo multitud de veces, hacia el S.S.O., sin encontrar circunstancia digna de mención hasta el placer de Dumalogdog, que ya describí oportunamente.

Atravesando este placer y siguiendo el cauce del río, se presentan en varios puntos los mismos conglomerados, margas y molasas tantas veces citados con direcciones análogas á las ya expresadas y con sólo pequeñas variaciones en uno y otro sentido, observándose que la región del E. ó ladera derecha del río Iponan es más quebrada que la opuesta y ménos accesible, por la vegetación que la cubre.

De la misma manera, subiendo el río desde San Simón hacia los placeres de Pasayanan y Batinay, se descubre con gran constancia el depósito aluvial moderno del cauce del río y los conglomerados y margas amarillentas, casi nunca las calizas inferiores del horizonte geológico, cuya edad he fijado provisionalmente, con circunstancias de yacimiento muy constantes, aunque en algunos puntos presentan pequeñas variaciones en uno ó en otro sentido, debido á causas puramente locales.

La ladera derecha del río, que hacia Pigtao es bastante quebrada y montañosa, se hace más suave y llana hacia el N.N.E., hasta convertirse en las lomas que cité al describir el camino del Cagayan al Iponan.

DE CAGAYAN Á MUNIGUE.

Para tomar desde Cagayan el camino de Munigue, es necesario atravesar el río y subir los cerros del Carmelo Viejo, en cuya subida se encuentran conglomerados primero y margas después, de composición y circunstancias análogas á las que acabo de describir en la cuenca del río Iponan, aunque aquí ambas rocas parecen ménos inclinadas.

La parte superior del cerro del Carmelo, desde la cual se domina al N. el valle de Cagayan, forma una llanura de bastante extensión hacia el S. y S.E., sólo interrumpida por algunos barrancos no muy grandes y el cauce del río Cagayan al E. Dicha llanura está en general constituida por las margas amarillentas, cubiertas en ciertos puntos por manchones arcillosos de carácter muy ferruginoso, ó sean depósitos limitados de óxido de hierro hidratado pisolítico, cimentado en arcillas más ó menos irisadas, bajo la influencia del mismo óxido.

Sobre esta llanura se encuentran esparcidos multitud de grandes cantos de color parduzco ó gris, textura celulosa y escoriácea, análogos á los que ya cité en los cerros de Tagsulip, y que son indudablemente de origen volcánico. Su yacimiento, en grandes cantos aislados y algo empotrados en las margas de estas llanuras, parece indicar que han provenido de la erupción de algún volcán, constituyendo *bombas* (1) ó masas de lava lanzadas á grandes distancias.

En el presente caso, la distancia á que deben de haber sido lanzados no puede bajar de seis á siete leguas en línea recta, pues en toda la parte ó región central que es dable recorrer en el distrito, no se encuentra ni se sabe que haya ningún volcán á que atribuir estas bombas; de suerte que únicamente puede suponerse que en las cadenas montañosas que hacia el S. y S.O. se distinguen exista algún cráter, que en otro tiempo lanzase sobre estos parajes las referidas *bombas volcánicas*.

Sin embargo, como no podía comprobar directamente la presencia más ó menos lejana del volcán productor de estos cantos, los estudié con detención antes de atribuirles un origen volcánico moderno; porque es verdaderamente difícil concebir una fuerza tan grande que lanzará masas de cinco á seis metros cúbicos á distancias tan considerables. Su estructura y aspecto no dejan duda ninguna acerca de la naturaleza volcánica que les atribuyo, y en lo que se refiere á su origen, encuentro un hecho análogo en otro punto de la misma isla de Mindanao, citado por el Sr. Centeno, el cual supone que el volcán de Macaturing ha lanzado bombas volcánicas al puerto de Pollok, distante siete leguas de aquel (2).

Verdad es que en esta cita se conoce de antemano la existencia del volcán que se supone originario; pero no puede negarse la proba-

(1) Veziám: Prod. de Geol.

(2) Mem. Geol. Min. Pág. 9. Bolet. de la Com. del Map. Geol. Tomo III.

bilidad de que en las montañas del interior de Misamis exista alguno que hoy no se conozca ni de nombre, tanto porque no se tienen relaciones con los moros del interior, como porque aun teniéndolas, el volcán puede estar ya desde los tiempos históricos completamente apagado, y no haber llamado por esta circunstancia la atención de los habitantes más próximos.

Debo además hacer notar una circunstancia de cierto valor para los que admiten una regularidad lineal en las manifestaciones volcánicas, y es que precisamente por esta región del distrito pasa la línea que une el volcán reciente Camiguing con los de Apo y Butulan de la misma isla de Mindanao.

Continuando la marcha por la citada llanura de la margen izquierda del río Cagayan, se baja al cauce de éste en el paraje denominado Cabulá, donde existe un pueblecillo ó ranchería de monteses, en un valle moderno formado por el mismo río. En esta bajada, sumamente rápida, y como de unos 40 á 50 metros de altura, se descubre parte de la formación de la llanura que se acaba de pasar, pues el río, al abrir su cauce actual, ha puesto al descubierto capas de calizas más ó menos arcillosas, que yacen por bajo de las citadas margas en estratificación concordante.

Estos bancos de caliza y las margas que la cubren son casi horizontales, pero con cierta tendencia á buzar al N. Su espesor relativo no puede observarse bien, porque las calizas van trasformándose paulatinamente en margas por la mayor cantidad de arcillas que van conteniendo, haciéndose al mismo tiempo menos tenaces y compactas.

El vallecito de Cabulá tiene exactamente la misma composición que el de Cagayan, puesto que ambos son el resultado del mismo río.

Al continuar el camino hacia Munigue, se abandona este valle moderno y se empieza á subir nuevamente hacia la llanura superior de la margen izquierda del río, caminando sobre las calizas, en las cuales, á no mucha distancia de Cabulá, se encuentra una cueva llamada de Macahambut, que me propuse explorar por si algo notable contenía.

Lo hice en efecto á la vuelta, recorriéndola toda sin encontrar nada que sea digno de mención, por mas que, dada su poca altura sobre el lecho actual del río, no hubiera sido extraño que contuviese en el limo arenoso de su suelo algunos restos de animales. No me pareció, sin embargo, que podía detenerme con este fin puramente científico, aunque muy importante, sobre todo en estas latitudes,

porque requería un tiempo que necesitaba emplear en los estudios prácticos y de inmediata aplicacion que me estaban encomendados.

Siguiendo pues la subida, se abandonan las calizas y se vuelve á encontrar una llanura margosa, continuacion de la anterior, pero que presenta hácia el S.O. ciertas ondulaciones de aspecto semejante á las que constituyen el camino de San Simon á Tagsulip, formadas por cerros calizos que no describo, pues sería repetir lo que ya dije sobre los que existen en la cuenca del rio Iponan.

Si cerca ya de Munigue se baja al cauce del rio Iponan, tomando el camino de Lagaun, que está en la otra orilla del Cagayan, se descubre cerca del citado cauce el conglomerado ó gonfolita, con el mismo carácter que esta roca presentaba en los itinerarios anteriores.

Así pues, aunque en todo este trayecto no he podido encontrar ningun fósil ⁽¹⁾, no creo aventurado suponer que las arcillas, más ó ménos margosas, las gonfolitas y calizas, sean sincrónicas con las que en circunstancias análogas he indicado en la cuenca del rio Iponan, constituyendo entre este rio y el Cagayan una cuenca terciaria media muy vasta, segun tendré todavía ocasion de hacer ver en los ulteriores itinerarios.

DE CAGAYAN Á QUILIUT.

Si en vez de atravesar el rio desde Cagayan, se toma al S. el camino que conduce á varias poblaciones de monteses independientes, como los de Munigue, pero que moralmente reconocen la soberanía española, es necesario primero seguir el valle reciente por la márgen derecha de este rio, subiendo despues hácia el S.S.E. muy paulatinamente, para alcanzar en esta ladera el mismo nivel que tiene en la opuesta el cerro de Carmelo viejo.

De igual manera que en éste, se encuentra en primer término un conglomerado muy descompuesto, que en las arroyadas ha formado verdaderas pedrizas, y un poco más arriba las margas y arcillas que forman el suelo de la parte superior de esta ladera. Tambien se ven de cuando en cuando sobre este suelo arcillo-margoso, los grandes cantos que calificué de bombas volcánicas, y algunos cerros calizos cubiertos generalmente de frondosa vegetacion.

(1) Tampoco pude detenerme en esta investigacion.

El carácter distintivo de estos parajes consiste en que, en las cañadas y hondones se encuentran aguas estancadas, formando charcas que se conservan aún en tiempo de seca, gracias á la naturaleza esencialmente arcillosa de las margas amarillentas y á la configuracion del suelo de esta comarca llena de valles y depresiones sin salida. Esta circunstancia es, sin embargo, puramente local, puesto que conforme se va adelantando hácia el S. el terreno toma un aspecto más uniforme y llano, desapareciendo por lo tanto las charcas; de suerte que al dejar ya la estancia de ganado llamado Gango, se descubre una llanura que por su extension recuerda las de Castilla, en la Peninsula, limitada al S.E. solamente por una série de colinas, ó más bien un cerro prolongado que nace un poco más al S. de Quiliut.

A media hora de camino, y á la derecha de la senda que atraviesa esta llanura, se encuentra el rio Bubunanan, uno de los mayores tributarios del Cagayan que, á semejanza de éste, se ha abierto un cauce estrecho y profundo. En él se ven, por debajo de las arcillas y margas que constituyen la llanura, grandes bancos de caliza en posicion y con aspecto semejante á los que indiqué en Cabulá, que se halla á Poniente de este punto.

El camino á Quiliut continúa luego sin otra circunstancia notable que la de encontrar en abundancia los grandes cantos ó bombas volcánicas ya citadas, formando manchones donde están como amontonados.

A un kilómetro más al S. del abandonado pueblo de Quiliut, se encuentra, despues de haber atravesado el rio Bigaan, el vallecito de Hitondugan, formado de aluviones auríferos, y más arriba, subiendo el arroyo, dije ya tambien que se estaba preparando un pozo, el cual me permitió observar con exactitud las circunstancias y composicion de la roca que forma el cerro prolongado ó pequeña sierra que por esta parte lleva el nombre de Tampoyong.

Esta roca es pizarrosa, de color verdoso, con manchas blanquizcas, untuosa al tacto, con planos de exfoliacion muy confusos, pero que parecen dirigirse de N.E. á S.O. y con inclinacion casi vertical, aunque con tendencia á buzarse al N.O.

Recorriendo este monte hácia el N.N.O., con bastante trabajo por los barrancos que lo surcan y la arboleda que lo cubre, el terreno sigue presentando una composicion análoga á la expresada; y tambien aparecen, ya en su cumbre, ya en las laderas, las citadas bombas volcánicas.

DE QUILIUT Á TAGUIPTIP.

Para ir de Quiliut á Taguipitip es preciso desandar al N. parte del camino recorrido en el anterior itinerario, siguiendo la falda occidental del monte Tampayong sobre la margen izquierda del rio Bigaan, que limita, por decirlo así, la base de aquel monte, separándola de la llanura terciaria que acabo de mencionar.

Sobre esta cordillera se observa una depresion á manera de puerto, de composicion análoga en su parte superior á la del monte Tampayong, por el cual sigue el camino, para bajar en seguida á los valles por donde corren los rios Bugsug y Cutman, constituidos por los aluviones metalíferos en ciertos puntos, segun ya tuve ocasion de indicar.

La prolongacion al N. del repetido monte Tampayong, que forma la divisoria de los rios Bigaan y Cutman, es tambien de estratos pizarrosos, con direcciones é inclinaciones semejantes y composicion variable entre los tipos arcilloso, magnésico y silíceo. En esta region, próxima á los valles de Cabalitian y Tiunsan, dije ya tambien que se encontraban varias vetas cuarzosas que, si bien en la superficie no lo indicaban, pudieran ser metalíferas, y por lo tanto, las que dan origen á los placeres de esta comarca. De todos modos, esas vetas tienen, á no dudarlo, una relacion íntima con el carácter marcadamente metamórfico que presentan las pizarras de aquella region montañosa.

Ya en el valle de Bugsug se atraviesa el rio de este nombre, frente á la desembocadura de Cabalitian, y encontrando nuevamente los conglomerados y margas calizas arcillosas con los caracteres de siempre, se vuelve á subir á una llanura que comienza en la falda oriental del monte Tampayong y se pierde de vista hácia el E., prolongándose, segun version de los monteses que habitan estos lugares, de seis á ocho jornadas á caballo.

Al principio de esta llanura, á orillas del riachuelo Binacugan, está situado el pueblo de Taguipitip, de muy buen caserío y de cuyo Datto tuvimos una acogida muy cordial y respetuosa. Todas estas comarcas, lo mismo que las de Munigue, son muy poco visitadas, causando gran admiracion, entre los monteses que las habitan, la presencia de europeos, que los más ancianos no recordaban haber visto nunca por allí.

DE TAQUIPTIP Á PIGHOLUGAN.

Pocos son los detalles que puedo dar sobre este itinerario, tanto porque presenta pocas variaciones con los anteriores, como porque al describir los criaderos en roca de Pigholugan, detallé los rasgos más principales de la formacion en que yacian, creyéndolos propios y pertinentes de aquel sitio.

Saliendo de Taquiptip en direccion N., se abandona al poco tiempo la llanura que acabo de indicar, se atraviesa por otro punto distinto que en el itinerario anterior el cauce del rio Bugsug, y se entra nuevamente en la formacion pizarrosa, que ya no vuelve á abandonarse ni aun al bajar y atravesar el rio Cutman, poco ántes de llegar al cerro de Pigholugan.

En el trayecto, á través de esta formacion pizarrosa, el país toma un carácter agreste y muy quebrado, encontrando algunos cortes naturales acantilados en los que las pizarras presentan diversos aspectos, que dependen de su variable composicion arcillosa, talcosa y á veces silícea, con circunstancias de yacimiento que, aunque variables en detalle, son en conjunto análogas á las expresadas anteriormente.

DEDUCCIONES GENERALES.

Como resultado de las observaciones que acabo de exponer, se deduce que en mis viajes sólo he encontrado tres formaciones perfectamente distintas, consideradas petrográfica y geognósticamente: formaciones pizarrosas más ó ménos metamorfoseadas; formaciones calizo-margosas, y formaciones aluviales.

En estas últimas pueden distinguirse las auríferas de las estériles ó pobres, no sólo por su distinta composicion y riqueza, sino muy particularmente por la edad relativa de ambos depósitos, comprobada por el hecho de pasar los actuales cauces de los rios á través de los placeres.

En efecto, por más que las antiguas corrientes que dieron origen á los placeres, siguieran con escasas variaciones las cuencas actuales de los rios, bosquejando ya, por decirlo así, la hidrografia moderna, es seguro que al debilitarse dicha accion aluvial, que tuvo á no du-

darlo grandes proporciones, quedaron reducidas las corrientes superficiales á su estado actual, y los anteriores depósitos fueron en parte destruidos por la accion corrosiva de las aguas encerradas en los lechos modernos de los rios, cuyas arenas contienen tambien oro, pero de un origen y yacimiento muy distinto á los de los antiguos aluviones ó placeres. El oro que se encuentra en éstos proviene de los criaderos en roca que debe de haber hácia el interior de la comarca, sobre los cuales obró con energía la accion aluvial, arrancando, trasportando y depositando sus materiales á mayor ó menor distancia; mientras que el oro contenido en los lechos de los rios actuales, ha salido del derrubio que éstos produjeron y producen todavía en los aluviones auríferos ántes depositados, y sólo, si acaso, en las partes más altas de las corrientes actuales de mayor importancia se ejercerán hoy acciones insignificantes de erosion sobre los citados criaderos en roca.

Así pues, creo existen motivos suficientes para hacer esta distincion entre los aluviones que puedo llamar *antiguos*, originarios de los placeres, y los que debo designar como *recientes*, que han formado y siguen formando los lechos, valles y playas de la actual topografía del país.

Como la mayor parte de los aluviones auríferos yacen sobre los depósitos superiores de la formacion calizo-margosa, que he calificado de terciaria media, y los restantes sobre terrenos más antiguos, resulta que los placeres han debido formarse despues del período mioceno y ántes de los terrenos de formacion contemporánea.

Los que dominan por su gran extension en toda esta comarca, dije ya que, por lo ménos provisionalmente, creia poderlos considerar como pertenecientes al terciario medio, no tan solo por la determinacion dudosa del género *turbinolia*, sino tambien por sus características propiedades petrográficas y su posicion geognóstica.

Por lo que respecta al terreno pizarroso más ó ménos metamorfosado, segun lo indico en varios parajes, es difícil asignarle edad, ó sería por lo ménos muy ocasionado á errores, puesto que no creo suficientes los datos petrológicos que he podido recoger. Puede asegurarse, no obstante, sin género alguno de duda, que es la formacion más antigua que he atravesado, pero no puede precisarse más; y dejo, por lo tanto, la cuestion completamente intacta para los que encuentren ocasion de hacer observaciones más detenidas ó tengan mayor experiencia en estos estudios.

En los reconocimientos expresados, y otros de menor importancia que tuve ocasion de hacer, no he visto más criaderos que los auríferos que he descrito en detalle en la Memoria á ellos referente, y sólo he tenido noticia de unas capas de carbon de piedra que me dijeron haberse descubierto al S.E. de Nauan, á una ó dos jornadas escasas de este pueblo. Aunque no pude ver al fin unas muestras que prometieron enseñarme, por la descripcion que de él y del terreno adyacente me hicieron, corroboré lo que habia podido sospechar, es decir, que este carbon se hallaba enclavado en la formacion miocena que llega hasta aquella parte, por lo cual creo que debe de ser un lignito, sin que por esto pueda dejar de tener muy buenas y útiles aplicaciones en el porvenir.

Tambien me indicaron vagamente, al O. de Yligan, la existencia de minerales plomizos y piritosos que, de ser cierto, yacen en parajes hasta ahora poco conocidos y seguros, dada la peligrosa vecindad de los moros que habitan los alrededores de Yligan.

En resúmen, aunque como al principio dije, los escasos datos que acabo de presentar son realmente insuficientes para deducir de ellos consecuencias generales de clasificacion, y sobre todo para poderlos representar en un bosquejo, consigno el resultado de las deducciones que aquellos me han sugerido, concretándolas, por decirlo así, gráficamente en el adjunto avance (Lám. F), no sin repetir que mi ánimo sólo ha sido establecer un punto de partida, aunque sea de poco valor, que tiene que ser modificado y rectificado en lo sucesivo, inaugurando con este pequeño trabajo la série de los geognósticos que han de ejecutarse sucesivamente en este archipiélago.

ENRIQUE ABELLA Y CASARIEGO.

MANILA 24 de Octubre de 1877.

CATÁLOGO DESCRIPTIVO

DE LAS ROCAS QUE CONSTITUYEN ESENCIALMENTE LOS TERRENOS RECORRIDOS
EN LOS ITINERARIOS GEOLÓGICOS REFERENTES Á LAS COMARCAS AURÍFERAS
DE MISAMÍS (FILIPINAS).

- 1 Maciño, ó más bien, molasa tirando á gonfolita fosilífera.—Caliza gris blanquecina, casi totalmente compuesta de restos fósiles, con algunos pequeñísimos fragmentos ó arenas gruesas en la masa, procedentes de pizarras.—Cortadura del cerro situado al E.S.E. del Tribunal de Tagsulip.
- 2 Caliza cristalina pero no metamórfica.—Más blanca que la anterior, estructura más lisa, textura cristalina, en núcleos esféricos y cilíndricos, en cuyo interior existen celdas tubulares como de seres orgánicos destruidos.—Del mismo sitio que la anterior, pero más al E.
- 3 Caliza cristalina aunque no metamórfica.—Otra variedad de caliza más compacta que la anterior y de estructura todavía más lisa.—Del mismo sitio que la precedente.
- 4 Caliza cristalina pero no metamórfica.—Otra variedad de la anterior de formas tubulares, como arrancada de una estalacmita ó estalactita, afectando formas caprichosas en el terreno.—Al S.SO del mismo Tribunal.
- 5 Gonfolita (nagelluhe).—Conglomerados de pasta gris de caliza margosa, con cantos redondos de varios tipos, de pizarras magnésianas (serpentinosas) y algunos fragmentos traquíticos, desde el tamaño de una nuez hasta el de arenas gruesas.—Frente á la Cañada de Cayó Mangon (S.O. de Pigtao.)
- 6 Gonfolita (nagelluhe).—Conglomerado semejante al anterior, pero más característico. Los cantos grandes y pequeños que envuelve la pasta son todos traquíticos.—Valle de Pasayanan.
- 7 Maciño.—Roca caliza margosa, muy áspera al tacto, de color gris blanquecino.—Unos 100 metros más abajo de la desembocadura del Pigtao.
- 8 Maciño arcilloso.—Arcilla margosa, ménos áspera al tacto que la anterior, más arcillosa y de color gris parduzco.—Desembocadura del Pigtao en el Iponán.
- 9 Arcilla esméctica.—Arcilla blanca, bastante pura, textura compacta pero friable.—Camino de Pigtao á Tagsulip.
- 10 Pizarra arcillosa filadiforme.—Pizarra negruzca filadiforme con manchas pardas y blanquizcas entre sus hojas.—Estribaciones del monte Ináyas á orillas del Iponán.

- 11 Oficalcio.—Caliza arcillosa de color gris blanquecino, con matices verdosos, algo untuosa al tacto en ciertos puntos, de textura brechoide, con cantos traquíticos y dioríticos.—Más abajo y á continuación del punto de donde procede el número anterior.
- 12 Oficalcio esteatítico.—Roca más blanquecina que la anterior, ménos brechoide, más untuosa y ménos calífera.—Del mismo punto que la anterior.
- 13 Phtanita.—Roca marcadamente pizarrosa, color verdoso claro, muy dura (raya el vidrio) y suave al tacto.—Unos 200 metros más abajo de la desembocadura del Pigtao, margen derecha del Iponán.
- 14 Brecha pisolítica ferro-arcillosa.—Color pardo con manchas blanquizcas de arcilla; textura brechoide de pudinga y pisolítica, segun los puntos, con pasta puramente arcillosa, lo mismo que los cantos, núcleos y pisolitas, aunque éstas están también muy cargadas de hierro.—Pangumman, camino de Cagayan á Munigue.
- 15 Pizarra esteatítica.—Color blanco con manchas parduzcas entre los planos de exfoliación, textura pizarrosa y muy untuosa al tacto.—Divisoria entre los arroyos Cabalitian y Tiunsan.
- 16 Pizarra talco-arcillosa.—Color verdoso claro con manchas blancas, textura pizarrosa confusa pero discernible.—Pozo en el arroyo Hitondugan.
- 17 Pizarra talcosa.—Color blanco algo verdoso en ciertos puntos, textura pizarrosa marcada y muy untuosa al tacto.—Pigholugan.
- 18 Bomba volcánica.—Color blanco lechoso, con algunas manchas rojo-parduzcas; estructura celular, textura cristalina. En las celdillas se ven pequeños cristales blancos (zeolita?).—Cerros de Tagsulip.
- 19 Bomba volcánica.—Color gris, estructura porosa y escoriácea, porfiroide, con cristales negros (augita?) y blancos en la masa.—Camino de Munigue á Cagayan.
- 20 Bomba volcánica.—Color gris parduzco como si la anterior se hubiese hecho adelógena, estructura celular, textura unida y compacta, con cristalizaciones en las celdas.—Camino de Cagayan á Quiliut.

E. A. Y C.

DATOS GEOLÓGICOS
DE LA
PROVINCIA DE TOLEDO,
TÉRMINO DE VILLAMIEL.

Habiendo tenido ocasion de reconocer con un objeto industrial, varias canteras sitas en término de Villamiel, provincia de Toledo, entresaco del informe que acerca de ellas di en 1877 las siguientes líneas, por si los datos que contienen pueden servir de alguna utilidad á la Comision del Mapa geológico de España.

No encontré fósil alguno por el que pudiera venir en conocimiento de la edad de las calizas que allí se explotan; pero la analogía de composicion y estructura, la configuracion del terreno y la proximidad á la provincia de Madrid, me inducen á creer que aquellas capas son del terreno terciario y del período mioceno.

Villamiel es un pueblo que cuenta con 150 vecinos y se halla situado en medio de un valle, atravesado por un arroyo de corriente continua, si bien variable, y del que he reconocido ligeramente la parte comprendida entre la dehesa de Cavanillas y los sitios denominados Cerro de las Cabezas, las Caleras y Canteras y el Cerro de Manzanar.

De estas eminencias la más elevada es el Cerro de las Cabezas, en cuya parte superior se halla uno de los mojones puestos por el Instituto Geográfico para operaciones geodésicas. El cerro desde alguna distancia presenta el aspecto de un inmenso castillo destruido, y que el viajero ve durante mucho tiempo, aun desde el ferro-carril, que naturalmente va por sitios bajos, evitando las alturas.

En este cerro y su falda meridional hay un horno de cal, que se surte de dos capas, situadas una en la falda y otra en el coronamiento del cerro. La caliza de la primera es ménos compacta que la de la se-

gunda, y por tanto se deja penetrar con mayor facilidad por el fuego: cuando se parte presenta la fractura una espatización, que permite hacer con ella lascas á propósito para armaduras en los hornos. Por estas dos razones la prefieren los caleros, y también porque, á consecuencia de su estructura, se hidrata más pronto que la arrancada de la capa superior, aún cuando contiene sílice en proporciones notables. La caliza procedente de la capa superior es más dura y compacta y tarda más en hidratarse; pero al hacerlo se diluye, formando una pasta fina y conservando un color blanco muy puro.

El mayor inconveniente de esta roca es su dureza desigual y la interposición de capas delgadas de sílice, que dificultan la perforación con barrenos. A pesar de esta circunstancia, he notado tanto en la parte descubierta como en el Cerro de las Canteras, donde parece existir la continuación de la misma capa, que las vetas de sílice son paralelas á la estratificación, y pueden, por tanto, ponerse los barrenos sin aquel inconveniente, siguiendo la dirección de la capa. Aun la parte puramente caliza tiene una estructura poco homogénea, y presenta espacios irregulares de una dureza tal, que difícilmente se rayan con la navaja. También se encuentran cristales de espatocalizo muy puros y transparentes.

Entre las dos capas, cuyo espesor viene á ser en la superior de metro y medio, y en la inferior de más de un metro, existe otra de arcilla, no bien definida por hallarse debajo de la tierra vegetal.

Estas capas buzan al NNO. y su dirección es de ENE. á OSO., casi paralela á la falda más septentrional de los cerros.

La capa de tierra vegetal, que se halla al Sur, es bastante gruesa, y viene sobrepuesta á otra de arcillas de algun espesor, que se descubre en el cauce del arroyo, de cuyas inmediaciones se extrae el material que se usa en un tejár, que allí tiene el Sr. Conde de Cedillo. Cerca del mismo y como arrastradas por avenidas modernas, se hallan algunas arenas muy micáceas y sumamente finas; pero no he podido cerciorarme de la presencia en las cercanías de rocas que, por su descomposición, puedan producirlas; si bien es indudable que deben encontrarse aguas arriba, aunque tal vez á respetable distancia.

No he recorrido todas las colinas hácia Poniente; pero siguiendo su dirección en las alturas llamadas las Caléras volví á encontrar las mismas calizas, asomando al exterior y en algunos puntos tan someras, que vienen á dar un color blanco á la tierra vegetal las piedras que siembran el suelo, arrancadas por el arado sin necesidad de pro-

fundizar mucho. No obstante esto, se encuentra también, y sobre todo en el sitio llamado Tierra de Dios, algunos cantos sueltos de arenisca muy fina, de la cual tal vez pudiera sacarse partido como piedra de construcción, sobre todo si algun día se establecieran en aquella localidad hornos para altas temperaturas. Fuera de dicho punto, y en mi rápida excursión, no he vuelto á encontrar esta roca.

Siguiendo al SO. se destacan dos ó tres cerros de escasa importancia, en los que asoman los afloramientos de la misma capa; y por fin se llega al sitio llamado las Canteras, por las que allí se han explotado hasta hace poco tiempo, y se abandonaron á causa de lascas de pedernal que se han presentado con notable abundancia, cargando en mayor cantidad hácia la parte del S. que á la del N. de la excavación; pero á pesar de este exceso de sílice, la caliza es muy deleznable, y por tanto inservible para la edificación, con cuyo objeto, según parece, se establecieron principalmente estas labores. La circunstancia dicha no la haría impropia para la fabricación de cal.

Al S. de esta eminencia se halla la colina llamada «Cerro Manzanas,» también de caliza, y que parece trató de explotarse como cantera no hace mucho tiempo, ó por lo ménos se pensó en labrar alguna de las piedras naturalmente desprendidas del resto de la formación, según pude ver en un trozo que está al pié de la misma. Procedía sin duda de la superficie, ó de muy cerca de ella, pues se halla algo descompuesto por los agentes atmosféricos.

Avanzando hácia el Mediodía va aumentando la capa de tierra vegetal, pudiéndose ver en las márgenes del arroyo, cortadas por éste casi á pico en muchos sitios. Esta tierra en algunos puntos es salitrosa, si bien ha sido en gran parte saneada por el propietario.

En el lado del Sur, y cerrando en parte las comunicaciones de la espaciosa vega, se hallan las lomas de la dehesa de Cavanillas, dominada por un cerro, en cuya cúspide se encuentra la casa del mismo nombre. En este cerro apenas hay caliza en la superficie; en cambio las capas de cuarzo se regularizan y asoman sus crestones por distintos puntos, presentando en gran parte tránsitos al cuarzo resinita y al ópalo, y constituidos en casi todas partes por una especie de brecha durísima de trozos rectangulares, unidos por un cemento también silíceo. También se ha querido explotar esta piedra, según me lo demostraron dos barrenos próximos en uno de los crestones. Su color es un jaspeado rojo y blanco, en que predomina el primero.

A mi vuelta, y todo el tiempo que duró la luz, pude observar que

desde Villamiel á Illescas asoman en muchas partes las calizas. Al lado de la vía ví algunas canteras de donde han debido extraerse las piedras con que se han construido las casetas y estaciones del ferro-carril, si bien al pasar por los puentes y alcantarillas me fijé en que son pocos los que están emboquillados con esta piedra, empleándose en gran parte de ellos el granito y en no pocos solo ladrillo.

CIUDAD-REAL 8 de Julio de 1878.

JUAN SANCHEZ Y MANÍA.

MINERALES DEL ARCHIPIÉLAGO

DE LAS

INDIAS ORIENTALES,

POR A. FRENZEL ⁽¹⁾.

El Doctor A. B. Meyer, Director del Real Museo zoológico de Dresde, recorrió en los años de 1870 á 1875 el archipiélago de las Indias orientales, incluso Nueva-Guinea haciendo investigaciones zoológicas, antropológicas y etnográficas. Los minerales y rocas ⁽²⁾ recogidos durante este viaje, que actualmente se hallan en el Museo mineralógico de Dresde, me los entregó para clasificarlos; y á continuación pongo el resultado de mi exámen, agrupándolos segun los puntos en que se encontraron.

(El autor describe con el número 1 los minerales de Borneo, con el 3 los de las Molucas, con el 4 los de Timor, con el 5 los de Singapore, con el 6 los de Ceylan y con el 7 los de Nueva Guinea; todos los que omitimos aquí, porque nuestro objeto es dar únicamente conocimiento de los que pertenecen á territorio español.)

2. FILIPINAS.

a Luzon.

De la isla de Luzon contamos con muestras de los conocidos filones de cobre de Mancayan, en el distrito de Lepanto. Los minerales son *Enargita*, *Luzonita* y *Pirita de cobre*.

(1) Traducido del *Mineralogische Mittheilungen*, 1877. Cuad. 3.º (Frenzel), páginas 302 á 304.

(2) Estos ejemplares se entregaron al Real Museo mineralógico de Dresde.

La *Enargita* aparece amorfa y cristalizada; los cristales ya pequeños, bien distribuidos y muy brillantes, ya grandes, ásperos y agrietados, se hallan con la *Luzonita* y *Pirita de cobre*, y presentan las mismas formas que la conocida *Enargita* de Morococha en el Perú; además están acompañados de cuarzo, de barita y de las pseudomorfosis de barita en cuarzo.

La *Luzonita* se encuentra, del mismo modo, amorfa y cristalizada; los cristales son, sin embargo, muy pequeños, y han aumentado de tamaño con tal irregularidad, que difícilmente permiten descubrir su verdadera forma cristalina; no tienen tampoco superficies tan lisas y brillantes como los cristales pequeños de *Enargita*, sino que son desiguales, acanaladas, y por lo común estos cristales tienen formas confusas. Sin embargo, el considerar la *Luzonita* sólo como una variedad de la *Enargita*, según suele hacerse todavía, es un error: la *Luzonita* es una especie independiente. En general, no cristaliza en el tercer sistema, sino en formas monoclinicas y acaso triclinicas, es decir, en el quinto, ó tal vez en el sexto sistema; y los cristales recuerdan ciertas formas de la *Epidota*; tampoco puede mirarse como una variedad de la *Clarita*; por consiguiente, el grupo *Enargita*, *Luzonita*, *Clarita*, es uno de los más interesantes del reino mineral. Aunque no con certeza, puede decirse, sin embargo, con gran probabilidad, que la *Famatinita* es isomorfa con la *Luzonita*; y que, por consiguiente, debe cristalizar también en formas monoclinicas.

La *Pirita de cobre* se ha recogido sola en masa y mezclada con *pirita de cobre abigarrada*.

Igualmente trajo el Dr. Mayer, de Luzon, una gran cantidad de productos del tratamiento en hornos de fundición, como son, por ejemplo, matas de cobre con hermosos hilos de este metal, cobres arsenicales, rejalgas amorfo y cristalizado y ácido arsenioso en hermosos y grandes octaedros.

Entre Lucban y Bulacan, en Luzon, se halla una hermosa *Fonolita* que se presenta en forma columnaria. La roca es de un color pardo oscuro, que varía hasta un gris verdoso, y deja ver en su fina masa cristales tabulares de feldespato sanidino.

b CAMIGUIN.

De Camiguin trajo el Dr. Meyer dos lavas de la erupción de 1872, poco después de la cual estuvo cerca de allí, en la isla de los Negros;

una de estas lavas es de color pardo y porosa, con pintas blancas de feldespato vítreo; la otra es de un color gris azulado y más compacta. Respecto á la composición de estas lavas, véase más adelante en las lavas de Celebes ⁽¹⁾.

c NEGROS.

Xilópalo, un hermoso pedazo de tronco y algunas astillas procedentes de Valencia. El Doctor Couwentz de Breslau tuvo la amabilidad de estudiar con el microscopio una sección transparente para averiguar la naturaleza de la madera primitiva; por desgracia la textura orgánica había sido sustituida completamente por la sílice, y sólo en algunos puntos aislados se dejaban ver celdillas que permiten afirmar era un tronco dicotiledon.

Del mismo lugar se trajo una masa blanca, brillante y cristalina procedente de una solfatara. Esta masa no pudo determinarse al pronto por sus caracteres exteriores, y del análisis á que por dicha razón fué sometida, resultó que era un mineral raro el *Alumbre de magnesia*. Su composición química es la siguiente:

Ácido sulfúrico.	37,76
Alúmina.	12,60
Magnesia.	5,52
Cal.	0,91
Agua.	45,21
	100,00

El mineral de Negros tiene, por consiguiente, igual composición que los depósitos americanos y africanos, pero carece de óxido de manganeso. Proviene de una región volcánica (en Negros hay todavía volcanes en actividad), y se ha formado por la acción de vapores sulfurosos sobre rocas que contienen alúmina y magnesia.

Habiendo en la masa cristalina, que se presenta en forma de hojas, hebras sedosas, consideré el mineral análogo á la *Keramohalita*. Para poder tener alguna idea de la forma cristalina del mineral que supo-

(1) No se incluyen en el cuaderno tercero del Mineralogische Mittheilungen, correspondiente á 1877 (Frenzel), que hemos tenido á la vista para hacer esta traducción. (Nota del T.)

nia *Keramohalita*, le observé con el microscopio reducido á polvo fino, y no hallé en él ni el menor indicio de forma cristalina; la sustancia era, por consiguiente, amorfa. Desleido este polvo en algunas gotas de agua, lo dejé evaporar, y de él se formaron pequeños pero hermosos octaedros con los vértices truncados.

d CEBÚ.

De varios yacimientos de esta isla trajo el Sr. Meyer diez minerales metálicos, principalmente galena y pirita de hierro. La galena en masa, la pirita parte en masa y parte cristalizada, (en la forma $\infty 0 \infty \frac{\infty 02}{2}$) en cubos y en dodecaedro pentagonal. El encontrarse juntos entre las gangas la blenda y el cuarzo, indican que esos ejemplares proceden de filones; y como la galena es muy pobre en plata, debe pertenecer á la formacion plomiza de Cebú, donde se han explotado ya muchas minas que hoy están abandonadas. Se ha hallado tambien pirita de hierro compacta é incrustada en una *afanita*, acompañada de granate verde, cuyo yacimiento será tal vez análogo al de nuestros criaderos de la parte superior del Erzgebirge; ademas de esto se halla en Cebú hierro oligisto, micáceo y granudo.

NOTA

ACERCA DEL SISTEMA DEVONIANO

DE LA

PROVINCIA DE LEON,

POR

EL DR. CH. BARROIS ⁽¹⁾.

El terreno devoniano de la provincia de Leon ha sido ya objeto de estudio en diversas ocasiones, tanto por D. Casiano de Prado como por M. de Verneuil; y lo que acerca de ellos se sabe lo ha resumido el mismo M. de Verneuil ⁽²⁾ de la manera siguiente: «Areniscas rojas que tienen un espesor considerable, forman, segun parece, la base del sistema devoniano; y se hallan algunas veces tan impregnadas de óxido férrico, que proporcionan una buena mena, constituyendo el principal criadero de donde proceden los hierros de las fábricas de Mieres en Asturias y de Sabero en la provincia de Leon. Las areniscas rojas, acompañadas de pizarras del mismo color, sirven de base á inmensos bancos de caliza que se levantan en picos agudos y dentellados, cuyas formas pintorescas se distinguen desde las llanuras de Castilla.»

«..... La mayor parte de los fósiles son característicos de la base del sistema; representan la caliza del Eifel, ó más bien las areniscas y las pizarras inferiores á ella. Es el tramo que los geólogos alemanes llaman *celterer grauwacke*, que es tambien el sistema *reneuse* de

(1) Leida en la sesion celebrada el 29 de Agosto de 1877 por la Asocia-
cion francesa para el progreso de las ciencias.—Congreso del Havre, 1877.

(2) De Verneuil et Collomb: *Coup d'œil sur la const. géol. de quelques pro-
vinces de l'Espagne. Bull. Soc. Géol. France. 2^e série. Tome x, 1852, pág. 127.*

M. Dumont, representado principalmente en Francia por las areniscas y las calizas de Néhou, de Viré y de la rada de Brest; en una palabra, es la parte inferior del sistema devoniano. Para establecer este paralelismo nos hemos fundado en el estudio comparativo de los fósiles, y se puede ver en las actas de la sesión extraordinaria celebrada en Mans ⁽¹⁾ que reconocimos 28 especies comunes á España y á Francia.»

«Además de las areniscas y calizas de que acabamos de hablar, existen en el terreno devoniano de las montañas de Leon bancos de caliza más elevados; son los de caliza roja con *Goniatites* y *Orthoceratites* de Puentealba, cerca de Robles y de Busdongo, en el camino de Leon á Oviedo. Estas calizas, muy semejantes á los mármoles llamados *griottes* de los Pirineos, parece que deben ocupar, como ellos y como las calizas rojas con *Goniatites* de las márgenes del Rhin y de la Westphalia, la parte superior del sistema devoniano. D. Casiano de Prado ha descubierto asimismo en Llama, cerca de Sabero, pizarras que deben incluirse también entre las capas más elevadas de este sistema; siendo el *Cardium palmatum*, Gold. el más característico de los fósiles que contienen.»

Mis estudios en la provincia de Leon me han permitido añadir algunos pormenores á las observaciones precedentes. La base del terreno devoniano en dicha comarca está formada, según la indicación de M. de Verneuil, por una gran masa de areniscas, pero bien pronto se ve que las menas de hierro tienen una posición fija, pues se hallan en la parte superior de las areniscas. Pueden, por lo tanto, dividirse estas areniscas en dos hiladas diferentes; la inferior, formada de pizarras y areniscas, y la superior, que es mucho menos gruesa que la primera, está caracterizada por la presencia de aquella mena. Esas areniscas devonianas de España tienen sus equivalentes en Francia, y creo que debo referir la hilada superior ferruginosa á las areniscas de *Landevennec*, que también contienen mena de hierro, y la inferior á las pizarras y cuarcitas de *Plougastel*; divisiones del terreno paleozoico de la Bretaña, definidas ya en los Anales de la Sociedad Geológica del Norte ⁽²⁾.

(1) *Réunion extraordinaire au Mans, Bull. Soc. Géol. France. 2e série. Tome VII, pag. 785.*

(2) *Note préliminaire sur le terrain silurien de l'Ouest de la Bretagne. Tome IV, pag. 38. Note sur le terrain devonien de la rade de Brest. Tome IV, pag. 59.*

Las calizas que se hallan sobre las areniscas y forman las cumbres de las montañas devonianas de la provincia de Leon, corresponden por su fauna como lo había reconocido M. de Verneuil, á las calizas de Néhou, de Viré y de la rada de Brest, ó mejor dicho, á la *grauwacka de Faou con Chonetes sarcinulata*. Pero mientras que en Bretaña la caliza no forma sino lentejones entre la capa de *grauwacka de Faou*, en España abunda más que los sedimentos de otra naturaleza hasta el punto de que casi forma por sí sola toda la hilada. Los trabajos de M. Gosselet han demostrado que esa disposición de las calizas devonianas es frecuente en el Ardenne, y se sabe que no está limitada á esa sola región.

Sobre las citadas capas, que pertenecen al terreno devoniano inferior, se hallan los depósitos referidos á la parte superior del mismo sistema, ó sean las calizas rojas con *Goniatites de Puentealba* y las pizarras negras con *Cardium Palmatum de la Collada de Llama*, que merecen especial atención. Las pizarras negras de la Collada de Llama se indicaron por vez primera en 1850 por D. Casiano de Prado ¹, quien las consideró como pertenecientes al sistema carbonífero. Los fósiles recogidos eran escasos y se hallaban en nódulos arcillo-ferruginosos, muy abundantes en las pizarras; M. de Verneuil, al examinarlos, reconoció un *Orthis*, un *Phacops* y una *Posidonomya*. Siendo desconocido el género *Phacops* en el sistema carbonífero, dicho fósil indicaba la existencia del devoniano, pero la *Posidonomya* parecía ser una concha carbonífera y suministraba una presunción en favor de la opinión de D. Casiano de Prado. Esta *Posidonomya* se describió como nueva por M. de Verneuil, quien la representó también ⁽²⁾ dándole el nombre de *Posidonomya Purgai*, comparándola á la *P. vetusta (Inoceramus vetustus, Sow)*; de la cual difiere en ser más inequilateral, viniendo á constituir un término medio entre ésta y la *P. Boucheri*, de la que á su vez se diferencia en el menor número de arrugas ó pliegues transversales y en su mayor espesor. M. de Verneuil la comparaba también á la *P. lateralis* y á otras *Posidonomyas* del terreno carbonífero inferior del Devonshire, del Harz y de las orillas del Rhin. El descubrimiento de nuevos fósiles hizo á D. Casiano de Pra-

(1) Casiano de Prado: *Note géol. sur les terrains de Sabero et de ses environs dans les montagnes de Leon (Espagne). Bull. Soc. Géol. France. 2e série. Tome VII, pag. 137.*

(2) *Bull. Soc. Géol. France. 2e série. Tome VII, pag. 170, pl. 3, fig. 3a, 5b.*

do modificar la opinion que tenia acerca de la edad de estas capas, manifestando en 1860 ⁽¹⁾ que las pizarras de la Collada de Llama contenian *Cardium Palmatum*, *Posidonomya Pargai*, una *Conularia* y algunas especies más, bastante raras, que se hallan casi siempre dentro de pequeños riñones ferruginosos. «No hay allí, agregaba, braquiópodos ni crinoides, y se puede considerar esta faja, que no se ve en ningun otro sitio de la cordillera Cantábrica, como la parte superior del terreno devoniano.»

He observado estas pizarras negras con *Cardiola retrostriata* (*Cardium palmatum*), de la Collada de Llama, sigue diciendo M. Barrois, en otra parte de la provincia de Leon; cuyo nuevo yacimiento es de más fácil acceso que el de las inmediaciones de Sabero, puesto que se halla á poca distancia de la carretera de Leon á Oviedo. Dicha carretera va por el valle del Bernesga; y cuando saliendo de Leon se llega, en Puentealba, á los terrenos paleozóicos, y se atraviesa el acueducto de la Robla, donde las calizas rojas con *Goniatites* se ofrecen con gran desarrollo, es preciso seguir la carretera hasta el primer afluente de la orilla izquierda del Bernesga, para ver las pizarras negras donde he encontrado la *Cardiola retrostriata*, la *Posidonomya Pargai*, etc.—Los habitantes del país llaman á dicho afluente arroyo del Barrero; y en él se presentan buenos afloramientos de pizarras y grauwaacks del período carbonífero, de calizas rojas con *Goniatites* y de pizarras negras con *Cardiola retrostriata*: en él he observado tambien que las calizas rojas con *Goniatites* de Puentealba están superpuestas á las pizarras negras con *Cardiola retrostriata* de Llama. En esas pizarras negras he recogido muchos fósiles, sobre todo en un barranco que, segun me dijeron, se designa con el nombre de *El Fuego*: dichas pizarras, que son finas, ampelíticas y de un negro muy oscuro, contienen verdaderos lechos de nódulos duros, discoideos, arcillo-ferruginosos, en cuyo interior se encuentran los fósiles cuando se rompen. Los caracteres petrográficos de esta capa recuerdan, con solo verla, las de Bretaña, que he descrito con el nombre de pizarras de *Porsguen*; la posición estratigráfica y la fauna de las pizarras de Llama manifiestan igualmente que corresponden en un todo á las pizarras de *Porsguen* (pizarras de *Wissenbach*), y que no deben incluirse en el terreno devoniano superior, como se ha hecho hasta ahora.

(1) Casiano de Prado: *Sur l'existence de la faune primordiale dans le chaîne cantabrique*. Bull. Soc. Géol. France, 2^e série. Tome XVII, pág. 520.

Las pizarras negras con *Cardiola retrostriata* de la Collada de Llama, cubiertas por las calizas rojas con *Goniatites* de Puentealba, están sobre las calizas con *Spirifer lævicosta*, y á su vez las pizarras de *Porsguen* se apoyan sobre la hilada de grauwaack de Faou, que he referido á la caliza con *Spirifer lævicosta* de Leon. En cuanto á la fauna de las pizarras de Llama, es la misma que la de las pizarras de *Porsguen*. En la primera de dichas localidades he recogido las especies siguientes, y no dudo que, haciendo investigaciones más seguidas, se hallen nuevas analogías.

Phacops latifrons, Bronn.

Goniatites occultus, Barr.

Orthoceras regularis, Sch.

Bactrites Schlotheimii, Quenst. sp.

Pleurotomaria subcarinata, F. A. Roem.

Posidonomya Pargai, de Vern.

Cardiola retrostriata, Buch.

Retzia novemplicata, Sandb.

Dichos fósiles son los que más abundan en las pizarras de *Porsguen*; entre ellos hay una especie que merece mencion particular, que es la *Posidonomya Pargai*, no hallada todavía en Bretaña.

Yo habia indicado como muy abundante en este país la *Posidonomya venusta* ⁽¹⁾; ahora bien, las diferencias entre la *Posidonomya venusta* y la *Posidonomya Pargai* son muy ligeras. El profesor Ferd. Roemer ha tenido la bondad de comparar mis *Posidonomyas* del terreno devoniano inferior de Bretaña con la *Posidonomya venusta*, que caracteriza el terreno devoniano superior de Alemania y de Polonia, y ha encontrado que se asemejan mucho entre sí.

Hay que admitir, pues, que el terreno devoniano superior con *Cardiola retrostriata* no existe en España como se habia creído; lo que, por el contrario, se encuentra es un equivalente á las pizarras de *Porsguen*; una analogía más entre el terreno devoniano de España y el de Bretaña. La parte superior del terreno devoniano de Leon está constituido por las calizas rojas con *Goniatites* y *Orthoceratites* de Puentealba, que creo comparables á las calizas amigdaloides y á los mármoles llamados *griottes* de los Pirineos, á las calizas rojas con *Goniatites* de la Westphalia y á las calizas de Cap-Choux en el Loira Inferior.

(1) No debe confundirse la *P. vetusta*, Sow., con la *P. venusta*, Munt.

ESTUDIO GEOLÓGICO Y PETROGRÁFICO

DEL NORTE DE

LA PROVINCIA DE SEVILLA.

Invitado por el Excmo. Sr. D. Manuel Fernandez de Castro para insertar algun trabajo en el «Boletin de la Comision del Mapa geológico,» que tan acertadamente dirige, no he titubeado en acceder tomando parte en tan útil publicacion, siquiera sea imperfecta la obra que ofrezco: sin embargo, ella atestigua mi solicito afan de contribuir al esclarecimiento de la geologia de la Peninsula, por cuyo adelantamiento tantos y tan provechosos esfuerzos está haciendo aquella digna Corporacion; y al mismo tiempo que demuestro mi gratitud por la manera como ha sido acogido mi trabajo, doy á su Director el parabien por la liberalidad con que da cabida en sus publicaciones á este y á otros que se hacen fuera de la esfera oficial.

RESEÑA OROGRÁFICA.

La parte de la provincia de Sevilla que va á ser objeto de este estudio, se halla comprendida entre la márgen derecha del rio Guadalquivir y las provincias de Huelva, Badajoz y Córdoba. La casi totalidad de la comarca pertenece á la agreste zona montañosa que con el nombre de Sierra-Morena se extiende desde los llanos de la provincia de Albacete al vecino reino de Portugal.

Cuando se intenta exponer los grandes rasgos de la estructura orográfica de esta parte del pais, se tropieza con sérias dificultades, tanto por la anómala constitucion que esta llamada cordillera presenta en su conjunto, cuanto por la carencia casi absoluta de grandes y

marcadas prominencias que, á semejanza de lo que sucede, por ejemplo, en la opuesta vertiente del Guadalquivir, puedan servir de verdaderos puntos de partida.

Es tan monótona esta region; son sus caractéres en todas partes tan semejantes; se halla deprimida tan por igual; á primera vista se nota tan poca dependencia entre sus rasgos más pronunciados y los fenómenos geológicos que han trastornado su suelo, que si el mismo investigador hubiera tomado como único tipo una sola de las dos opuestas vertientes del rio, es más que probable que hubiera llegado á conclusiones completamente distintas acerca de las causas generadoras de estas montañas. Después del estudio del variado conjunto de la márgen izquierda, no hubiera titubeado en atribuir una influencia preponderante á los trastornos orogénicos, mientras que en las montañas de la márgen opuesta, quizás creyera deber considerar como principales factores de su estructura á los agentes exteriores ó atmosféricos; y llegaría tal vez á considerar estos poderosos agentes como los únicos que habian intervenido en su relieve. Estudiando, sin embargo, la comarca con atencion, se verá que á pesar del inmenso periodo durante el cual dichos agentes han estado ejerciendo su acción, no han podido hacer desaparecer los grandes jalones de su estructura íntima; debiéndose á estos fundamentales rasgos de la corteza del globo, más si cabe que á las causas exteriores, esa que pudiere llamarse ruina de cordillera, que constituye la Sierra-Morena.

Cuando el observador abandona por primera vez las dilatadas llanuras de Extremadura y de la Mancha con sus destacadas sierras, que como islas sobresalen entre la no interrumpida planicie, y penetra en esa fragosa comarca, con dificultad puede encontrar la razon de su complicada estructura, y necesita un detenido exámen para darse cuenta del complejo fenómeno que á su vista se presenta.

Observa invariablemente, que en vez de llegar desde esos grandes llanos á una verdadera cordillera, como su nombre implica, los inconexos montes, no sólo no forman divisoria entre las dos grandes cuencas hidrográficas del Guadiana y del Guadalquivir, sino que parte de las aguas que caen en estos llanos, en vez de verter en el Guadiana se dirigen al Sur, y abriéndose paso por entre las agrestes gargantas de Sierra-Morena van á engrosar el caudal del Guadalquivir. Encuéntrase, por lo tanto, la línea de aguas vertientes entre estos dos rios, precisamente en los bordes de la meseta central española: constituyendo, por decirlo así, la Sierra-Morena una série de peldaños por

donde se desciende desde esta elevada planicie á la vaguada del Guadalquivir.

Pero aún más llama la atencion la diferencia que existe entre la direccion general de la línea divisoria de la cordillera Mariánica, que es próximamente de E.N.E. á O.S.O., ó sensiblemente paralela al valle del Guadalquivir y la de todos los accidentes más pronunciados, tanto geológicos como orográficos, que invariablemente se encuentran orientados de N.O. á S.E. Siendo de notar que en esta cordillera, no sólo no coincide la línea de aguas vertientes con su cresta culminante, sino que tampoco presenta la menor concordancia con su orografía, existiendo una completa anomalia en todos los rasgos distintivos de esta cadena montañosa.

Sin embargo, cuando se estudien sus principales fenómenos geológicos, se verá que tan anómala estructura no es más que un corolario de la série de variados y profundos trastornos que toda esta region ha experimentado desde un periodo que se pierde en la tenebrosa noche del pasado, pero que ha quedado grabado de una manera tan indeleble, que aún es dado deslindarlos á pesar de la série de perturbadoras vicisitudes que esta parte de la corteza terrestre ha sufrido.

Cuando veamos que las grandes masas graníticas atravesaron los más antiguos depósitos de la comarca en época tan remota que sus ruinas sirvieron ya de materiales á los conglomerados del periodo cambriano superior, conglomerados que parecen iniciar, con sus manifestaciones plutónicas concomitantes, el gradual hundimiento que desde aquella época experimentó esta parte del país, y la série de oscilaciones por que debió pasar mientras se depositaban las capas silurianas de las limitrofes provincias de Badajoz y de Córdoba; cuando veamos el especial movimiento de báscula que esta parte del continente parece haber experimentado al comienzo de la época carbonífera inferior, por el cual quedó fuera de las aguas de aquel mar una parte considerable de la actual meseta central, mientras la parte sudoeste permanecía bajo su nivel, hasta que se acumularon los potentes depósitos que hoy observamos; y si como complemento de toda esta série de trastornos se tiene en cuenta el plegamiento de todo el terreno hácia el N.NE. y las grandes manifestaciones plutónicas que acompañaron á este fenómeno con anterioridad á la conclusion del periodo carbonífero, así como la gran quiebra que desde la época triásica parece haber partido en dos esa antigua cordillera, se verá

que hay motivos suficientes que justifiquen la anómala estructura que hoy presenta.

Desde el momento que esta quiebra se inició, puede decirse que estaban ya echados los fundamentos del actual valle del Guadalquivir; y gracias á ella una parte de estos terrenos descendieron bajo el nivel del mar, viniendo á cubrirlos la acumulacion de depósitos secundarios y terciarios que hoy observamos, mientras que la otra quedaba formando parte de la meseta central española.

Por todo lo que antecede, se ve que realmente la Sierra-Morena es una verdadera ruina de cordillera.

Sintetizada en breves palabras, puede definirse esta region diciendo: que es el remanente de una antigua protuberancia, sometida á una série de trastornos que se sucedieron con marcada constancia de N.O. á S.E., y que con posterioridad ha sido desgajada por fallas dirigidas de O.SO. á E.NE., paralelas al valle del Guadalquivir; fallas cuyo borde septentrional muestran la antigua estructura del país, y constituyen hoy la llamada cordillera Mariánica, que separa la meseta central de la feraz Andalucía.

Terminada esta breve digresion, que he considerado necesaria para que el lector se haga cargo de las dificultades con que tropieza el que quiera describir la orografía de la comarca, y pueda al mismo tiempo tener idea de los verdaderos caracteres de esta zona montañosa, voy á hacer un ligero resumen en que se pongan de relieve los principales rasgos, tanto orográficos como geológicos que la distinguen.

Si se examina una carta de la provincia de Sevilla, se verá que la parte de la derecha del Guadalquivir se divide en dos zonas perfectamente distintas; hallándose constituida por terrenos poco quebrados, una de ellas, la conocida vulgarmente con el nombre del *Aljarafe*, que ocupa toda la extension que media entre la márgen derecha del rio, desde la Rinconada hasta su desembocadura y los límites de la provincia de Huelva. En esta region, la parte superior la ocupan las formaciones terciarias exclusivamente, y la inferior los légamos y aluviones del Guadalquivir: formando el terreno lomas suaves que se elevan á unos 100 metros sobre el nivel del mar, y sólo en los sitios en que los diversos arroyos que vienen de la Sierra han profundizado sus lechos se hacen estos accidentes algun tanto pronunciados.

La otra region pertenece en su totalidad á la Sierra-Morena; y como es la parte realmente importante, y donde se desenvuelve la sé-

rie de fenómenos que vamos á estudiar, en ella es donde fijaremos brevemente nuestra atencion.

Antes de proceder, sin embargo, á describir la estructura orográfica que domina en esta comarca, creo del caso señalar la notable constancia en la direccion que el rio Guadalquivir conserva durante la mayor parte de su curso, especialmente desde que se junta con el Jándula, en la provincia de Jaen, hasta la gran inflexion que experimenta en la Rinconada, direccion que es próximamente de O.SO. á E.NE.

Debe tambien tenerse en cuenta la especial manera que tiene este rio de venir adosado al pié de la Sierra-Morena, pues parece se levanta de repente en la orilla derecha, mientras que por la márgen izquierda se extienden al S. en suave plano inclinado los depósitos terciarios, para incorporarse á los estribos de la cordillera Bética, estando la vaguada del Guadalquivir precisamente en el contacto de los depósitos más recientes del valle y los más antiguos de la Sierra-Morena.

Este hecho, como más adelante se verá, no deja de tener importancia, pues parece indicar que la parte más marcada de la falla que evidentemente determina este valle existe al pié de la misma cordillera Mariánica.

Si se examina el bosquejo geológico (formado sobre la carta geográfica, aún inédita, que el Sr. D. Francisco Coello ha tenido la bondad de facilitarme) que acompaña á este trabajo, se verá que la parte perteneciente á la Sierra-Morena constituye tres regiones cuya estructura geológica es bastante diferente.

La más oriental está casi exclusivamente constituida por una gran extension del sistema Cambriano superior, orientado de N.O. á S.E. Esta formacion constituida en su base por un gran espesor de conglomerados, grauwackas y pizarras, termina por una sucesion, en extremo potente, de calizas y pizarras.

La region central, aunque dividida en dos por la gran cortadura del Biar, que han rellenado depósitos posteriores de la época triásica, está constituida por terrenos más antiguos aún que la precedente, representados por una inmensa série de rocas arcáicas atravesada por grandes masas de granito.

En la tercera region la naturaleza del suelo cambia por completo, y aumentando sobremanera las manifestaciones plutónicas que en las otras dos están representadas ya por grandes asomos de pórfidos y

diabasas, forman estas rocas una ancha faja que, con dirección E.S.E. á O.NO., atraviesa toda la extensión que media entre las márgenes del Biar y los límites de la provincia, penetrando en la de Huelva, donde el Sr. D. J. Gonzalo y Tarín la ha trazado minuciosamente hasta unirla con los grandes afloramientos de Portugal.

Entre estas masas de rocas cristalinas se encuentran empotrados manchones de pizarras que deben ser en gran parte prolongación de las de *Posidonomya Becheri* del S. de Portugal y de dicha provincia.

A estas tres zonas, de distinta composición geológica, corresponden tres regiones orográficas, que se diferencian algún tanto entre sí á pesar de la persistente monotonía que domina en toda Sierra-Morena.

Es tan semejante asimismo en todas partes el paisaje que caracterizan sus sempiternos montes, de casi igual altura y forma, cubiertos todos por la misma *mata parda*, que acaban por cansar la vista del viajero, deseoso siempre de llegar á un punto culminante que le permita reconocer el paraje en que se encuentra y variar algún tanto de escena; tiene á veces, sin embargo, que andar leguas y leguas subiendo y bajando cerros sin alcanzar su objeto, y cuando lo cree conseguido, es raro que llegue á dominar siquiera un mediano horizonte.

La más oriental de estas tres regiones he dicho que está casi exclusivamente constituida por depósitos del sistema Cambriano superior, cuyos estratos forman una serie de rapidísimos pliegues, dirigidos próximamente de N.O. á S.E., constituyendo una especie de protuberancia de idéntica orientación, que aparece como empotrada entre la banda de terrenos azóicos, que desde la provincia de Badajoz penetra hasta las márgenes del Guadalquivir, y la gran faja de terrenos igualmente antiguos, que parecen adquirir su mayor desarrollo en la sierra de los Santos, en la provincia de Córdoba.

Cuando se observa desde cierta distancia, bien desde los terrenos relativamente bajos entre el Parroso y el Biar, ó bien desde las llanuras que existen entre Llerena y Azuaga, se distingue esta comarca por lo pronunciado de sus eminencias, y bien se la considere por Oriente ú Occidente forma siempre una serie de alturas que se destacan sobre todas las demas de la comarca.

Cuando por primera vez se estudia dicha región parece de todo punto imposible descubrir en el dédalo de montes que la constituye un orden dado, y sólo se cree reconocer en ese complicado laberinto el resultado de erosiones efectuadas durante un largo período de

tiempo, que parecen haber borrado toda huella que indique haber existido una ley en su constitución: tal es la aparente irregularidad que domina en todos sus accidentes. Sin embargo, cuando se reconoce su estructura geológica se ve que esta especie de protuberancia se debe á la mayor dureza de los materiales cambrianos que, sobre todo en la parte superior, son calizas compactas infinitamente más resistentes á los agentes atmosféricos que las pizarras blandas ó los granitos profundamente descompuestos sobre que reposan.

Además, cuando se considera en su conjunto esta protuberancia no deja de llamar la atención que el reborde oriental de la formación adquiera cerca del contacto la apariencia de una cordillera, la cual sirve de divisoria entre los diversos arroyos que van á desaguar en el Bembézar, que recorre la provincia de Córdoba y los que atravesando el norte de la de Sevilla vierten en el Guadalquivir.

Este hecho parece ser el resultado de la diferencia de nivel relativo en que se efectúa el contacto entre la formación cambriana y las pizarras inferiores, pues mientras que por su parte oriental se encuentran los conglomerados de la base á 650 metros sobre el nivel del mar, por su borde occidental se efectúa el contacto á 500 ó 550 metros no más sobre el mismo nivel.

Esto parece indicar que el conjunto de la formación constituye un inmenso plano inclinado, que teniendo por la parte oriental sus pendientes naturales, debidas á las diferentes rocas que componen las dos formaciones superpuestas, presenta en la vertiente opuesta un dilatado declive á través del cual han ido abriendo las aguas el dédalo de barrancos que hoy existen.

Efectivamente, si se considera la comarca en su conjunto y se prescinde de los desgastes efectuados por los agentes exteriores se observa esta coincidencia: que mientras las alturas del borde oriental alcanzan más de 900 metros, las que dominan el contacto de ambas formaciones por el occidental rara vez pasan de 600, cual si guardaran idéntica proporción á ambos lados de dicha línea, explicando esto en mi juicio por qué es el borde oriental, como más adelante tendrá ocasión de verse, el que divide las aguas entre el Bembézar y los diversos arroyos de la provincia de Sevilla.

Desde las cercanías de Llerena, en la de Badajoz, se ve el reborde oriental de la gran masa de calizas cambrianas dirigirse al Sudeste, mientras que á corta distancia de su base desaparecen los últimos restos de esta formación para ser reemplazados por las pizarras in-

feriores que forman la gran llanada que separa en este sitio las aguas del Guadiana de las del Guadalquivir.

En toda esta region, hasta que penetran en la provincia de Córdoba, al Norte de las Navas de la Concepcion, las calizas que constituyen el reborde oriental de la citada protuberancia forman una serie de alturas que en las sierras del Viento y del Agua, en el término de Guadalcanal, alcanzan alturas de más de 900 metros sobre el nivel del mar, mientras que en sus mayores depresiones se mantiene siempre por encima de los 700 metros.

Las caídas de este reborde al Bembézar son rápidas hasta llegar a la ya dicha llanada, que se extiende entre Llerena, Malcocinado y Azuaga, y que se mantiene elevada próximamente a unos 600 metros.

Por Occidente, al contrario, forman sus derrames, como era de presumir, una serie de arroyadas que, ya cortando más ó ménos normalmente la estratificación del terreno, ya por entre las crestas de los repetidos pliegues que hacen los estratos de esta formación la atraviesan de un extremo á otro y contribuyen á dar vida á uno de los más amenos paisajes de la comarca.

Entre los agrestes barrancos que los arroyos han abierto en esta parte del país se encuentran algunos sitios, que sin dejar de participar de la dominante monotonía de toda Sierra-Morena, son, sin embargo, extremadamente bellos, y aunque la igualdad de sus cumbres y la falta de grandes horizontes, que tanto deleitan en los países montañosos, imprimen un carácter especial á toda la region, es á pesar de eso bastante variada; lo cual, unido á su vegetación arbórea abundante y lozana, ofrecen de vez en cuando al viajero admirables puntos de vista.

Los derrames de esta parte de la sierra se juntan en cuatro arroyos principales; dos de ellos se deslizan por entre el dédalo de cerros próximamente de N.E. á S.O., mientras que los otros dos lo hacen de N.O. á S.E. El más septentrional es el conocido con el nombre de Benalija, que recibe todos los desagües de la sierra al Norte de Cazalla y de San Nicolás del Puerto, río que al abandonar las calizas cambrianas se socava un profundo lecho entre las blandas pizarras antiguas, por donde corre durante una gran parte de su curso hasta verter en el Biar, que según veremos más adelante tiene su origen en los llanos de Extremadura, y corta por consiguiente la Sierra-Morena en toda su extensión. Más al Sur, dividido del Benalija por una cresta que entre San Nicolás y Alanis, al Norte de Cazalla, está á más

de 700 metros sobre el nivel del mar y próximamente orientado en dirección normal á la que siguen los pliegues de esta formación, se encuentra el Huesna, el más importante de los que nacen en la parte norte de la provincia de Sevilla.

Este río, que recoge los derrames de toda la zona montañosa entre Cazalla, Constantina y San Nicolás del Puerto, corre durante la primera parte de su curso de N.E. á S.O. y está separado de los otros dos arroyos que vierten en el Guadalquivir con curso de N.O. á S.E. por una cresta semejante á la ya descrita entre el Huesna y Benalija y de igual dirección y altura.

Continúa el Huesna á través de toda la formación cambriana, ó sea hasta que llega á la fábrica del Pedroso, en dirección constante al S.O. poco más ó ménos, cortando casi normalmente los accidentes geológicos de esta parte del país y recibiendo por derecha é izquierda todos los pequeños arroyos que descienden desde las dos crestas paralelas que cierran su cuenca por Norte y Sur. En la misma fábrica del Pedroso se junta con la ribera del San Pedro, arroyo que viene ya encallejonado y con curso próximamente de N.O. á S.E. entre las masas graníticas y porfídicas de la cresta de *Geleon* y de la Sierra del Cañuelo y los estratos cambrianos que forma los altos cerros entre Cazalla y la dicha fábrica.

Desde que el Huesna se junta con la Ribera del San Pedro, sufre una inflexión en la dirección de su curso, y en vez de continuar al Sudoeste y verter en el Biar, como sucede con el Benalija, se encuentra el paso cerrado por la gran dislocación de la Sierra del Cañuelo; abandonando entonces los últimos conglomerados de la formación cambriana toma la dirección que ya traía la Ribera del San Pedro, y unas veces al S.O. y otras al S.E. se abre laboriosamente paso por los bordes de las grandes masas graníticas y porfídicas de esa parte del país.

Durante este trayecto recibe el Huesna por su margen izquierda los derrames de los ásperos montes de las cercanías de Constantina, que forman el arroyo Benajil, mientras que por la derecha, y próximo ya á su desagüe en el Guadalquivir, recibe los arroyos Tomajoso y Parroso, insignificante hilo de agua este último, pero al mismo tiempo impetuoso torrente durante las copiosas lluvias del invierno. Dicho arroyo está formado por los derrames de la masa granítica que por tan largo trecho ha venido costeadando el Huesna, y que reunidos en su parte central forman de repente en ciertas ocasiones el caudaloso torrente á que nos hemos referido.

Desde las vertientes meridionales de la cresta que limita la cuenca superior del Huesna por el Sur se forman dos grandes arroyos, cuyo curso viene á ser de N.O. á S.E., y entran directamente en el Guadalquivir. El más occidental de estos arroyos, llamado Guadalbacar, confluye cerca de Lora, mientras que el otro, que en una parte de su trayecto sirve de límites á las provincias de Córdoba y Sevilla, es conocido con el nombre de Arroyo Retortillo, y desagua al Este de Peñaflor.

Existen además algunos arroyos de escaso caudal, que vierten también directamente en el Guadalquivir, formados por los derrames de una serie de colinas constituidas por los afloramientos graníticos y diabásicos que, como prolongación de las grandes masas que existen entre el Biar y el Huesna, se descubren al Sur de la protuberancia cambriana al N.E. de la provincia.

Estos afloramientos forman al Norte de Villanueva y Lora una sucesión de alturas de escasa elevación; pero que, sin embargo, obligan á todos los derrames que vienen de la divisoria, en las cercanías de Constantina, á reunirse con el ya mencionado Guadalbacar, cuya cuenca, de figura casi semicircular, es sumamente curiosa.

Las rocas constituyentes de la región central, como ya he tenido ocasión de indicar, son de época anterior á las que forman la zona oriental. Esta comarca está constituida casi en su totalidad por la prolongación al S.E. de la ancha faja de terrenos antiguos que desde el vecino reino de Portugal penetra en nuestro país por entre Badajoz y Valencia de Montbuey.

Dicha banda, constituida por una serie de micacitas, talcitas, calizas sacaroideas y pizarras satinadas, de un espesor considerable, forma también pliegues de idéntica orientación que los estratos cambrianos, pero rotos y atravesados con frecuencia por grandes masas de granito. La citada faja aparece cortada en dos por la gran depresión en cuyo fondo corre el río Biar; fenómeno que, dada la estructura general del país, no tendría nada de particular; pero que, atendidas las circunstancias en que se presenta, no deja de ofrecer cierta importancia.

Este río, como ya he tenido ocasión de indicar, nace en los llanos de Extremadura y atraviesa la formación oblicuamente á la dirección de sus grandes dislocaciones; hecho que podría explicarse como un simple fenómeno de erosión si sólo se tuviera en cuenta que toda la comarca está deprimida por igual; pero coincidiendo esta cortadura

especial con algunos hechos que parecen guardar cierta relación entre sí, no creo fuera del caso fijar algún tanto la atención en ellos y poner de manifiesto la serie de deducciones á que se prestan.

Cuando se sigue el curso del valle se observa que el fondo está relleno por una serie de pudingas, areniscas y pizarras, que se consideran pertenecientes al período triásico. Estos depósitos siguen siempre á lo largo del río sin extenderse jamás á derecha ó izquierda, cual si en aquella época hubiera ya formado la depresión del Biar una ría ó estuario entre tierras á la sazón más elevadas, por entre las cuales hubiese penetrado el mar triásico, que en aquella época cubría la mayor parte del actual valle del Guadalquivir.

Si además se fija el observador en las alturas absolutas de los terrenos á uno y otro lado del río, verá que las cumbres llegan á la misma elevación en ambas vertientes, tanto en las Sierras de la Padrona como en las de Guadalcanal; pero si se tiene en cuenta que las cumbres de las últimas están constituidas por las calizas cambrianas, mientras que las alturas que dominan al Biar por su margen derecha lo están por los estratos de la formación arcaica, este hecho parece indicar que existe una diferencia de elevación relativa entre ambos márgenes del río. Más visible aún se hace este contraste si se comparan los elevados terrenos de la Padrona con los azóicos, que no son sino su prolongación entre el Huesna y el Biar, resultando más patente la diferencia entre ambos márgenes del río.

Por otra parte, si se observa la especie de plano inclinado que las rocas del período cambriano forman en su conjunto, cuya caída hacia el Sur, si bien como se verá más adelante, es común á toda la cordillera, se encuentra en este caso más acentuada, es plausible admitir que la depresión por donde corre el río Biar no proviene simplemente de erosiones efectuadas por las aguas, sino que obedece á alguna falla ó quiebra en el terreno, cuyo borde occidental se encuentra algún tanto más elevado que el oriental. Además de esto debe tenerse presente la independencia que existe entre la Sierra-Morena, invariablemente unida á la meseta central de la península y los terrenos que constituyen el valle del Guadalquivir, el cual forma, por decirlo así, el límite hasta donde han penetrado los depósitos secundarios y terciarios de dicho valle, habiendo éstos á lo sumo avanzado en pequeños golfos ó bahías por entre las quiebras de la Sierra, mientras que por el Sur cubrían el valle con un espeso manto de sedimentos.

Si se considera, por último, que en la época en que se depositaron los que rellenan la cuenca del Biar, ya la depresión parecía existir en análoga forma á la que tiene en la actualidad, que en dirección N. 18°0, es sensiblemente normal á la que sigue el río Guadalquivir durante casi todo su curso; y que esta dirección parece coincidir con la fractura que divide ambas regiones de nuestra península, adquiere grandes probabilidades de exactitud la idea de que la depresión del Biar no es el resultado de simples erosiones.

En presencia de estos hechos es razonable deducir que la diferencia que se observa entre las dos vertientes del Biar se debe á un fenómeno común á toda Sierra-Morena, pero más perceptible en el caso citado como consecuencia de una quiebra transversal que acompañó á la gran fractura que tan importante papel desempeña en la estructura de la península. Considerada como una consecuencia de esa quiebra del terreno, se explica satisfactoriamente la notable diferencia de nivel que existe entre la parte de la zona central que constituye las elevadas cumbres de la Padrona y alturas inmediatas, formadas por pizarras azóicas, y el terreno escasamente levantado que desde la margen izquierda del Biar se extiende hasta Lora y Peñaflo. Observándose igualmente que mientras la Padrona alcanza en sus cimas cerca de mil metros sobre el nivel del mar, los terrenos que constituyen su prolongación en la margen izquierda, escasamente llegan á 400 ó 500 metros sobre el mismo nivel, salvo en la Sierra del Cañuelo, donde alcanza unos 600 metros.

Contribuye todavía más á que se diferencien entre sí las dos partes en que se divide la gran zona arcáica que atraviesa la provincia de Sevilla, la magnitud de las masas de granito que asoman entre el Huesna y el Biar, pues algunos de ellos adquieren dimensiones considerables. El granito que aparece allí descompuesto y atravesado por numerosos diques de pórfidos, se halla en un estado de degradación tan completa, que en vez de formar las partes más elevadas se encuentra en las relativamente deprimidas de la comarca, cuyas alturas están constituidas por las pizarras. Llega á tal extremo el estado de descomposición de estas rocas, por efecto sin duda, como más adelante se verá, del infinito número de diques, vetas y filoncillos de pórfido que en todos sentidos lo atraviesan, que en la construcción del ferro-carril de Mérida se ha aprovechado precisamente esa condición, y en un largo trayecto y desde muy cerca de las minas de la Reunion hasta el mismo pueblo del Pedroso, sigue la vía á lo largo

de este terreno sin que haya sido preciso vencer para el desmonte dificultad alguna digna de mencionarse.

Esta descomposición del granito explica el régimen de desagües de la región; pues formando las pizarras que rodean la masa cristalina un reborde que se eleva de una manera más ó menos pronunciada á ambos lados de la misma, resulta que el de la parte oriental, constituido por una serie de alturas, de las cuales la Atalaya y la Sierra del Cañuelo son las culminantes, forma la divisoria entre las aguas del Huesna y las del Parroso, cuya cuenca es el resultado de la pronunciada depresión que forma la masa granítica. El reborde occidental de esta masa, que separa las aguas que corren á la depresión del Biar de las del Parroso, está á su vez constituida por otra serie de alturas no muy grandes, cuyos accidentes más pronunciados son el Cerro del Hornillo y los próximos á la Cañada de la Mujer, cuyo conjunto se conoce con el nombre de Sierra Atravesada.

El carácter distintivo de toda esta comarca es el estar constituida por una serie de cerros redondeados de poca elevación, sobre un terreno que en sus partes más bajas rara vez desciende á menos de 250 metros de altura, y cuyas caídas hácia el Sur son relativamente suaves, mientras que por occidente baja el terreno repentinamente formando la gran depresión por donde corre el río Biar. Son estas caídas tan rápidas en algunos sitios, que forman verdadero contraste con el resto del país, y en muchos parajes adquieren un aspecto realmente salvaje.

Varias de las subidas desde la depresión del Biar á lo que puede llamarse el terreno normal de esta parte de Sierra-Morena, son sumamente ásperas, y la cuesta de Upa, la de la Guitarra y el camino de San Benito tienen fama en el país como terrenos de difícil tránsito.

Según ya se ha dicho, nace el río Biar en los llanos de Extremadura, y forman sus principales afluentes los derrames de la Sierra de Tentudia y de las alturas próximas á Llerena, cuyas aguas reuniéndose con las que descienden de las cercanías de Fuente de Cantos, en el terreno relativamente llano que hay entre estas dos series de alturas, constituyen el principio del Biar. Durante algún tiempo sigue el río una dirección próximamente paralela á los grandes accidentes geológicos de esta parte del país, pero antes de llegar á la provincia de Sevilla tuerce hácia el Sur y con un curso próximamente al N. 18°0. corta la Sierra-Morena en toda su extensión.

Desde dicho punto puede decirse que penetra el Biar en una co-

marca verdaderamente salvaje, y abriéndose paso por entre los ásperos estribos de la Padrona y alturas próximas, va recibiendo por derecha é izquierda los derrames de esa parte del país.

Desde que el río penetra en los depósitos triásicos, aunque encerrado siempre entre ásperas laderas, el valle se ensancha y forma por decirlo así el único de esta comarca, pues todos los demás son tan estrechos y abarrancados que con frecuencia, en las grandes avenidas del invierno, corre el agua, como en el país se dice, de monte á monte.

Por entre los escasos accidentes que caracterizan á los depósitos triásicos serpentea el río suavemente, y arrimándose unas veces al borde oriental del valle y otras al occidental, continúa hasta que recibe por su margen derecha el arroyo Garganta Fria, que le trae los derrames occidentales de la Padrona y alturas próximas á Almadén de la Plata. A corta distancia de este sitio se adosa definitivamente al borde occidental del valle, mientras que ensanchándose simultáneamente los depósitos del triás hacia Levante, se forma en el mismo fondo de la depresión un arroyo paralelo al Biar, que desagua en el Guadalquivir entre Cantillana y el Huesna, el cual no solamente recibe los desagües de parte de la Sierra Atraviesa, que separa esta depresión del Parroso, sino los de una gran superficie de los mismos depósitos triásicos.

La divisoria entre el Biar y el sistema de riberas y arroyadas que desde aquí se extiende hasta la provincia de Huelva, forman ya parte de la tercera de las regiones en que he dicho se divide esta sección de la Sierra-Morena.

En dicha región cambia el carácter general del país y en vez de la serie de accidentes orientados de N.O. á S.E. que dominan al Este del Biar se observa que la orientación es de Este á Oeste con algunos grados de desvío al Sur.

Coincidiendo con este cambio de dirección en los accidentes de la Sierra-Morena se observa que adquieren un desarrollo colosal las manifestaciones plutónicas, y mientras que los terrenos antiguos quedan relegados por decirlo así al Norte de la zona máxima de dichas manifestaciones, aparecen como empotrados entre las masas de rocas cristalinas numerosos lastrones de pizarras que por su facies parecen ser, á lo menos en parte, prolongación de la gran faja carbonífera inferior que desde el Alentejo en Portugal penetra en la provincia de Huelva.

Como más adelante tendré ocasión de señalar, el hecho de estar separados los sistemas azóicos del carbonífero por una banda de rocas eruptivas presenta una constancia notable, y esto unido á la manera anómala como se encuentra cortada la faja de sedimentos azóicos por grandes afloramientos diabásicos y porfídicos no deja de ofrecer cierto interés.

Tanto el Sr. D. J. Gonzalo y Tarín en España, como los señores Ribeiro y Delgado en Portugal, parecen estar contestes en considerar que el gran desarrollo de las pizarras del *culm*, tiene lugar al Sur de esa enorme banda donde se observan una multitud de fenómenos plutónicos; fenómenos que, como más adelante veremos, parecen ocasionados por grandes masas hipogénicas que han atravesado todos los terrenos de esta comarca. Esas inyecciones están orientadas al O.10°N.; pero á la irregularidad consiguiente á esa clase de afloramientos, se agrega la constante descomposición de las masas graníticas y sieníticas que hay en sus inmediaciones, para dar lugar á una serie de crestas orientadas en un rumbo exactamente paralelo al que siguen las masas diabásicas; aunque con frecuencia cortadas casi normalmente por los diversos cursos de agua que surcan esta parte del país, resultando un sistema de cerros en extremo complicado. Sucede muchas veces que las partes más elevadas de estas crestas, que llegan á 300 ó 400 metros sobre el nivel del mar, están constituidas por grandes fragmentos de pizarras empotradas en las rocas eruptivas y cristalinas que generalmente se hallan en completa descomposición.

Solamente en los montes que hay entre Cantillana y Castilblanco, adquieren las masas diabásicas bastante consistencia, si se me permite la frase, para formar por sí las crestas de esos pelados montes que se elevan en algunos puntos á más de 400 metros sobre el nivel del mar.

El sistema de desagüe de esta parte de la provincia es bastante sencillo, pues se reduce á dos ríos principales; conocido el más oriental con el nombre de Ribera de Santiponce, y el otro, que sirve en parte de límites con la provincia de Huelva, se llama Guadamar.

La Ribera de Santiponce, que es la más caudalosa de estas dos corrientes de agua, nace fuera de la provincia, mientras que el Guadamar es el único río de consideración, además del Huesna, que tiene toda su cuenca dentro de los límites de la provincia de Sevilla.

La Ribera de Santiponce recibe su principal tributo de la Sierra

de Tentudia, desde cuyas vertientes meridionales descienden dos arroyos de alguna importancia, que paralelamente atraviesan la comarca casi de Norte á Sur: son conocidos con los nombres de Ribera de Cala el más oriental y Ribera de Huelva el occidental. Continúan su curso en la misma dirección hasta penetrar en la faja de rocas eruptivas que casi desde la orilla del Océano en Portugal viene á desaparecer debajo de los terrenos terciarios del valle del Guadalquivir en Cantillana. En este sitio el curso de ambos ríos se hace indeciso, y después de seguir la Ribera de Huelva por un buen trecho, la dirección general de la citada faja se junta con la Ribera de Cala, atraviesa dicha faja para volver á seguir reunidos la primitiva dirección hasta verter en el Guadalquivir junto á Santiponce.

Los valles de estos ríos son por lo general profundos y abarrancados, y como cortan en ángulo recto las numerosas dislocaciones del terreno, excusado es decir que presentan paisajes sumamente variados, pudiendo citarse como ejemplo de estos contrastes la Ribera de Cala. Pasa, en efecto, en un cortísimo trecho desde el ameno paraje por donde se desliza apaciblemente sobre el manchón granítico que hay entre Santa Olalla y el Real de la Jara, cubierto de frondosos encinares, al desolado valle por donde corre entre gigantescas peñas al cortar los diques porfídicos del Puerto de los Ladrones, ó al atravesar los elevados montes de escarpadas laderas que constituyen la prolongación de la banda de pizarras de la Cuesta de la Media Fanega y alturas inmediatas.

El terreno en la divisoria de las riberas de Huelva y de Cala ofrece relativamente escasos accidentes, y por ella sigue durante gran trecho la carretera de Extremadura, en la cual pueden observarse todos los accidentes geológicos del país, mientras que por ambas vertientes descienden profundos barrancos hasta el nivel de los dos ríos que la surcan.

Si se fija el observador en la manera de efectuarse el desagüe de esta parte del país no dejará de notar que desde el monte de Cantillana hasta las orillas del Guadiana en Portugal, corre lo que puede considerarse como el límite Norte de la gran región plutónica de esta comarca, formando una arista que, aunque cortada en dos por la Ribera de Santiponce, separa sin embargo las aguas de esta parte del territorio de una manera en extremo notable; dicha línea divisoria desde las orillas del Biar al Norte de Cantillana se dirige al O.NO. hasta el Norte de Castilblanco, y mientras sus derrames septentrionales

van al Biar y á la Ribera de Cala, en los meridionales se forma una serie de *arroyadas*, de las cuales la llamada *Siete arroyos* es la más considerable, vertiendo todas directamente sus aguas en el Guadalquivir.

Entre Castilblanco y el Garrobo la divisoria se encuentra cortada tanto por la Ribera de Cala como por la de Huelva, pero pasada la cortadura vuelve otra vez á manifestarse la tendencia en esta zona á formar la línea de aguas vertientes, y dirigiéndose al O.NO. penetra en la de Huelva, formando sus derrames por el Sur la Ribera de Guadamar y el río Tinto, mientras que los de sus vertientes septentrionales corren á engrosar la Ribera de Huelva.

El Guadamar, que es el último curso de agua de que tenemos que hablar, pues el río Tinto pertenece ya por entero á la provincia de Huelva, recuerda en pequeño la Ribera de Santiponce, y como ella está formada por dos arroyos principales que cortan igualmente la Sierra casi de Norte á Sur.

Al abandonar la Sierra y penetrar en los terrenos relativamente bajos del Aljarafe, ambos ríos se juntan, y dirigiéndose al S.SO. paralelamente á la dirección del Guadalquivir en esta última parte de su curso, vierten, ya cerca de la desembocadura de este río, en uno de los ramales que forma la isla Mayor.

DESCRIPCION

DE LAS

ROCAS ERUPTIVAS Y CRISTALINAS

DEL NORTE DE LA PROVINCIA DE SEVILLA.

Petrologicamente consideradas las rocas cristalinas de la parte de a provincia de Sevilla comprendida entre sus limites Norte y la margen derecha del Guadalquivir, forman dos grandes grupos, constituido el uno por las rocas de composicion *ácida* y el otro por las de composicion *básica*.

Las rocas ácidas están representadas por una serie de granitos, sienitas, protoginos y pórfidos, felsíticos y cuarzosos, mientras que las básicas lo están por otro no ménos interesante de diabasas, dióritas, serpentinas y eufótidas.

Describiré estos dos grupos separadamente, no tanto por constituir dos entidades perfectamente distintas, cuanto para facilitar su estudio, pues en el curso de esta Memoria podrá verse más de un punto de contacto aún entre las rocas de más diversa composicion y estructura.

PARTE PRIMERA.

ESTUDIO DE LAS ROCAS ACIDAS.

Las rocas ácidas de esta comarca forman dos grandes grupos, separados no tanto por la diferencia esencial de su estructura, cuanto por la de la época en que se manifestaron.

Uno de estos grupos está representado por las grandes masas graníticas de edad mucho más remota que las rocas comprendidas en

el segundo; masas constituidas por una serie de pórfidos felsíticos y cuarzosos, cuya presencia es tan frecuente que algunas veces literalmente impregnan el granito y los terrenos sedimentarios adyacentes.

Al describir á grandes rasgos la estructura de esta parte de Sierra-Morena, ya indiqué que las masas graníticas se hallaban orientadas próximamente de NO. á SE. y enclavadas en la gran faja de terreno azóico que atraviesa toda esta parte de la provincia de Sevilla.

Estas masas graníticas parecen ser los restos de las antiguas cumbres que formaban el relieve del país en época remota, y que posteriormente á su primitiva aparicion, han sido en gran manera descompuestas y trastornadas, por efecto de las violentas compresiones y fenómenos plutónicos concomitantes que esta parte de la corteza terrestre experimentó con anterioridad á la sedimentacion de la hulla de Villanueva y de San Nicolás del Puerto.

Los fenómenos eruptivos de esa época, no solo cortan el granito en ángulos de 50° á 40°, sino que los diques, vetas y filones de las rocas porfídicas se cruzan y entrelazan entre si de una manera tan especial, que con frecuencia ocultan por completo las masas de granito.

Ademas se encuentra esta roca en la proximidad de los diques en un estado tal de descomposicion que invariablemente se halla reducido al de arena incoherente, contribuyendo este hecho á que el granito se aparte de sus naturales condiciones y á que se confundan aún más ambos fenómenos, hasta el punto de que algunas veces á primera vista se hace difícil poderlas distinguir. No obstante, estos trastornos cuando se consideran en conjunto los diversos manchones graníticos quedan dichos fenómenos perfectamente deslindados.

Ademas del de la descomposicion existen otros, más interesantes aún, que afectan á lo que puede llamarse la estructura íntima del granito; observándose que esta roca ha sufrido diversas modificaciones en sus elementos constituyentes, hasta el punto de hacerle cambiar su aspecto y aún su esencia por completo.

Unas veces aumenta la cantidad de sílice que entra en su composicion, y entónces se relaciona la roca con ciertos pórfidos cuarzosos, mientras que en otras ocasiones sufre un cambio completamente inverso, y se efectúan modificaciones aún más curiosas, llegando la roca á constituir bellísimas sienitas. A veces la mica desaparece y es reemplazada por diversos minerales cloríticos, y entónces se observan protoginos tan bien caracterizados que podrian fácilmente confundirse con algunos de los Alpes.

En los sitios algun tanto separados de estas trasformaciones plutónicas, se presenta el granito con sus habituales caracteres y en buen estado de conservacion, pudiendo considerarse ésta como la roca fundamental de la comarca: por ella, pues, daré principio á la descripción de la variada série que ofrece esta parte del país.

ESTUDIO DEL GRANITO NORMAL.

El granito que puede considerarse como normal en esta region es generalmente de grano grueso. En su composicion entran dos feldespatos, la orthosa blanca lechosa y la oligoclasa verdosa. El cuarzo forma por lo comun gránulos redondeados y su color es gris claro. La mica invariablemente es oscura y con mucha frecuencia muestra láminas exagonales que poseen un brillo extremado. Esta mica se descompone del todo cuando se la trata por el ácido sulfúrico caliente, y deja las escamas silíceas características de las micas magnesianas ó biotita. Sin embargo, al microscopio polarizante sus láminas muestran indicios de dos ejes ópticos aunque muy próximos, presentando ese carácter intermedio que Descloizeaux y otros mineralogistas señalan en este mineral, y que hace dudar que cristalice en el sistema exagonal.

Con frecuencia se observan en todos estos granitos concreciones de color oscuro y de formas irregulares, á semejanza de lo que sucede en la mayor parte de los granitos, y que por su composicion parece que no son sinó granitos de grano más menudo: especies de leptinitas.

También suele observarse en algunos parajes, con especialidad en las cercanías de Venta Quemada, á orillas del Parroso, cerca del cerro del Hornillo, en la cañada de la Mujer, y en otros sitios, un granito rojo de gran belleza, el cual con frecuencia se encuentra en muy buen estado de conservacion. Se halla constituido por grandes y anchas facetas de feldespato orthosa, de un rojo de carne muy subido; láminas exagonales también de mica magnesiana de color oscuro y cuarzo gris blanquecino, que abunda sobremanera.

En el sitio llamado Malos Pasos, también se encuentran granitos rojos, pero dada su estructura me reservo hablar de ellos para cuando describa los granitos porfiróideos.

No debo dejar de mencionar tampoco los de la Ribera del San Pedro, constituidos por un granito idéntico al normal de esta comarca, pero en el que se desarrollan cristales de feldespato de gran tamaño.

ESTUDIO MICROSCÓPICO DEL GRANITO NORMAL.

El granito que, segun he dicho, puede considerarse como el normal de esta comarca, ofrece cuando se estudia al microscopio en láminas delgadas una estructura muy bella, pudiéndose distinguir con suma facilidad los dos feldespatos que entran en su composicion. La orthosa relativamente á como se presenta en el mayor número de casos es bastante limpia y trasparente; pues si bien gran número de cristales se encuentran turbios por efecto, al parecer, de una descomposicion parcial, otros son suficientemente diáfanos para brillar vivamente con la luz polarizada, y en ese caso se pueden reconocer todos sus caracteres. Los contornos son por lo regular cuadrangulares, pero no es raro observar algunos exagonales, y aunque no con gran frecuencia, se suelen observar también algunos individuos adosados segun la ley de Carlsbad.

Los cristales de plagioclasa son por regla general de menores dimensiones y muestran una constitucion polisintética bastante numerosa. Asimismo también los cristales de orthosa presentan en algunos casos una estructura que parece polisintética, pero bien examinada resulta ser simplemente efecto de la descomposicion que se ha efectuado siguiendo los planos del crucero.

Esto se ve sobre todo al hacer girar la preparacion entre los nicholes cruzados, en cuyo caso hay un momento en que las bandas ó el fajeado llega á desaparecer casi por completo, haciéndose la coloracion homogénea.

Sin embargo, en algunos de los cristales de orthosa se observa un fajeado persistente, debido al parecer á la intercalacion de láminas de algunos de las feldespatos del sexto sistema, probablemente albíta.

Aunque más raro, se observa también en algunos individuos de orthosa un crecimiento en zonas de extraordinaria belleza, y que se destaca sobre todo cuando se le observa con la luz polarizada.

La mica, de colores siempre muy oscuros, es irregular en sus contornos y está á veces retorcida de una manera muy especial. En varios sitios he observado que se destacan hebras y filamentos de esta sustancia penetrando en el cuarzo, y entónces afecta formas en extremo caprichosas. Algunos trozos hay de una estructura sumamente curiosa, pues cuando el aumento es grande se ve que están consti-

tuidos por numerosas placas exagonales adosadas por la pinacoide básica; aunque no hay entre ellas verdadero contacto y sus intersticios están rellenos por materia cuarzosa, cual si en los movimientos moleculares que evidentemente se han efectuado en la roca hubieran sido las láminas de mica estirados en un sentido más ó ménos normal á esta direccion. Están á veces dichos filamentos tan retorcidos sobre sí mismos que recuerdan la piel de algunos anélidos.

La apatita es también muy abundante en todos estos granitos, y mientras en unos ejemplares se presenta solo como pequeños cristales irregularmente repartidos por el cuarzo, en otros se encuentran individuos de gran tamaño, en cuya seccion exagonal, perpendicular al eje cristalográfico, miden sus diagonales hasta dos décimos de milímetro; y es de notar que estos cristales de apatita se hallan comunmente empotrados en las láminas de mica.

El cuarzo, por regla general, no guarda ninguna regularidad en sus contornos, sino que parece amoldarse sobre los demas elementos del granito, ostentando las brillantes tintas que lo caracterizan con la luz polarizada. Unas veces es claro y diáfano, mientras otras lo enturbian diversas impurezas y oclusiones.

Las inclusiones son de dos clases: unas que pueden considerarse como propias de la constitucion del cuarzo y otras que aparentemente resultan de infiltraciones posteriores.

Las inclusiones de líquidos y gases, que pueden considerarse como de constitucion, son en extremo abundantes. Las líquidas tienen todas burbuja; unas en que se observa un movimiento muy rápido de oscilacion, mientras que hay otras, que á pesar de estar inmediatas á las primeras, el movimiento es en extremo lento y en algunas completamente nulo, pues la burbuja permanece siempre fija.

En varias de estas inclusiones, se descubren, ademas de la burbuja, cubos sumamente pequeños, estriados en el sentido de una de sus aristas, y parecen ser de cloruro de sódio. También suelen distinguirse ademas de estas inclusiones líquidas y gaseosas muchas y diminutas partículas de mica y de otras impurezas diseminadas entre el magma cuarzoso.

El tamaño de las inclusiones líquidas es por regla general pequeño y afectan comunmente formas elipsoidales, pero algunas veces se distinguen por la irregularidad de sus contornos.

Las cavidades con líquidos dobles son al parecer escasas en todos estos granitos, y solo en uno procedente de las cercanías de Malco-

cinado, ya en los límites de la provincias de Badajoz, y en otro del Real de la Jara, cerca de la ribera de Cala, he conseguido verlas.

En este último granito se observan algunas notables por su gran tamaño.

Como ya he indicado, ademas de estas inclusiones se observan otras de origen posterior, consistentes en preciosas dendritas de diversos óxidos de hierro; unas de hematites roja y otras de hematites parda.

Cuando se examinan dichas dendritas con el aparato binocular se ve confirmada esta presuncion, pues rellenan, al parecer, grietecillas de la sustancia cuarzosa, en planos algo ondulados que atraviesan el cuarzo sin orientacion fija, pareciendo ser simplemente concreciones en las grietas capilares de este mineral.

En algunos granitos se observa que las dendritas en vez de poseer los colores rojos y amarillos que distinguen á los óxidos de hierro son perfectamente negras, en cuyo caso es probable que sea el manganeso el cuerpo que produce esas concreciones.

ESTUDIO DEL GRANITO ROJO.

El granito rojo de Venta Quemada y el Parroso presenta una estructura muy interesante también.

En los ejemplares de este granito domina casi en absoluto el feldespato orthosa, siendo muy escaso el número de individuos que pueden con seguridad referirse á la plagioclasea.

Los contornos de la orthosa se presentan ménos definidos aún que en el granito que se acaba de estudiar, designado comunmente en el país con el adecuado nombre de sal y pez, y es raro puedan reconocerse porque se hallan como desleídos en la masa cuarzosa.

Dichos cristales de orthosa, aunque turbios por lo general, se hallan algunas veces en bastante buen estado de conservacion: entónces son notablemente diáfanos y ostentan vivísimos colores á la luz polarizada; pero cuando esto no tiene lugar se presentan sin brillo alguno; tal es la cantidad de impurezas que contienen. Entre estas impurezas sobresalen diminutas partículas rojas de hematites, que son á las que evidentemente deben su coloracion.

Es de notar que donde más se acumulan estas partículas es hácia los bordes del contacto de la orthosa con el cuarzo.

La mica es casi en su totalidad magnésiana, y por consiguiente sus colores son oscuros.

En ella se observa una tendencia muy marcada á descomponerse; siendo frecuente su trasformacion en un producto verde-claro.

Este mineral ofrece un dicroismo muy marcado, de estructura fibrosa y parece ser una variedad de clorita. Se halla por lo comun en los bordes de la biotita, y con frecuencia se ven fragmentos de este mineral que por un lado está constituido por la biotita comun y por el otro por la clorita.

Suélese observar tambien, aunque con escasez, algunas partículas de un mineral que por todos sus caracteres parece ser mica blanca ó muscovita. Es incoloro, fibroso; se extingue entre los nicholes cruzados cuando la seccion principal del polarizador se coloca paralelamente á su fibra; de absorcion muy marcada, y su brillo á la luz polarizada es extremadamente intenso: caracteres todos que corresponden á los del referido mineral.

El cuarzo es muy abundante en estos granitos y ademas de hebras y otras impurezas procedentes al parecer de la orthosa descompuesta, es tan extraordinaria la cantidad de inclusiones liquidas que encierra que parece verdaderamente increíble, pudiendo contarse por millares las que un sólo milímetro cúbico de esta sustancia aprisiona.

Su tamaño varia en extremo; oscila entre dos ó tres centésimos de milímetro á dimensiones inapreciables con los medios de observacion que posco.

Por regla general sus contornos son irregulares, pero he observado algunas en que se reconocen los moldes negativos de las formas hexáedricas del cuarzo.

Casi todas ellas están provistas de burbujas y algunas con un rapidísimo movimiento, que contrasta con el de otras inmediatas en que apenas es perceptible.

En el interior de algunas de estas inclusiones se observan ademas de la burbuja cubos microscópicos, probablemente de cloruro de sodio; y es notable á veces esta sustancia por la gran extension que ocupa dentro de la cavidad; fenómeno que más adelante se verá es difícil de explicar por simple exceso de saturacion en el liquido aprisionado.

Tales son los caracteres con que se presentan la mayor parte de los granitos que pueden considerarse como normales en esta comarca, y que realmente se hallan libres de la accion modificadora que

sobre él han ejercido las diversas manifestaciones plutónicas que tan gran desarrollo han tenido en toda Sierra-Morena.

Dada la extension que los terrenos graníticos ocupan en esta comarca, el presentarse en buen estado de conservacion es más bien la excepcion que la regla; pues salvo el gran manchon situado al Norte de la provincia, entre el Real de la Jara y Santa Olalla, que se halla, puede decirse, libre de toda accion hipogénica, solo á trozos se encuentra el granito en su estado normal en el resto de la provincia.

DESCRIPCION DE LAS SIENITAS Y GRANITOS SIENÍTICOS.

Una de las modificaciones más interesantes que experimentan estas rocas, es el tránsito que sin solucion de continuidad, si se me permite la frase, hay entre el granito y la sienita.

De todos los parajes en que este fenómeno se manifiesta, ninguno ofrece cambios tan dignos de estudiarse como la agreste region que media entre los pueblos de Castilblanco, el Ronquillo y las ventas de la Pajamosa.

Cuando se atraviesan algunos de los parajes de esta interesante comarca, especialmente las cercanías de la Ribera de Cala, en el camino de Castilblanco al Ronquillo, aparece tan confusa la reparticion del verdadero granito y de las rocas sieníticas que lo acompañan, que á primera vista se cree difícil darse cuenta del fenómeno, estando con frecuencia el terreno cubierto por la tierra vegetal y detritus de las vecinas lomas. Pero en el cáuce de la ribera se presenta el terreno bastante al descubierto para que el observador pueda explicarse la anómala reparticion de estas rocas.

En aquel sitio forma el terreno granítico el ancho cauce de este rio, y presenta la particularidad de hallarse atravesado por innumerables vetas de color más oscuro, que dan á la masa granítica una extraña apariencia. Son dichas vetas extremadamente irregulares en su direccion, y parecen como desleirse en la masa granítica, quedando ésta con frecuencia reducida á trozos irregulares empotrados en la masa más oscura.

La simple inspeccion del fenómeno basta para explicar la anómala reparticion de las rocas, y para que el observador comprenda la razon de que junto á una masa de granito perfectamente caracterizado se encuentre otra de sienita, luego otra de granito y así suce-

sivamente, formando un conjunto imposible de someter á una ley definida.

Basta igualmente fijarse en la manera de estar relacionadas estas rocas, para convencerse de que el tránsito que se establece entre ellas no puede atribuirse á las condiciones en que ambas se formaron, sino que en este sitio parece evidente que el granito ha sufrido una transformación *in situ*, transformación que parece haberse efectuado durante un largo período posterior á su aparición.

Como ya he indicado no es solo en este sitio donde se observan tránsitos semejantes, sino que en otros lugares, y muy especialmente en las cercanías de Navalostillos, y en toda la zona del contacto entre el granito del Pedroso y la gran masa porfídica que se extiende desde cerca del Biar al Huesna, es frecuente observarlos, encontrándose bellos ejemplares de granitos sieníticos.

La extensión que ocupan estas rocas es considerable, y en sus varias manifestaciones abraza una serie, que empezando por granitos anfíbólicos termina con verdaderas sienitas perfectamente caracterizadas.

DESCRIPCION DEL GRANITO SIENÍTICO.

El granito sienítico de esta comarca es generalmente de grano fino; su feldespato es casi siempre blanco, y sólo como excepción he observado algunos ejemplares con la orthosa de color de carne. La mica es siempre magnésiana y el anfíbol varía en su color desde el verde oscuro al negro. El cuarzo es un elemento muy variable en estos granitos, pues mientras en algunos ejemplares es casi tan abundante como en el granito normal, en otros se hace muy escaso, siendo más general la tendencia á desaparecer.

El estudio de estos granitos en secciones transparentes es en extremo interesante.

Su feldespato, semejante al del granito normal, considerado en su conjunto, se diferencia algún tanto por el tamaño menor de sus cristales. La orthosa suele ser turbia, pero es más frecuente que en el granito normal encontrar cristales de una diafanidad muy grande; siendo también digno de observarse, que mientras en el granito normal la orthosa que pudiera llamarse limpia lo está más en su parte central, sucede precisamente lo contrario con la del granito sienítico.

co, que presenta relativamente limpios los bordes y en la parte central se encuentra un núcleo de mayor ó menor tamaño, casi completamente opaco. Los contornos de la orthosa en estos granitos están por lo común muy bien definidos.

Otro hecho que tiende á diferenciarlo del normal, es la mayor abundancia de la plagioclasa, mineral que presenta una constitución polisintética muy numerosa y bien caracterizada.

Sucede con frecuencia que la orthosa, además de la descomposición que experimenta en la dirección de los planos de su principal crucero, que le presta una falsa apariencia polisintética, presenta numerosas placas, probablemente intercaladas según la dirección de su clinopinacoide, hecho que deja cierta vaguedad en la distinción de estos dos feldespatos; y en muchos casos hay que recurrir á la manera como se extingue entre los *nicholes* cruzados para poder diferenciar los del quinto de los del sexto sistema.

Como ya he indicado, á pesar de que se presentan numerosos cristales de orthosa en un todo semejantes á los del granito normal, se ven con bastante frecuencia individuos algo más pequeños, pero adosados según la macla de Carlsbad.

Ya he dicho también que la mica de todos estos granitos sieníticos es magnésiana y de caracteres idénticos á los que tiene la que constituye el granito normal de la comarca. Su color es siempre castaño oscuro, y muy intenso su dicroísmo, salvo en el caso de hallarse cortada perpendicularmente á su eje cristalográfico, en cuyo caso es nulo. Con frecuencia se observa que los fragmentos fibrosos de mica están retorcidos de una manera especial. A pesar de la semejanza que tiene esta mica con la del granito normal, se diferencia por la mayor tendencia que tiene á la descomposición.

Como resultado de esa tendencia no sólo se observa frecuentemente una exfoliación que da lugar á los más variados fenómenos de polarización lamelar, sino que en los bordes de los diversos fragmentos de mica se acumulan partículas, unas veces de contornos irregulares y otras en que parecen distinguirse formas exagonales, que es probable sean de hierro titanado.

Pero el hecho realmente importante, que explica el tránsito del granito á la sienita, es el de la transformación de la mica en anfíbol.

Simultáneamente con la ya mencionada descomposición se observa que, unas veces formando parte de un mismo fragmento de mica, y otras diseminándose por la roca, se genera un mineral de color

verde botella muy *dicroico* y que posee todos los caracteres de la hornablenda.

Es á veces tan íntima la union entre estos dos minerales, que existen fragmentos constituidos por ambos, en que á pesar de la diferencia de sus sistemas cristalinos, podrian fácilmente confundirse si no fuera por la diferencia de sus caracteres ópticos, pues mientras en la mica la extincion se efectúa cuando la seccion principal del polarizador está paralela á la fibra que corresponde á su pinacoide básica en el anfíbol, cuyo eje cristalográfico guarda un marcado paralelismo con esta direccion, forma un ángulo bastante apreciable.

La hornablenda, cuando no está cortada casi paralelamente á las caras del prisma, presenta su habitual crucero de 124 grados.

Los contornos por regla general son irregulares; sin embargo, algunos de los pequeños cristales implantados en el cuarzo presentan la forma habitual de la hornablenda muy bien determinada; y es de notar que sus apuntamientos se encuentran algun tanto romos, como con frecuencia se observa en los grandes cristales de anfíbol.

Tambien el cuarzo se diferencia algun tanto del que se encuentra en el granito normal; pues pierde en cierta manera la tendencia á formar las grandes placas que se observan en todos los granitos bien caracterizados de esta comarca; adquiere la de formar gránulos redondeados, que se distinguen sobre todo cuando se examinan con la luz polarizada; y en algunos casos se observan los contornos hexagonales del prisma ó de la pirámide, muy bien determinados.

Tanto en el cuarzo como en el feldespato de los granitos sieníticos, se observan con frecuencia gran número de agujas, unas veces opacas y otras de color castaño más ó ménos subido, diseminadas por su masa. En algunos son tan abundantes las que impregnan el cuarzo, que imprimen á este mineral, cuando se observa macroscópicamente, una diafanidad opalina azulada que recuerda á la de algunas cordieritas. Dada la pequenez de dichas agujas, es difícil determinar á qué mineral pueden pertenecer, pero se asemejan á las de rutilo, sobre todo las transparentes que tanto abundan.

Tambien se observa con frecuencia la apatita en estos granitos, y en el cuarzo, sobre todo, forma algunas caprichosas aglomeraciones.

Por regla general, dichos cristales son pequeños, pero suelen alargarse en el sentido de su eje cristalográfico, y entónces llegan á tener más de un milímetro en la longitud máxima. Otras veces, á

semejanza de lo que se observa en el granito normal de la comarca, penetran los fragmentos de mica, y en este caso son cristales mucho más gruesos que los que se encuentran diseminados en el cuarzo.

Ademas de las partículas de hierro titanado que, como he dicho, impregnan la mica en muchos sitios, y especialmente en los bordes, se observan tambien irregularmente repartidos por la roca grandes aglomeraciones de este mineral ó de magnetita.

Esta sustancia parece ser un producto de la descomposicion de la mica, cual si una vez terminada su transformacion en hornablenda, hubiera quedado dicho mineral como remanente de los materiales no empleados en su elaboracion.

El cuarzo de estas rocas varía mucho en cuanto al número y calidad de las inclusiones que encierra, pues mientras en algunos ejemplares son estas relativamente escasas y pequeñas, en otros, por el contrario, son de una abundancia extraordinaria y de grandes dimensiones.

Tambien varian mucho las condiciones del estado molecular en que se hallan las burbujas gaseosas aprisionadas en las cavidades que contienen líquidos; pues mientras unas se distinguen por la vertiginosa rapidez de su movimiento, otras aparecen completamente inmóviles.

Cuando se estudian con atencion algunas de las cavidades del cuarzo de estos granitos se ven hechos en extremo curiosos. Así sucede, por ejemplo, con un granito sienítico de las cercanías del Pedroso, no lejos del contacto con la gran masa porfídica de esa region.

Este granito, que presenta todos los caracteres comunes á las rocas que estoy describiendo, ofrece una abundancia de inclusiones verdaderamente notable. Son estas de dos distintas clases; unas gaseosas de gran tamaño, generalmente con un grueso anillo de refraccion y en algunas de las cuales se distinguen burbujas movibles que es probable sean de ácido carbónico líquido, y las otras de líquido, sobre las cuales voy á llamar brevemente la atencion.

Las dimensiones de dichas cavidades con líquidos son en extremo variables, pues mientras unas miden 8 ó 10 milésimas de milímetro en su longitud máxima, otras son apenas perceptibles con aumentos de 1.200 diámetros, siendo muy vario tambien el movimiento.

Otra particularidad de este granito es la abundancia y tamaño de las cristalizaciones, probablemente de cloruro de sodio que en dichas cavidades se encuentran.

El movimiento de las burbujas gaseosas varía desde una inmovilidad casi absoluta hasta el muy rápido, que es común al mayor número de inclusiones, y obedece al parecer á tan encontradas y variadas influencias, que recuerdan lo que distinguimos con el nombre de movimientos voluntarios.

Entre ambos términos existe un estado intermedio en el que á diferencia de lo que comúnmente sucede, y es que la burbuja parece estar sustraída á la acción de la gravedad, obedecen á ésta por completo, de idéntica manera que cualquiera de los cuerpos en la superficie de nuestro planeta.

En muchas inclusiones sucede que inclinada la platina del microscopio, parecen las burbujas ocupar (natural efecto de la inversión de la imagen) el fondo de la cavidad; pero al hacer girar la roca, tomando la inclusión como eje de revolución, se observa que la burbuja se pone en movimiento y con mayor ó menor rapidez vuelve á ocupar la parte superior de la cavidad.

Algunas veces es su movimiento de traslación tan rápido que en el tiempo que se emplea en efectuar la semirrevolución, la burbuja está ya en la parte superior de la cavidad, y entonces se suele observar que el movimiento adquirido en la ascensión por la esfera gaseosa no queda completamente extinguido al vencer la resistencia del líquido, sino que la burbuja aparentemente rebota y oscila durante un corto tiempo hasta volver á quedar en el estado de perfecto reposo en que previamente estaba.

Otras veces es tan lenta la ascensión que tarda una cantidad de tiempo muy apreciable en vencer la resistencia que el líquido opone á su libre tránsito. En una de estas cavidades, que medía de tres á cuatro milésimas de milímetro en su longitud máxima, he observado una burbuja que á pesar de tan exiguas dimensiones tardaba en recorrer la longitud de la cavidad más de un minuto; velocidad que considerando como constante vendría á ser próximamente de dos metros por año.

Ofrece indudablemente mucho interés el estudio de la serie de efectos dinámicos que se observan en la superficie de nuestro planeta reproducidos de ese modo en lo que puede considerarse como las últimas partes visibles del universo.

Entre estas cavidades existe una que, además de la burbuja, contiene un cubo de cloruro de sodio adosado á una de las paredes de la cavidad elíptica, y cuyas caras no son paralelas al eje del elipsoide.

Esta burbuja, cuyo movimiento es bastante lento, presenta la siguiente particularidad: al hacer girar la preparación y comenzar la burbuja su ascenso, invariablemente sucede que á mitad de distancia tropieza con una de las facetas del cubo; al punto parece detenerse en su marcha, pero á poco se desliza por la cara del cubo cual por un plano inclinado hasta desprenderse de él y subir á la parte superior de la cavidad.

En otra inclusión he observado una pequeña masa de apariencia esférica, que también perturba á la burbuja en su libre movimiento. Sucede en esta cavidad que la burbuja queda á veces detenida, pero al aumentar la inclinación de la placa, llega por fin á vencer la resistencia que el obstáculo le pone y, girando alrededor de la masa fija, se desprende de ella y vuelve á seguir su camino sin interrupción.

Estas notables diferencias en la manera de moverse las burbujas en el interior de las cavidades son probablemente resultado de la viscosidad del líquido aprisionado, y á primera vista no es fácil darse cuenta de la razón de esta diferente viscosidad en cavidades tan próximas unas á otras.

Es fenómeno que considero de interés y que abre ancho campo para investigar la naturaleza de los líquidos encerrados en dichas cavidades; investigaciones que no pueden menos de derramar gran luz sobre las condiciones en que se forma el granito.

En el caso presente todas las cristalizaciones que he podido reconocer de una manera indudable son del sistema cúbico, y por lo finamente estriados de dichos cubos es razonable suponer que por lo menos en su mayor número sean de cloruro de sodio.

Si se admite que el menstroo donde han cristalizado estos cubos es el agua, como parece probable, dada su poca refracción y la escasa influencia que la temperatura ejerce sobre dichas inclusiones, es difícil explicarse esa viscosidad.

Es probable, sin embargo, que no sea el cloruro de sodio el único cuerpo disuelto en el líquido de las cavidades, sino que además exista otra sustancia, que es la que parece prestar la viscosidad al líquido. Esta suposición adquiere gran probabilidad por el hecho de existir numerosas cavidades en el mismo granito, con cristales de cloruro de sodio, cuyas soluciones deben considerarse saturadas, y donde, sin embargo, las burbujas poseen el rápido movimiento que caracteriza á la mayoría de las inclusiones.

Por el contrario, inmediatas á ellas existen otras cavidades con

líquidos en extremo viscosos, donde no hay, sin embargo, cristalización alguna de este cuerpo; y como prueba plena de que ambos fenómenos no se excluyen, obsérvanse otras con líquidos muy viscosos, en las que hay además cristalizaciones cúbicas.

Como ya he indicado es muy vasto el campo que ofrece el estudio de estas inclusiones para investigar el origen de gran número de rocas.

En el presente caso, teniendo en cuenta la preponderancia de minerales magnesianos en estos granitos, como son la biotita y el anfíbol, podría explicarse esta diferencia de viscosidad por la presencia en mayor ó menor cantidad del cloruro magnésico, cuerpo cuyas disoluciones son muy viscosas.

Tan saturado por el cloruro de sodio debió de estar el líquido aprisionado en estas cavidades, que algunas de ellas se encuentran puede decirse casi macizadas por cristalizaciones de dicho cuerpo. He visto una de contorno pentagonal en la que es difícil decidir si dicha forma es accidental ó si obedece á alguna derivación de la forma cristalina del cuarzo, semejante á algunas de las que más adelante tendré ocasion de señalar, cuando trate de los pórfidos cuarzosos. Dicha cavidad es de dimensiones relativamente considerables, pues sus cinco lados miden respectivamente en milésimos de milímetro los siguientes guarismos: 66, 66, 46, 66 y 26.

Rellenando la cavidad se observan tres grandes cubos y dos burbujas, fijas también, de gran tamaño y de formas elipsoidales, resultado aparente de la compresión que experimentan entre las paredes de la cavidad y las facetas de los cubos.

Las dimensiones de estos cubos son respectivamente en la misma unidad de medida 55, 20 y 15 de lado, mientras que las burbujas miden en su eje máximo 50 y 20 respectivamente; por lo tanto, al efectuarse la inclusión debió el líquido haberse hallado en un estado de saturación verdaderamente extraordinario.

Si fuera aplicable á esta cavidad el cálculo de *Sorby* y el que los señores de la *Vallee Poussin* y *Renard* aplican al cuarzo de la diorita de *Quenast*, se llegaría á números sumamente altos y habría que considerar las condiciones de los líquidos al efectuarse la inclusión en un estado especial, tal vez semejante al en que debe encontrarse el agua en las lavas ántes de llegar éstas á la superficie y reducirse aquella á vapor al faltar la presión.

Como ya he tenido ocasion de indicar, la formación de la sienita

parece ser, á lo ménos en parte, el resultado de una transformación operada *in situ* en los elementos del granito como efecto probable de la acción plutónica que durante la época paleozoica experimentó esta parte de Sierra-Morena. Para convencerse de que el tránsito que se observa entre el granito y la sienita es resultado de un cambio molecular operado *in situ*, basta examinar las masas graníticas que ya he descrito en la Ribera de Cala y otras localidades. Es tan gradual este tránsito, y al mismo tiempo tan irregular, que con solo inspeccionar el terreno queda excluida no solamente toda idea de inyección eruptiva, sino hasta de diferencias de condiciones durante la época de la formación de ambas rocas.

Cuando se considera este fenómeno en su conjunto parece no verse sino el resultado de una infiltración de elementos mineralizadores y el consiguiente movimiento molecular en la primitiva masa granítica, que ha ido gradualmente transformando *in situ* todos sus elementos; fenómeno que mientras en unos puntos no ha hecho más que dar á la roca el carácter de un granito anfibólico, en otros la ha convertido en una verdadera sienita.

Si se estudia al microscopio un fragmento de la parte que podemos llamar de contacto entre el granito normal y la masa más oscura que lo envuelve, puede este tránsito observarse de una manera clara y terminante.

Cuando se toma una placa que abraza una extensión suficientemente grande, se ve que á cierta distancia del contacto está el granito perfectamente normal, pero que á partir de allí la mica va desapareciendo y sustituyéndose gradualmente por el anfíbol.

Al mismo tiempo se observa una especie de segunda cristalización de los elementos feldespáticos y cuarzosos.

A cierta distancia del contacto, donde la transformación está ya suficientemente adelantada, se nota que los elementos del granito han cambiado en gran parte su carácter, de modo que en la nueva individualización el cuarzo ha disminuido notablemente, tanto en cantidad como en el tamaño de sus placas, y que los cristales de orthosa son igualmente más pequeños y dominan en ellos con mucha mayor frecuencia que en el granito normal los cristales adosados, según la ley de *Carlsbad*. Obsérvase por el contrario un aumento muy marcado en los individuos de plagioclasa, que dejan ver con frecuencia bandas *polisintéticas* extremadamente bellas.

Ocurre también que la magnetita, cuya presencia en los restos de

granito normal es casi nula, aumenta de una manera notable en la parte trasformada, constituyendo algunas aglomeraciones en extremo caprichosas, que probablemente son efecto, como ya he indicado, de la descomposicion de la mica.

Fijando la atencion en estos fenómenos que presenta el contacto entre la roca sienítica y el granito normal, parece verse el resultado de una trasformacion que se ha ido operando desde la periferia al centro de las masas graníticas; hecho que da razon de la tendencia de los cristales de feldespato á presentarse más claros y diáfanos en la periferia que en la parte central.

Por otra parte, si el observador abarca el conjunto de fenómenos que tienen lugar en esta trasformacion, verá que en sus últimas consecuencias se reducen sencillamente á una simple pérdida de sílice ó de materia ácida en la roca, que es precisamente lo que deberá tener lugar en el tránsito que se efectúa.

La cantidad de ácido silícico en los granitos es por término medio de 72 por 100, mientras que en las sienitas desciende al 60 por 100; es evidente, pues, que si se deriva una roca de la otra debe hacerse visible esta pérdida aun dados los toscos medios de investigacion que poseemos, como efectivamente sucede.

ESTUDIO DE LAS SIENITAS.

Como ya he tenido ocasion de indicar, el término final de la trasformacion lo constituyen las sienitas perfectamente caracterizadas, y el mayor desarrollo de estas rocas en la provincia se observa en toda la region que media entre la Venta del Alto, el Garrobo, el Castillo de las Guardas y las Ventas de la Pajanosa; pudiendo asegurarse que una gran parte de esas incultas lomas están constituidas por sienitas.

Las de esta comarca son por regla general de grano fino, de feldespato comunmente blanco y de tamaño pequeño; sin embargo, algunos ejemplares he visto cuyo feldespato posee un ligero tinte róseo. El anfíbol forma cristales bien definidos y á veces de grandes dimensiones, sienito su color negro y de notable brillo.

Aunque no con gran frecuencia, se encuentran sienitas de grano grueso, distinguiéndose entre ellas, por el tamaño de los cristales de anfíbol, algunas de las cercanías del Castillo de las Guardas, y las procedentes del contacto de la masa granítica y terrenos azóicos de las

cercanías del Pedroso, con la inyeccion *porfidica* que hay entre el Biar y el Huesna.

La densidad de estas rocas es considerable y oscila, en aquellas sienitas que pueden considerarse como típicas, entre 2,85 y 2,90. Examinadas al microscopio presentan invariablemente la estructura granitóidea muy caracterizada.

La sienita de la *Media Fanega*, que puede servir de tipo de estas rocas, está constituida por grandes cristales de orthosa, que alternan con otros más pequeños de plagioclasa y con abundantes fragmentos de anfíbol, distinguiéndose sólo como excepcion alguna particula muy diminuta de cuarzo.

La orthosa es casi siempre turbia, pero suelen observarse algunos individuos que, si no en toda su extension, en algunos sitios muestran una diafanidad perfecta, brillando en ese caso vivamente á la luz polarizada.

Unas veces son estos cristales perfectamente homogéneos, mientras que en otros ademas de la descomposicion que se ha efectuado siguiendo los planos del crucero principal, que dan una falsa apariencia polisintética, se observan láminas intercaladas, segun la direccion de sus pinacóides, de un feldespato del sexto sistema, probablemente albíta.

La intercalacion de estas láminas, como ya he indicado, dan con frecuencia á la orthosa una apariencia polisintética muy marcada; pero la homogeneidad de color de las bandas comprendidas entre estas láminas y la frecuente extincion entre los *nicholes* cruzados cuando la seccion principal del polarizador se halla paralela al eje de elasticidad, que en la orthosa coincide con la orthodiagonal, desvanecen todas las dudas que ciertos individuos podrian suscitar. En algunos ejemplares de estas rocas he observado cristales de feldespato provistos de un sistema de líneas que entre los *nicholes* cruzados se cortan próximamente en ángulo recto y que forman una cuadrícula semejante á la de la *microclina* de algunos granitos.

En la orthosa son raras las inclusiones si se exceptúan las debidas á su propia descomposicion.

Sin embargo, en algunos cristales es frecuente encontrar pequeños microlitos que en forma de agujitas pulidas aparecen. Aparecen dichos microlitos unas veces repartidos con irregularidad, efecto tal vez del corte dado al cristal, pero en otras ocasiones parecen seguir la direccion de la clinopinacóide. En otros los he visto

orientados segun dos direcciones que se cortan en ángulos rectos que parecen corresponder á los planos de los dos cruceros principales de la orthosa.

Estas agujas son unas veces negras y otras de un amarillo castaño, y por regla general se hallan extraordinariamente alargadas. Sin embargo, he visto algunas constituidas por anchas láminas que recuerdan las formas del prisma orthorómbico.

No he tenido ocasion de observar inclusiones liquidas con burbuja movable, pero sí he visto una inclusion en un feldespatos de estas rocas con burbuja fija, en la que aún elevando la temperatura hasta el comienzo de la fusion del bálsamo, no ha experimentado variacion alguna, lo que indica ser una materia sólida.

El anfíbol es verde botella y su dicroismo muy intenso, y oscila desde un amarillo verdoso á un verde muy oscuro, con un ligero tinte bronceado.

Los planos de crucero se hallan muy marcados, y las inclusiones parecen reducirse en él á fragmentos muy pequeños de magnetita ó hierro titanado y algunas partículas tal vez de titanita. Tanto el anfíbol como el feldespatos abundan extraordinariamente en apatita.

Este mineral forma por lo comun largas agujas, unas veces constituyendo grupos estelares de singular belleza y otras con un desarrollo extraordinario en el sentido de su eje cristalográfico, penetrando en ese caso indistintamente todos los elementos constituyentes de la roca.

A veces se observa que dichos cristales están rotos en diversos fragmentos, como si posteriormente á su formacion hubiesen sido deslocados, pero sin haber experimentado grandes movimientos de traslacion, sino sólo suficientes para hacer que los diversos fragmentos afecten distintas orientaciones.

Las formas exagonales de este mineral son siempre muy marcadas y algunas veces se ven prismas bastantes gruesos; siendo de notar que entónces no presentan tan gran desarrollo en la direccion de su eje cristalográfico.

En esta roca aquí y allí por la roca se observan numerosos fragmentos de este mineral, cuyo mineral se halla unas veces embutido en el feldespatos, y otras veces en el cuarzo. Su color es amarillo rosado, y por lo comun se presenta en fragmentos irregulares; pero á veces se ve en fragmentos puntamientos agudos que caracterizan á este mineral, el cual tiene una opacidad muy intensa, hasta el punto de que algunas veces se ve casi traslúcida.

El hierro magnético y el titanífero abundan en estas sienitas, y forman algunas aglomeraciones de gran tamaño. El cuarzo, por el contrario, escasea, y raro es el ejemplar que lo presenta en cantidad apreciable.

Es digno de notarse el predominio de la plagioclasa en algunas de estas rocas, especialmente en aquellas cuyos cristales de feldespatos son de pequeñas dimensiones, y existen ejemplares en que dicho feldespatos llega á dominar casi en absoluto: entónces la roca se relaciona naturalmente con el grupo diorítico.

Si como del simple exámen de las condiciones de su yacimiento y del estudio al microscopio parece deducirse, las sienitas de esta comarca y las rocas dioríticas con ellas relacionadas provienen de una transformacion sufrida *in situ* por el granito, es altamente curioso el hecho de que en la misma region se deriven rocas *tan afines* como son las dioritas de Puerto Blanco y otros sitios, enlazadas, como más adelante se verá, con el grupo diabásico y las que proceden del grupo granítico, y que sin embargo tienen un origen tan distinto; hecho que demuestra por cuán distintos caminos llega la naturaleza á conseguir fines semejantes.

Como tipo de sienita de grano grueso describiré la que se halla á unos tres kilómetros al S.O. del Pedroso.

Los elementos de esta roca son de gran tamaño, alcanzando los cristales de anfíbol y feldespatos más de un centimetro de largo como término medio. El anfíbol es negro bronceado, de gran brillo y aún á la simple vista muestra su crucero habitual muy caracterizado. Embutido en su masa se descubre otro anfíbol de estructura fibrosa y repartido con escasez, relativamente á la abundancia del primero. El feldespatos es blanco lechoso, pero algunos cristales presentan un ligero tinte rosado.

En los cristales de anfíbol se observan con mucha frecuencia pintas rojas que, como más adelante se verá, son de óxido de hierro, producto evidentemente de su descomposicion. Además, aunque no con gran frecuencia, se observan algunas partículas de epidota. La densidad de esta sienita llega á ser de 2,84.

Examinada al microscopio aparece ser su estructura perfectamente granitóidea; con el anfíbol de color castaño oscuro, muy dicroico y en algunos sitios se ve que está en íntima union con la variedad fibrosa ya mencionada, que parece provenir de alguna modificacion en la estructura de la de color castaño, ó bien por el contrario ésta de aquella.



El feldespato por regla general es turbio, pero en algunos sitios se presenta bastante diáfano para poder estudiar sus caracteres que coinciden con los usuales de la orthosa.

El hierro magnético y el titanífero son abundantes; pero lo que distingue á esta roca de sus congéneres es la escasez de apatita, pues rara vez se descubre algun que otro cristalito que pueda referirse á dicha sustancia.

En las cercanías del Castillo de las Guardas existen tambien sienitas de grano grueso; algunas de ellas notables por el tamaño de los cristales de anfíbol.

Aunque de estructura algun tanto diferente de las que estoy describiendo he visto otra roca á una legua próximamente al Norte de Cazalla, camino de la Puebla de Guzman, asociada á pórfidos cuarzosos, que por todos sus caracteres, y á pesar de que su densidad asciende á 5,05 debe relacionarse en mi concepto á este grupo de rocas.

Su estructura es granitóidea y está constituida por anfíbol negro de brillo intenso, y feldespato, unas veces color de carne y otras teñido de verde, al parecer por la epidota, sustancia que se encuentra en la roca con cierta abundancia en cristales de mayor ó menor tamaño.

En el microscopio aparece siempre turbio el feldespato, de tal manera que en ningun ejemplar he podido distinguir un solo individuo suficientemente diáfano para decidir con certidumbre acerca de su naturaleza. Sin embargo, su facies me hace creer sea orthosa, á lo ménos en su mayor parte.

El anfíbol es muy abundante, y se diferencia del de las demas sienitas por lo variado de su estructura y colores. Unas veces es castaño y semejante al que he descrito como constituyente de la sienita al S.O. del Pedroso; otras es verde botella, y por último, en ocasiones es de un hermoso verde azulado. Su dicroismo es siempre muy intenso, con especialidad en las variedades de color verde.

La estructura de este anfíbol en unos casos es compacta y constituye fragmentos de grandes dimensiones, mientras que en otros aparece fibroso y áun radiado.

La particularidad que realmente caracteriza á esta roca es la extraordinaria abundancia de apatita y el tamaño de los bellos prismas exagonales de esta sustancia, que se hallan unas veces empotrados en el feldespato y otras en el anfíbol.

Este último mineral se halla con frecuencia en un estado de des-

composicion muy avanzado, y lo impregnan con frecuencia diversos óxidos de hierro, observándose tambien alguna clorita como producto de su descomposicion.

Formando venillas irregulares, sobre todo en el feldespato, se encuentra tambien epidota de color verde claro, de dicroismo muy marcado, y que ejerce una accion muy viva sobre la luz polarizada.

El hierro magnético abunda extraordinariamente en esta roca, á lo cual deba tal vez su gran densidad.

Descritos estos tipos de rocas sieníticas, que abrazan las principales variedades que en la comarca se observan, pasaré á describir otra série de fenómenos de igual ó mayor interés.

ESTUDIO DE LOS PÓRFIDOS CUARZOSOS.

Otra de las modificaciones que presentan las rocas graníticas de esta comarca es debida precisamente á una operacion inversa de la que se acaba de estudiar, que, como se ha visto, se reduce en último resultado á una disminucion del elemento silíceo que entra en la composicion de la roca; bien sea este efecto debido á un transporte de materia ácida á otro lugar, ó de haberse empleado ésta en saturar otras bases que hayan sido introducidas en la masa de la roca, procedimiento que ha dado lugar á la formacion de nuevas combinaciones de composicion ménos ácida.

En la série de trasformaciones que vamos á estudiar parece por el contrario que ha aumentado el elemento ácido de la roca.

Este aumento, que se inicia por una infiltracion de sílice, comienza á manifestarse en rocas que pueden aún considerarse como francamente graníticas; pero acentuándose el fenómeno cada vez más llega á tener por término la interesante série de pórfidos afaníticos y cuarzosos que, como ya he indicado, desempeñan un importante papel en esta parte de Sierra-Morena.

Paréceme, sin embargo, que ántes de proceder á describir esta que podemos llamar completa degradacion de los elementos del granito, que por decirlo así los funde en lo que á primera vista aparece como una masa homogénea, deben hacerse algunas breves consideraciones.

No necesito encarecer las dificultades con que tropiezo al intentar este estudio; profundos observadores han abordado ya este asunto, y

á pesar de la abundante luz que sobre él han derramado no hay perfecto acuerdo en sus pareceres; no debe extrañarse, pues, que sea escasa la que yo haga en tan difícil materia; sobre todo son tan grandes las dificultades que se encuentran al tratar de definir lo que constituye la base ó cemento que empasta los diferentes elementos porfídicos; en lo que puede considerarse como los límites de lo visible, que justifican hasta cierto punto que exista la divergencia de opiniones que acerca de la naturaleza de la pasta se han emitido.

Creo por lo tanto que puede contribuir á la mejor inteligencia de lo que siga el que en breves palabras exponga el sentido que doy á la terminología referente á la estructura de estas rocas, pues habiéndose empleado hasta ahora de tan distinta manera debe procurarse que haya en adelante la menor ambigüedad posible.

Rosenbusch en su obra magistral titulada *Fisiografía microscópica de las rocas*, trata este asunto de una manera tan profunda y define tan bien la distincion que existe entre la materia individualizada y la no individualizada, que no creo sea necesario insistir en el hecho de que al emplearse la frase *imperfectamente individualizado* me refiero sólo á la falta de conclusion en los contornos de la definitiva forma del cristal, y de ninguna manera al hecho fundamental de estar el elemento cristalino en un estado á medio individualizar. Claro está que si existen ya diferencias moleculares para producir distinta elasticidad en diferentes direcciones, desde el momento que existe la individualizacion del elemento cristalino hay ya un hecho consumado.

Empleo el término *felsítico* para designar el residuo vítreo que se encuentra en algunos pórfidos, no en el sentido que frecuentemente se le ha dado de una pasta homogénea de individualizacion imperfecta, considerando, como el ya mencionado autor, que los débiles reflejos que en algunos sitios despide con la luz polarizada son debidos á la superposicion de elementos ya individualizados de mayor ó menor tamaño, y las más de las veces invisibles aún con los mayores aumentos, los cuales se han generado en la masa de la materia isotropa.

Con la palabra *afanítica*, distingo la estructura homogénea á simple vista, que frecuentemente presenta la matriz porfídica.

Para expresar la estructura fragmentaria muchas rocas porfídicas ofrecen cuando se observan sus elementos con grandes aumentos, empleo la frase *granudo-cristalina*, mientras que aceptando en un todo la definicion de Rosenbusch referente á la estructura cristalina

que no presenta contorno definido, empleo la palabra *cripto cristalina*.

Por el contrario, cuando el contorno de los diversos elementos ha llegado á su perfecto desarrollo, como sucede en algunos pórfidos fel-despáticos, la distingo con el nombre de *microcristalina*.

Réstame sólo mencionar una estructura que caracteriza gran parte de los pórfidos de esta comarca, y que abraza en todas sus manifestaciones la série que puede definirse en su conjunto como de infiltracion silicea. Esta estructura es algunas veces tan semejante á la que Michel Levy designa en sus interesantes trabajos con el nombre de *micropegmatítica* que adopto esta definicion para una parte de los pórfidos de la provincia. Con mayor frecuencia aún ocurre una estructura análoga á ésta, pero que en vez de ostentar una composicion delicadamente ramificada, que se descubre en muchas preparaciones cuando se observan con poco aumento y recuerdan por su forma la de algunos políperos, presenta, por el contrario, una infiltracion en grande escala, constituida por anchas y determinadas corrientes de materia silicea, que aunque no viene á ser en realidad sinó un caso particular del fenómeno de infiltracion silicea, me parece oportuno, sin embargo, distinguir con el nombre de estructura *pegmatóidea*.

En las rocas en que se observa esta estructura en grande escala, la infiltracion silicea llega de tal manera á corroer y disolver los elementos que las constituyen que en ellas puede verse todo género de tránsitos á rocas tanto de estructura *granudo cristalina* como *cripto-cristalina*; y es de notar que siendo frecuentes estos tránsitos en la provincia sólo aparezca por excepcion la estructura *micro-pegmatítica*.

En la figura núm. 1 (Lám. H) puede verse la estructura general de esta especie de infiltracion silicea observada en un pórfido de las cercanías del Ronquillo.

Conocida ya la significacion que doy á los principales términos empleados en este trabajo, pasaré á exponer las propiedades características de este interesante grupo de rocas.

Como en más de una ocasion he indicado, las rocas porfídicas de esta region presentan un carácter tan especial, que mientras en unos sitios no queda duda de que han atravesado los estratos adyacentes, siendo por consiguiente masas verdaderamente ingeridas, en otros, y con especialidad en los numerosos diques, vetas y filoncillos que de una manera tan irregular atraviesan las masas graníticas, casi no es posible dejar de admitir que estas vetas y filones son el resultado

de infiltraciones de diversos agentes mineralizadores, habiendo servido en parte los mismos elementos del granito como primera materia para la formación de dichas rocas (véase el adjunto corte).



(Fig. núm. 1.)

111 Filoncillos de pórfido en el granito del Castillo de las Guardas.

Y en efecto, cuando se examinan atentamente sus condiciones de yacimiento, se ve que estas dos maneras de ser no sólo no se excluyen, sino que más bien parecen ambas natural resultado de un sólo y único fenómeno.

Al estudiar en conjunto la serie de rocas porfídicas de esta comarca se deslindan en dos grandes grupos, uno de los cuales puede considerarse como normal y otro como excepcional, pues relegado á la extremidad Oeste de la provincia no adquiere su mayor desarrollo sino en la limitrofe de Huelva. El primero de ellos abraza los pórfidos ricos en sílice y constituye una serie no interrumpida desde el granito á los pórfidos afaníticos de la Sierra del Carnuelo y otros sitios, mientras que el segundo lo forman los pórfidos relativamente pobres en cuarzo y constituidos por cristales bien definidos de feldespato, empastados en una base afanítica.

Como los pórfidos cuarzosos son los más abundantes en la comarca y su estructura presenta además detalles de gran importancia, por ellos daré comienzo al estudio de estas rocas.

No atendiendo sino á sus caracteres exteriores, se dividen en tres subgrupos. Uno de ellos está constituido por todas las rocas de grandes elementos cristalinos y de apariencia francamente granítica, cuyos primeros términos apenas pueden separarse del granito normal de la comarca. El otro subgrupo comprende todas aquellas rocas en que, si bien con dificultad y con ayuda del lente, se descubren elementos cristalinos parecen corresponder en gran parte al grupo que Rosbusch designa con el nombre de *microgranitos*. El tercero lo forman todas aquellas rocas de apariencia afanítica en que á la simple vista no se descubre elemento cristalino alguno, siendo este el grupo menos representado en la provincia.

ESTUDIO DEL PRIMER SUBGRUPO Ó SEA DE LOS PÓRFIDOS GRANITOIDES.

Los pórfidos granitoides constituyen en esta comarca dos variedades, en una de las cuales casi conserva el granito su facies, pudiéndose reconocer todos sus elementos, y la otra en que la mica se descompone y la reemplazan minerales cloríticos.

Esta última variedad adquiere gran desarrollo, especialmente en los pedregales que rodean al pueblo de Geróna; y en algunos sitios toma un aspecto tan especial, que podría confundirse fácilmente con algunas protoginas de los Alpes. Su estructura es granitoidea, pero muy distinta de la comun, pues presenta una compacidad tal, que á primera vista se diferencia de todas las demas rocas graníticas de la comarca, existiendo una gran trabazon entre todos sus elementos; hecho que, como más adelante se verá, parece ser resultado de la considerable cantidad de cuarzo que impregna, por decirlo así, la roca.

El feldespato constituyente de estas rocas es blanco, aunque no es extraño ver algunos ejemplares que presentan un ligero tinte sonrosado. Por regla general el tamaño de los cristales de esta sustancia es pequeño, pero suelen verse algunos que miden más de un centímetro en su dimension máxima.

El cuarzo, aunque penetrando toda la masa de la roca, forma además granos redondeados, entre los que no es raro observar los contornos exagonales del cristal. El color es gris, pero cuando se examina á ciertas luces presenta un tinte violado bastante perceptible, coloracion que se manifiesta sobre todo cuando se observa la roca en grandes fragmentos.

La mica en esta variedad del granito ha desaparecido casi por completo, y en su lugar se encuentra un mineral clorítico de color generalmente verde oscuro. Dicho mineral es muy irregular en sus contornos, en extremo blando y aún pulverulento en algunos sitios. Tratado por el ácido sulfúrico se descompone con facilidad, y aunque no con tanta, llega también á descomponerse en totalidad con el ácido clorhídrico.

Cuando se somete á la acción de la llama del soplete se funde en un vidrio negro magnético, caracteres que corresponden más bien á un mineral clorítico que talcoso. Sin embargo, el aspecto de estas ro-

cas es en ciertos casos tan semejante al de algunas de las que se conocen con el nombre de protoginos, que, á pesar de su indeterminación, me parece conveniente distinguirlos con este nombre.

Su densidad no es muy grande, pues en general oscila entre 2,65 y 2,70.

Estudiadas estas rocas en secciones transparentes, presentan una interesante estructura.

Cuando sólo se emplean pequeños aumentos, el observador se figura al pronto que tiene delante una roca granítica cuyos elementos estuvieran disolviéndose en un magma cuarzoso ó, mejor dicho, silíceo, que se hubiera inyectado á través de sus líneas de menor resistencia, adquiriendo una notable semejanza con ciertas pegmatitas. Dicha estructura, que es la que me parece conveniente distinguir con el nombre de *pegmatoílea*, puede decirse que se inicia en estas rocas, y acentuándose cada vez más, llega por una gradación insensible á constituir pórfidos de estructura afanítica, siendo probable que en muchos casos esta fase sea el resultado de una nueva individualización de los elementos graníticos previamente degradados.

El feldespato que constituye estas rocas granitoides cuando se examina en el microscopio aparece en extremo turbio, y sus contornos pueden rara vez reconocerse, porque se hallan invariablemente como diluyéndose en el magma silíceo. Este magma lo penetra por completo y de una manera tan especial, que frecuentemente forma el feldespato una especie de enrejado de pequeños rombos opacos y separados entre sí por ténues vetillas de materia hialina, cuyas vetas suelen formar dos sistemas de líneas paralelas que se cortan aparentemente en ángulos distintos, efecto natural del corte dado en la placa, siendo evidente que la infiltración silícea se ha efectuado siguiendo la dirección del cruceo del feldespato correspondiente á la clino-pinacoide y por el que corresponde á la pinacoide básica.

En la figura núm. 2 (Lám. H.) podrá verse el curioso enrejado que el feldespato de estas rocas presenta. Dicha figura es la reproducción de una fotografía tomada al microscopio de uno de estos pórfidos procedente del Castillo de las Guardas, con sólo sesenta diámetros de aumento.

Otras veces las vetillas hialinas cortan el feldespato de una manera irregular, y prestan á los contornos de este mineral formas más caprichosas é indefinidas.

Los bordes del feldespato afectan con frecuencia formas filamentosas sumamente curiosas, y parecen haber sido arrastradas por el magma silíceo, cual si obedeciendo á un movimiento propio de esta sustancia hubiera ido al mismo tiempo disolviéndose en su masa.

La figura número 3 representa uno de esos fragmentos de feldespato, de cuya masa principal parecen haberse desprendido los caprichosos filamentos que á corta distancia se observan como nadando en la materia silícea.

En algunos sitios de la roca está tan avanzada la sustitución de la materia feldespática por el cuarzo, que con frecuencia en el sitio en que previamente parece haber existido algún cristal de feldespato, sólo quedan algunas hebras de esta materia.

La mica ha desaparecido en todas estas rocas casi en absoluto, y en su lugar se observa el mineral verde-oscuro de que ya he hecho mención. Su estructura es unas veces simplemente fibrosa y otras irregularmente radiada, y en este caso con la luz polarizada presenta formas sumamente bellas. El dicroísmo de este mineral es muy marcado, y sus tintas varían para las dos posiciones del polarizador, desde un verde botella claro á un verde de prado, carácter que en unión de todos los demás, prueban ser este un mineral clorítico y no talcoso.

Es digna de tenerse en cuenta la íntima unión que existe entre este mineral y los fragmentos de mica magnésiana que aún quedan como remanente de la que parece haber existido en la roca con anterioridad á la acción mineralizadora que todas estas rocas han experimentado.

Cerca del mineral clorítico, y á veces con bastante abundancia, se distingue un mineral de color blanco, de absorción muy marcada y de estructura fibrosa, que parece ser mica blanca ó muscovita. El hecho es curioso, porque la aparición de la mica blanca pudiera estar ligada con los fenómenos plutónicos que en esta comarca parecen haber adquirido su mayor desarrollo durante la época carbonífera, á semejanza de lo que señala Michel Levy en las grandes manifestaciones porfídicas de la misma época en Francia.

Repartidos irregularmente por la roca, se observan algunos fragmentos muy pequeños de magnetita, siendo de notar que con frecuencia se halla dicho mineral envuelto en la clorita.

El cuarzo de estas rocas es sumamente notable; una parte, la más importante, se debe sin duda á una infiltración posterior, mientras

que la otra parece ser el remanente del que con anterioridad constituía la roca; pero se hallan tan íntimamente ligados que es difícil deslindarlos. Por regla general, el cuarzo tiene siempre tendencia á formar como corrientes y ramificaciones por entre los fragmentos del feldespato, mientras que otras veces sustituyendo por completo al feldespato llega á constituir grandes placas entre las que es frecuente distinguir las aristas regulares del cristal. Son las rocas de que se habla, cuando se observan á la luz polarizada, de singular belleza, destacándose á manera de mosaicos las que he llamado corrientes y las concreciones silíceas que brillan con vivísimos colores. El cuarzo en todas ellas es extraordinariamente rico en inclusiones líquidas; pero son estas, por regla general, de pequeñas dimensiones, y es digno de tenerse en cuenta la escasez que se nota de cristalizaciones de cloruro sódico, cuerpo que tan abundante es en el cuarzo de los granitos sieníticos y aún en el de los granitos normales.

Ciertas cavidades del cuarzo presentan con frecuencia la particularidad de ser moldes negativos de la forma cristalina de esta sustancia, observándose algunos dihexaedros muy bien caracterizados, hecho que no deja de ser de alguna importancia si se tiene en cuenta la tendencia en estas rocas á la forma cristalina.

Aunque considerada en general, la repartición de estas inclusiones es muy irregular, en determinados sitios se observa cierto orden. Así, por ejemplo, se ve que en algunas de las placas de cuarzo que existen entre los bordes de los fragmentos de feldespato que han sido atravesados por las vetillas de materia silícea, según la dirección de cualquiera de las caras del crucero, las inclusiones tienen tendencia á alinearse paralelamente á la misma dirección, cual si el movimiento molecular que se iniciaba por la línea de menor resistencia que el feldespato ofrecía á la infiltración del magma silíceo se hubiera conservado por algún tiempo fuera ya de su acción directa.

ESTUDIO DE LOS PÓRFIDOS GRANITOIDEOS.

Varietad micácea.

Lo que caracteriza principalmente á la otra variedad en que se divide este subgrupo de rocas, consiste en que la mica se conserva invariablemente sin grande alteración.

Las rocas de este tipo adquieren su mayor desarrollo en la inme-

diación de las grandes masas de pórfidos afaníticos y cuarzosos, que penetran, por decirlo así, el manchón granítico entre el Huesna y el Biar. Sobre todo en los desmontes efectuados para la construcción del ferro-carril de Sevilla á Mérida, algún tanto al Sur del sitio llamado Malos Pasos, es en donde se hallan los ejemplares más interesantes.

Su estructura es comúnmente la porfiróidea, y están constituidos por una base de pequeñísimos elementos cristalinos de cuarzo y feldespato y grandes cristales de orthosa porfídicamente empastados, y el todo salpicado de hojuelas de mica magnésiana.

El color de estas rocas varía bastante, pero en general cambia entre el rojo subido y el sonrosado claro.

Asociadas á éstas he visto algunos ejemplares, que no son sino un agregado de cristales pequeños de feldespato y finísimos granos de cuarzo empastados por un cemento tan escaso, que es frecuente poder desmenuzar la roca con los dedos. En esta variedad los cristales porfídicamente empastados parecen faltar por completo, y sólo se distinguen algunas pequeñas partículas de mica oscura.

Observadas estas rocas con el microscopio, no puede ménos de llamar la atención cuánto difieren por su estructura de las que se acaban de estudiar. En esta variedad la pegmatoidea llega á ser accidental y en su lugar se desarrolla un tejido por demás curioso. Así, por ejemplo, uno de dichos pórfidos granitoideos, de color rojo subido, con cristales de feldespato orthosa porfídicamente empastados y de color más claro que la base, con placas de mica magnésiana irregularmente repartidas por la roca, presenta la siguiente estructura:

La base de la roca está constituida por un agregado de cristales pequeños muy bien definidos, en general de feldespato orthosa, con numerosas placas y granos de cuarzo; existiendo en el contacto de estos dos minerales una franja más ó ménos regular de hematites rojo, sustancia que impregna también gran parte de los cristales de feldespato y forma con frecuencia filoncillos que rellenan las grietas de la sustancia cuarzososa.

Se observan, además, algunas laminillas de mica irregularmente repartidas por la masa de la roca.

El feldespato unas veces está turbio, pero otras es diáfano, y algunos cristales presentan un aspecto bellissimo vistos con la luz polarizada. Se reconoce que estos cristales están constituidos por filamentos de una materia turbia que atraviesan toda la longitud del cristal y

guardan cierto paralelismo, aunque afectando una forma algo ondulada: la luz polarizada hace destacar en ella con intenso brillo la parte hialina del feldespató.

Pero el hecho realmente curioso que presenta esta roca es la tendencia que tiene el cuarzo á constituir granos redondeados, tendencia que aumenta en las variedades granulosas que he descrito.

En todas ellas existen ejemplares en que dicha tendencia va haciéndose cada vez más acentuada hasta el punto de ser la estructura dominante; y en este caso su apariencia es bellísima cuando se observa á la luz polarizada.

Es de notar que conforme va acentuándose esta estructura, más turbio se presenta el feldespató y más indefinidos é irregulares sus contornos.

Procedente de las cercanías de Navalostillos he observado una de estas rocas granulosas, tan faltas de adherencia que por la simple presión de los dedos puede reducirse á arena, y cuya estructura, vista en el microscopio es en extremo notable. En efecto, al observarla por primera vez le parece á uno tener entre las manos una arenisca ó grauwacka, tal es el estado aparentemente fragmentario que la roca ofrece aún con los mayores aumentos.

Sin embargo, á poco que se estudie se ve que no es una roca sedimentaria, sino que representa el caso extremo de la estructura que hemos visto iniciarse en los pórfidos granitóideos que se acaban de estudiar.

La roca está constituida por trozos muy turbios de feldespató, en los que no se reconocen los contornos del cristal, y por placas de cuarzo de apariencia fragmentaria; todo cimentado por una pasta formada de granos de cuarzo, separados entre sí y de los fragmentos que envuelve por una ténue película ocrácea de óxido de hierro.

Estos granos son de muy pequeñas dimensiones: en general oscilan entre un décimo y un centésimo de milímetro, y se hallan tan apretados los unos contra los otros, que recuerdan la textura de algunas rocas oolíticas hasta el extremo de que cuando se cambia el foco del microscopio aparece una sucesión de estos granos superpuestos los unos á los otros. Si se aumenta el poder del microscopio y se observan los granillos, que con sesenta diámetros parecían perfectamente homogéneos, se descubre que varios de ellos están compuestos de otros globulillos más pequeños.

Las grandes placas de cuarzo rara vez presentan esta estructura

globular, y si acaso es más bien hácia los bordes, como si el fenómeno se hubiera propagado de la periferia al centro y fueran estas placas el remanente del cuarzo que existía con anterioridad al fenómeno que ha dado origen al estado globular en que se halla.

Otro hecho que confirma semejante suposición, es la diferencia que existe entre las inclusiones de ambos: en el cuarzo globular son muy raras las que tienen burbujas, mientras que en el de las placas son estas sumamente abundantes, siendo de notar que también se observan numerosos cristales de apatita.

En el interior de los granos de cuarzo se ven con frecuencia otros negros y opacos y que tal vez son de magnetita. Aunque por regla general la forma de estos granos es esférica, se hallan con frecuencia deformados en el contacto de unos con otros cual si fueran de materia plástica.

Con grandes aumentos se suelen reconocer en algunos de los glóbulos los contornos exagonales del cristal, aunque siempre muy mal definidos, y constituye esto más bien la excepción que la regla.

Con la luz polarizada aparece la roca formando un bello y delicado mosaico, y cuando el observador se fija en los granos de cuarzo, nota que la tinta de la polarización cromática en vez de ser homogénea, forma círculos concéntricos que presentan la particularidad de que los granos se extinguen por completo entre los nicholes cruzados, lo que demuestra que no hay más que una sola orientación y que los anillos coloreados son el resultado de la forma de la sustancia y no debidos á una particularidad en su estructura. Es fenómeno curioso y que parece análogo al descrito por Michel Levy con el nombre de cuarzo globular cuando trata del pórfido de Settons.

Es, sin embargo, de notar que en ningún caso haya podido observar la extinción parcial de estos glóbulos entre los nicholes cruzados, sino que siempre, por determinados que hayan estado los anillos concéntricos, la extinción ha sido completa cual corresponde á materias de idéntica orientación; siendo probable que en este caso el fenómeno se deba al diferente espesor que opone el esferóide al tránsito de las ondas luminosas.

ESTUDIO DE LOS PÓRFIDOS PEGMATÓIDEOS.

Descritos los pórfidos que pueden considerarse como los eslabones que unen la serie porfídica al granito normal de la comarca, pasaré á

exponer los caracteres que distinguen al grupo de rocas que considero dominante en toda la serie, y en las cuales la estructura granitóidea casi desaparece por completo, siendo frecuente que á primera vista sólo se reconozca una masa homogénea con algun que otro individuo de cuarzo ó feldespato *porfidicamente* empastado.

Las rocas que constituyen este grupo son, por regla general, de colores claros; y varían desde un blanco semejante al del mármol de Carrara hasta presentarse ejemplares en que dominan las tintas sonrosadas, verdosas, grises y amarillas.

La estructura varía también, pues mientras en unos ejemplares escasamente puede reconocerse, ni aun con ayuda del lente, más que una masa afanítica, en otros se ve que están constituidos por un número considerable de granos de cuarzo, íntimamente cimentados por una base feldespática, en la que se reconocen con frecuencia los crueros de este mineral, formando en ese caso la roca una especie de pegmatita.

La densidad de las rocas pertenecientes á este grupo oscila entre 2,60 y 2,70; sin embargo, en la variedad en que el epidoto predomina, llega en algunos casos hasta 5,20.

Aun cuando no se tengan en cuenta más que los caracteres exteriores, se dividen naturalmente estas rocas en dos grandes agrupaciones: corresponden á una todas aquellas en que sólo entran minerales cloríticos en su composición, y á la otra aquellos ejemplares en que la epidota forma un factor importante de su constitución.

Una y otra agrupación, que se desarrollan por decirlo así paralelamente, se hallan repartidas con gran desigualdad, dominando las variedades cloríticas, mientras que las epidotíferas se hallan circunscritas á la proximidad de las grandes masas diabásicas del NO. de Cantillana y de Sevilla la Vieja; y también, aunque algun tanto diferentes por su apariencia, se encuentran en el cerro sobre que está edificado el castillo de las Guardas.

Estudio de las variedades cloríticas.

Aunque las dos grandes agrupaciones en que hemos dividido los pórfidos pegmatóideos forman, como se ha indicado, dos series perfectamente paralelas que podrían estudiarse juntas, las variedades epidotíferas presentan algunas particularidades tan notables en su estruc-

tura, que me parece conveniente hacerlo por separado, si bien, para evitar repeticiones, debo advertir que algunas de las consideraciones generales que haga acerca de su estructura, deberán aplicarse tanto á una variedad como á otra.

Cuando se observan en el microscopio ejemplares de dichas rocas, se ve que su estructura presenta lo que en realidad no parece ser sino dos distintas fases del mismo fenómeno. Una de ellas consiste en lo que puede llamarse exuberancia de infiltración silícea, que se distingue por la mayor ó menor cantidad de cuarzo individualizado que existe en la roca, mientras que en la otra disminuye por el contrario este elemento, y en algunos casos llega á desaparecer por completo, de suerte que la estructura pegmatóidea sólo se manifiesta en el feldespato por vetas ó venillas de mayor diafanidad, pero sin presentar los caracteres habituales del cuarzo, siendo probable que se deban á algun feldespato ácido, tal vez albita.

Hecha esta ligera observación, que puede aplicarse tanto á las variedades cloríticas como á las epidotíferas, pasaré desde luego á señalar los detalles de estructura que estas rocas presentan cuando se estudian con el auxilio del microscopio.

Fijándonos ahora en aquellos tipos que parecen representar el mínimo de infiltración silícea, se verá que están constituidos por un magma feldespático en extremo turbio y de color rojizo, debido á la abundante cantidad de óxido de hierro que lo impregna, y atravesado por vetillas de sustancia más hialina.

Irregularmente repartido por la masa de la roca y afectando con frecuencia formas filamentosas, se observan también numerosos fragmentos de clorita, cuyo color verde presenta matices muy variados.

La infiltración silícea se efectúa con frecuencia por los planos de crucero del feldespato, formando en ese caso esta materia una especie de enrejado, y es de notar que cuando la infiltración se ha verificado así, la extinción entre los *nicholes* cruzados es simultánea en la masa feldespática y en las grietas que la surcan.

La estructura de las rocas pertenecientes á este tipo, ofrece gran interés cuando se examina á la luz polarizada, pues presenta un aspecto brechiforme. En este caso, los cristales de feldespato se destacan en innumerables fragmentos y se encuentran separados entre sí por vetas de materia en un todo semejantes á la base que constituye los pórfidos cripto cristalinios de que más adelante tendré ocasión de hablar.

Estas vetas, después de cortar, separar y arrastrar á distancia los diversos fragmentos de la materia feldespática, se reúnen en algunos puntos y constituyen aglomeraciones que podrían muy bien, confundirse con las ya mencionadas variedades cripto-cristalinas, y aparecen como nadando en el magma una multitud de fragmentos muy pequeños de materia feldespática, procedente sin duda alguna de la destrucción de los cristales preexistentes de esta sustancia.

Uno de los hechos que se observan al estudiar dichas rocas, es la mayor acción corrosiva de la infiltración con superabundancia de cuarzo; pues mientras en las de ese tipo los contornos del feldespato son invariablemente filamentosos é indefinidos, aún cuando se examinen á la luz polarizada, en las del otro se ve que la desaparición del feldespato se debe más bien á una subdivisión multiplicada. Lo cual parece indicar que el magma en las rocas de este último tipo tiene una acción ménos corrosiva y permite la formación de los fragmentos microscópicos que gradualmente se van disolviendo en su masa, contrariamente á lo que sucede con la acción más enérgica de la infiltración rica en sílice, que parece corroer y disolver directamente los grandes fragmentos de feldespato sin hacerlos pasar por la gran subdivisión.

Excusado es decir que estas dos clases de infiltración forman todo género de tránsitos entre sí, y que existen numerosos ejemplares en que se hace difícil decidir en cuál de los dos grupos deben colocarse.

Uno de los ejemplares más curiosos que he tenido ocasión de observar entre los de infiltración rica en sílice, es un pórfido de las cercanías del Ronquillo. Dicha roca es blanca y está constituida por granos muy pequeños de cuarzo cimentados por una materia feldespática de color blanco mate.

La estructura que presenta en el microscopio es en extremo notable; sólo se descubre por excepción algún que otro fragmento de feldespato que conserva los contornos del cristal, pues la roca está constituida por una materia turbia feldespática atravesada por innumerables venillas de sustancia más hialina, y el todo parece como bañado en un magma cuarzoso.

Los contornos de la materia feldespática son de tal manera indefinidos, que apenas puede aplicárseles la expresión de filamentosos: tal es el estado de desleimiento, por decirlo así, en que se encuentran.

Observada esta estructura con ayuda de la luz polarizada, los manchones de cuarzo brillan con su destello ordinario, y entre ellos

queda comprendida esa materia indefinida, que mientras en unos sitios puede reconocerse como remanentes de antiguos cristales de feldespato, en otros es tan confusa en sus caracteres observados á la luz polarizada, que se asemeja á la materia cripto-cristalina de gran número de pórfidos de la misma comarca.

El cuarzo de estas rocas es muy rico en inclusiones, existiendo algunas con burbuja móvil de gran tamaño, pero lo más general es que las burbujas sean fijas. Entre dichas cavidades he observado algunas que encierran cubos muy pequeños de cloruro sódico. Es en extremo curiosa una de estas cavidades de gran tamaño en la cual se descubren agrupados tres cubos de cloruro de sodio y una burbuja que posee un movimiento oscilatorio bastante lento, y tiene la particularidad notable de manifestar cierta especie de repulsión cuando se acerca al grupo de cristales. Si, por ejemplo, la parte de la cavidad que contiene la cristalización es la inferior, entonces se halla la burbuja en la superior, y oscilando á lo largo de la cavidad no llega á tocar nunca al cloruro de sodio. Si se invierte la preparación y el grupo de cristales viene á ocupar la parte superior, se observa también que aunque la burbuja se aproxima á la sal jamás se pone en contacto, cual si existiera un obstáculo entre ambos objetos. Este hecho curioso podría explicarse por la solidificación parcial del líquido contenido en la inclusión.

No siempre se halla la materia feldespática en estas rocas tan perfectamente desleída. Existen ejemplares en que se pueden reconocer los contornos cristalinos del feldespato, y con frecuencia se observa la especie de enrejillado producido por la infiltración á través de sus planos de cruce, como ya he indicado sucede en las variedades de pórfidos granitoides cloríticos. Dicho estado llega en algunos casos á producir un tipo de roca muy interesante, que, observada superficialmente, podría considerarse como constituyendo un grupo aparte. Un ejemplar de este tipo, procedente de las cercanías del Ronquillo, es de color gris claro, y cuando se observa con el lente se ve que está constituido por una agregación íntima de cristalitos de feldespato y cuarzo, en la cual se distinguen numerosos puntos de color verde oscuro de clorita.

Examinada al microscopio la estructura de esta roca, podría considerarse como constituida por elementos perfectamente cristalinos, y son realmente pequeños cristales de feldespato en extremo turbios, cimentados por un exceso de cuarzo, existiendo además irregularmente

repartidos por la roca algunos fragmentos de clorita de color verde intenso. Véase figura núm. 4. (Lám. H.)

Estos cristales de feldespato, cuando no se emplean sino pequeños aumentos, parecen estar muy bien definidos en sus contornos; pero cuando se magnifican más, se ve que no lo están tanto como á primera vista parece, y no sólo existe una irregularidad muy marcada en todos ellos, sino que parecen desvanecerse en el magna cuarzoso. Y efectivamente, cuando se observa la roca con detenimiento, se halla la explicación de esta estructura pseudo-micro-cristalina, que hace referir aquella al grupo de rocas que estoy describiendo como un caso particular de la ley general.

En determinados sitios de las preparaciones de estas rocas se ven trozos de gran tamaño formados por feldespato penetrado en sus planos de crucero por las infiltraciones silíceas ya mencionadas, y en cuyos bordes se destacan pequeños paralelepípedos; y cuando aumenta la infiltración silícea, se separan completamente de la masa principal y quedan como empastados en el magma cuarzoso, dando lugar á esa curiosa estructura en que se pierde por completo la primitiva forma del feldespato, y llega por consiguiente á constituir una roca de apariencia micro-cristalina, como natural efecto de la subdivisión regular de este mineral.

Semejante estructura es bastante frecuente en los pórfidos de la región que media entre el Garrobo, Castilblanco, el Ronquillo y Almaden de la Plata; pero en ninguna de las preparaciones que he tenido ocasión de estudiar se presenta en una forma tan poca característica como en el ejemplar que acabo de describir.

Estudio de las variedades epidotíferas.

Excusado me parece repetir que las rocas de esta agrupación se desarrollan de una manera, si se me permite la frase, paralela á las que se acaban de estudiar. En ambos se observan las dos fases de la infiltración cuarzosa; una que puede calificarse de pobre en elemento ácido y la otra con superabundancia de sílice. La única que distingue á estas rocas de las del grupo anterior es la frecuencia de la epidota, que en algunos ejemplares llega á dominar hasta el punto de constituir verdaderas pistacitas.

Adquieren estas rocas su mayor desarrollo al NO. de Cantillana, desde la margen derecha del Biar hasta la mitad de la distancia que media entre ese pueblo y Castilblanco.

En general, arman dentro de las grandes masas de diabasa de aquella comarca; y afectan con frecuencia la forma de diques que cortan dicha roca. Por este solo hecho podría presumirse la posterioridad de estas rocas á la diabasa, pero dada la frecuencia con que en iguales condiciones se encuentran restos de pizarras y masas evidentemente graníticas, me inclino mas bien á creer que hayan sido arrasadas por la diabasa y procedan de los terrenos que ésta ha atravesado para salir á la superficie.

Como ya he indicado, la densidad de estas rocas es en extremo variable, pues mientras la de algunos ejemplares es solamente de 2,67, en otros ha llegado á 5,27, según la mayor ó menor cantidad de epidota que entra en la composición de la roca.

Su color, por lo general, es rosco, y pasa á verde pistacho conforme va predominando la epidota. Este mineral diseminado por la masa de la roca, afecta en algunos ejemplares una especie de veteado ó flameado, y á veces en un mismo fragmento de la roca se observa que mientras una parte sólo contiene pequeñas cantidades de epidota, y es por consiguiente, rojiza su tinta, en otra el color es verde subido, consecuencia de la gran cantidad de epidota en que ella se acumula.

La estructura de estas rocas varía también mucho, pues mientras algunos ejemplares están constituidos por granos de cuarzo y una masa feldespática cristalina, en otros es su estructura eminentemente afanítica, de modo que no puede reconocerse elemento cristalino alguno, y la estructura afanítica parece estar en razón directa de la cantidad de epidota que entra en su composición.

Estudiando láminas delgadas de estas rocas en el microscopio, se ve que tanto la estructura del feldespato como la del cuarzo, es idéntica á la que domina en el grupo de rocas que acabo de describir. Es, sin embargo, digno de tenerse en cuenta que á pesar de esta identidad, la infiltración sin exceso de sílice es más frecuente que en las variedades cloriticas. Pero el hecho que realmente distingue á este grupo de rocas del precedente, es la presencia de la epidota. La cantidad de dicho mineral que entra en su composición es muy variable, pues mientras en los pórfidos del Castillo de las Guardas, se encuentra diseminado con escasez suma, en otros sitios va haciéndose

predominante y llega á constituir la parte más esencial de la roca.

La manera como se presenta la epidota no deja de ofrecer interés, pues parece derivarse directamente del feldespató como un producto de su descomposición, hecho que confirman numerosos casos análogos que en la naturaleza se observan.

En aquellos ejemplares donde se encuentra este mineral en lo que pudiera llamarse su estado más rudimentario, aparece en forma de pequeñísimos granos redondeados, que están como sumergidos en la masa turbia feldespática á medio descomponer que los envuelve.

Es á veces tan opaca esta mezcla, que se hace difícil obtener secciones ó placas preparadas suficientemente tenues para el estudio. Pero en otros ejemplares se ve lo que puede considerarse como un estado más avanzado de transformación, observándose entonces la epidota algo más segregada ya de la materia pegmatóidea y con tendencia á formar vetas y aglomeraciones bien marcadas; siendo de notar que generalmente corresponde á la mayor cantidad y separación de la epidota una disminución de materia feldespática y el aumento correspondiente en la cantidad de cuarzo individualizado; existiendo simultáneamente en la epidota la tendencia á afectar formas regulares.

Excusado es decir que el término final de esta metamorfosis son pistacitas de singular belleza, constituidas exclusivamente por el cuarzo y la epidota. Y es de notar que, aun en aquellas variedades relativamente pobres en epidota, como son las del Castillo de las Guardas, se encuentra siempre este mineral más ó menos envuelto por materia turbia feldespática, que parece ser el distintivo que proclama la comunidad de origen de ambos minerales en esta clase de rocas.

La estructura de las pistacitas es muy notable: un ejemplar de las cercanías de Cantillana, de apariencia afanítica y de color verde pistacho, está constituido por una agregación compuesta de cristales de epidota, tan apiñados los unos sobre los otros, que aun empleando grandes aumentos, no se consigue ver el cemento que los une. Sin embargo, en algunos sitios se segrega el elemento cuarzoso en forma de placas, y entonces presenta la roca mayor belleza, pues aparece la epidota como penetrando el cuarzo, y cristalizando desde la periferia al centro, forma algunas lindísimas geodas.

La epidota, como generalmente sucede, se halla alargada en el sentido de la ortodiagonal, y es frecuente que termine por un bisel que mide aproximadamente de 100 á 110 grados: siendo probable que

corresponda á las caras de los hemiprismas, tan comunes en este mineral.

En dichas geodas de cuarzo se desarrollan además de los cristales de epidota, numerosas agujas extremadamente finas, las cuales se agrupan en delicados haces, y cuando las agujas se juntan, á pesar de que son por sí perfectamente incoloras y transparentes, adquieren por refracción un tinte verde botella de dicroísmo muy marcado, con aspecto de anfíbol.

Esta suposición queda en cierto modo confirmada por el hecho de encontrarse en íntima unión con ellas algunos fragmentos de anfíbol de color de castaña, que muestra su crucero habitual muy marcado.

Cuando se observan dichas geodas á la luz polarizada, la magnificencia de las tintas supera á toda ponderación, destacándose los delicados haces de anfíbol y los bien definidos cristales de epidota entre los intensos colores del cuarzo.

Al soldarse entre sí las diversas agujas de anfíbol para constituir los cristales de esta sustancia, presentan fenómenos sumamente curiosos.

En una de las placas de cuarzo de esta roca existe un haz de finísimas agujas que si se observa, por ejemplo, con el *nichol* inferior y una placa de selenita interpuesta (sustancia que se colora vivamente en los sitios donde existe un mineral de crucero bastante marcado para producir la polarización laminar) se observa que todas las agujas que forman el cristal incipiente se coloran con la misma tinta cual corresponde á una orientación única.

Pero el hecho realmente notable es, que hácia la parte central de la agrupación existe un espacio romboidal, cuyos ángulos miden 124 grados, cuya estructura es perfectamente homogénea y que se colora con la propia tinta que el resto de las agujas, demostrando que todo el sistema forma parte de una misma individualidad, y que hácia el centro han experimentado una especie de cimentación ó soldadura las diferentes agujas que lo constituyen,

Envuelto en la aglomeración de cristales y fragmentos granudo-cristalinos de epidota que constituyen esta roca, he visto un cristal incoloro, hialino, de contorno exagonal y al parecer de cuarzo, en el cual se observan dos zonas concéntricas hácia su periferia, de pequeñísimos fragmentos de epidota.

Otro ejemplar de pistacita de las cercanías del Castillo de las

Guardas, que he tenido ocasion de estudiar, se diferencia algun tanto en su estructura de la que acabo de describir. Esta roca está constituida por grandes fragmentos cristalinos de epidota diseminados en un magma claro y transparente de cuarzo. La epidota de esta roca es generalmente turbia, y sus tintas algun tanto más apagadas que en el ejemplar anterior. El cuarzo es extraordinariamente rico en inclusiones, sobre todo las de líquidos con burbuja movible. El anfíbol falta por completo en esta roca, pero en cambio se observan algunos granos semitranslúcidos, de color negruzco, que es probable sean de hierro titanado descompuesto.

ESTUDIO DE LOS PÓRFIDOS DE ESTRUCTURA MICRO-PEGMATÓIDEA.

Otro grupo de rocas que no debe considerarse sinó como una variedad de los pórfidos pegmatóideos que acabo de describir, es aquel en que domina una estructura semejante á la que Michel Levy designa con el nombre de micro-pegmatóidea.

Las rocas de este tipo se encuentran íntimamente unidas á las ya descritas, y por su aspecto exterior apénas podrian separarse de los pórfidos cuarzosos de grano fino de este grupo.

Sin embargo, cuando se observa una seccion transparente, presentan ciertos detalles especiales que las diferencia bastante de las rocas de estructura meramente pegmatóidea, y aunque la diferencia es más bien de forma que de esencia, es tan curiosa la manera como se efectúa la infiltracion silicea y tan marcada la tendencia que la sílice tiene á constituir pequeños individuos cristalinos, que no pueden ménos de separarse ambas clases de infiltracion cuarzosa, aunque no se consideren más que como dos distintas fases de un mismo fenómeno; por más que se observan gradaciones insensibles entre ambas maneras de efectuarse la infiltracion silicea.

Uno de los ejemplares en que mejor desarrollada he visto esta estructura, procede de las grandes masas porfídicas al NO. de Cantillana.

La apariencia exterior de este pórfido es granudo-cristalina, su color de carne bastante subido, y con ayuda del lente se ve que está constituido por una agregacion de pequeñísimos granos de cuarzo empastados en un magma de materia feldespática.

Desde que las secciones de esta roca comienzan á hacerse traspa-

rentes por medio de la labra se nota ya lo especial de su estructura. Aun á la simple vista, pero mejor todavía con ayuda del lente, le parece al observador que está tallando la seccion de algun crinóide: tal es el efecto que produce la tendencia de la infiltracion silicea á agruparse alrededor de ciertos puntos como centros de irradiacion.

Cuando se estudian secciones de esta roca en el microscopio, áun sin emplear grandes aumentos, se nota que la roca está constituida por una materia feldespática, turbia en extremo, de color rojizo, é íntimamente impregnada de cuarzo, el cual forma toda clase de vetas y ramificaciones, y tambien placas irregularmente diseminadas por la roca. La figura núm. 5 (Lám. H.) da idea bastante exacta de uno de estos centros de irradiacion.

Si se observan con atencion las placas, se ve que mientras en unos casos afectan sus contornos formas irregulares ó redondeadas, en otros presentan, aunque toscamente, los contornos del prisma exagonal propios del cuarzo.

Pero el hecho realmente curioso que en dichas placas se observa, es el de constituir una especie de centros de donde irradian un número infinito de filamentos cuarzosos que se infiltran y desparraman por la masa feldespática; véase la figura núm. 6. Estos filamentos afectan en algunos sitios cierta regularidad, pero en otros toman formas cualesquiera.

Unas veces se extienden por largo trecho, cual ténue filamento y repentinamente se ensanchan, y el ensanche vuelve á servir de nuevo centro de irradiacion ó de convergencia, segun quiera considerarse el fenómeno. Otras veces aparecen venas de dicha sustancia, las cuales se ensanchan ó se abren en numerosos filamentos, presentando, sobre todo cuando la seccion se examina con la luz polarizada, el tejido más bello que puede imaginarse. En otras ocasiones esta infiltracion capilar da origen á formas cristalinas muy curiosas.

En unos sitios pueden reconocerse, aunque más ó ménos confusas, las formas usuales del cuarzo como puede verse en la figura núm. 6; pero en otros es tan incompleto el contorno y al mismo tiempo tan constante en su manera de manifestarse, que me parece del caso señalar algunas de las curiosas formas que en esta roca se observan.

Si se fija el lector en las figuras núms. 6 al 9 no podrá ménos de llamarle la atencion la constancia con que se señalan las formas triangulares en los microscópicos individuos de cuarzo. Y si se estudian estos cristales con atencion, se verá que no son triángulos equi-

láteros como correspondiera á las formas de la pirámide trigonal, sino que en el mayor número de ellos existe un ángulo recto, otro de sesenta grados y el tercero de treinta.

En algunos ejemplares el ángulo de treinta grados se encuentra truncado, presentando una arista que forma ángulos de 120° y de 90° respectivamente, las dos correspondientes del triángulo, afectando entónces formas trapezoidales sumamente curiosas. Otras más extrañas aún parecen existir, pero como es probable que en muchos casos la deformación consiguiente al corte dado al cristal, podría inducir en error, me abstengo de señalarlas, limitándome á estas que por su cantidad y constancia me parecen exentas de semejante error.

Sometidos estos individuos de cuarzo á la acción de la luz polarizada, muestran que su coloración es homogénea.

Aun con los mayores aumentos, no he podido distinguir ninguna inclusión líquida ni gaseosa en ellos, mientras que son abundantes en las grandes placas de la misma sustancia diseminadas por la roca.

Las únicas inclusiones que se observan en dichos individuos son porciones pequeñas y opacas del magma feldespático, que queda con frecuencia aprisionado en la parte central de los cristales.

Son verdaderamente interesantes estas formas triangulares en el cuarzo, y es notable que en aquellas secciones cuyos ángulos son de 90° , 60° y 50° representen exactamente la sexta parte de uno de los romboedros, mientras que en las trapezoidales de dos rectas y de 120° y 60° , representan también la sexta parte de la combinación de los romboedros inversos, siendo de notar que la extinción se produce precisamente cuando la sección principal del polarizador es bisectriz del ángulo de 60° .

ESTUDIO DE LOS PÓRFIDOS CUARZOSOS DE ESTRUCTURA CRIPTO-CRISTALINA.

Para dar por terminado el estudio de la serie de rocas que desde el granito normal de la comarca se ha visto pasar por gradaciones insensibles, hasta los pórfidos de estructura afanítica, sólo me resta describir este último término de la serie.

Las rocas de este grupo son siempre de estructura afanítica, no siendo posible reconocer ni aún con ayuda del lente ningún elemento cristalino. Su estructura varía desde la compacta á la térrea, y

los colores son claros, dominando las tintas encarnadas, violadas, amarillas y grises, pero el blanco es el que más comunmente se observa.

Cuando se estudian estas rocas en el microscopio, se ve que pueden dividirse en tres distintos grupos: en el primero se agrupan todas aquellas rocas en que sin necesidad de grandes aumentos se distinguen fragmentos irregulares de feldespato sumergidos en un magma cripto-cristalino.

Constituyen el segundo todas aquellas rocas esencialmente formadas por una agregación cripto-cristalina, en que no se reconoce elemento alguno *porfidicamente* empastado, ó si acaso tal cual fragmento pequeño de cuarzo, generalmente de contornos indefinidos.

El tercer grupo abraza todas aquellas rocas constituidas por un número mayor ó menor de fragmentos y filamentos indefinidos, que confusamente agrupados nadan en un magma homogéneo de muy escasa acción sobre la luz polarizada.

Estudio de las variedades con remanente de feldespato.

Uno de los más bellos pórfidos con remanente de feldespato que he observado en esta comarca, procede de las cercanías de la Atalaya, camino de Almáden de la Plata. Por el aspecto esta roca parece ser perfectamente afanítica, y de color blanco sucio. En sección transparente y vista al microscopio con la luz natural, se ve que está constituida por un magma blanco de regular transparencia y literalmente cuajado de granos más opacos, pero de color blanquecino también, y el todo salpicado por abundantes manchas de hierro hidroxidado.

Al estudiar dicho magma con la luz polarizada se resuelve en un agregado de fragmentos indefinidos, en los que ni por excepción pueden trazarse los contornos definidos de un cristal.

Empastados en este magma se descubren cual si fuese en una menudísima brecha fragmentos muy pequeños de feldespato, de contornos unas veces indefinidos, y otras irregularmente recortados.

Con frecuencia aparecen estos fragmentos atravesados por vetillas más hialinas, reconociéndose entónces la estructura pegmatóidea que presenta el feldespato del grupo de rocas que acabamos de estudiar.

Irregularmente diseminados por la roca se descubren también algunos fragmentos de cuarzo, que ya parecen ser restos preexistentes de otro estado anterior, ya efecto de nueva individualización.

En varias de estas rocas los productos cloríticos son más abundantes, pero en otras este elemento llega á faltar en absoluto.

Excusado es decir que á medida que se da mayor aumento al microscopio, disminuyen las distancias entre las rocas de estructura cripto-cristalina y las del grupo simplemente pegmatóideo, llegándose á un punto en que toda division se hace imposible; pero como en último resultado es una diferencia real la que existe entre una roca en que aún se reconocen los caracteres del granito y otra en que estos desaparecen por completo, de resultas de lo que puede llamarse una subdivision al infinito, creo necesario efectuar la division por alguna parte, y escojo precisamente el punto en que el magma resultante adquiere un predominio absoluto sobre los restos del antiguo feldespató.

Estudio de las variedades cripto-cristalinas con y sin residuo vítreo.

De las rocas que aún conservan restos de feldespató se pasa por la misma gradacion á aquellos ejemplares formados exclusivamente por un agregado cripto-cristalino, sobre cuya estructura excuso volver á insistir, y el cual llega á hacerse cada vez más indefinido, hasta pasar á las rocas del tercer grupo. Dichas rocas, que son las que están representadas con mayor escasez en la comarca, son por regla general de aspecto térreo, y en ocasiones podrian tomarse como masas de kaolin; sin embargo, basta hacerse cargo de su estructura y de las condiciones del yacimiento para convencerse de su verdadera naturaleza.

El hecho que realmente caracteriza á estas rocas es que la pasta llega á formar una masa de apariencia homogénea y de muy escasa accion sobre la luz polarizada, y en ella se hallan diseminadas diferentes sustancias, unas veces fragmentarias y otras filamentosas. He aquí lo que estudiado al microscopio se observa en un pórfido de color blanco y de aspecto térreo, procedente de la Sierra del Cañuelo, que representa bien este tipo de rocas.

Caracterízalo principalmente una extraordinaria abundancia de sustancias filamentosas que se encuentran como nadando en una pasta hialina que apenas ejerce accion sobre la luz polarizada, coloreándose, por el contrario, vivamente los filamentos entre los nicholes cruzados.

En un pórfido de las cercanías del Puerto del Cid se presenta la

misma estructura de una manera notable, pues adquieren los filamentos una coloracion muy intensa, y se destacan admirablemente de la sustancia hialina débilmente lúcida que los envuelve.

La accion del magma sobre la luz polarizada se reduce á veces á presentar pequeñas ráfagas de luz azulada, que al hacer girar la preparacion en el plano horizontal aparecen aquí y allí irregularmente repartidas por la roca, cual si fueran puntos de individualizacion en una materia isotropa, los cuales, siendo demasiado pequeños para hacerse visibles á la simple vista, bastarán, sin embargo, para producir la doble refraccion en la luz que los atraviesa, y por este medio revelasen su existencia, rodeándose de lo que puede llamarse una aureola luminosa.

Otro pórfido, procedente tambien de la Sierra del Cañuelo, en vez de las ya mencionadas fibras, presenta numerosos fragmentos cristalinó de contornos mal definidos. Estos fragmentos son hialinos, de color ligeramente amarillo, y flotan asimismo en un magma homogéneo. Su accion sobre la luz polarizada es tambien muy viva, y el magma brilla tambien con mayor intensidad que la variedad anteriormente descrita.

En este pórfido se distinguen particulas de cuarzo, que en algunos sitios afectan los contornos exagonales propios de este mineral.

Otras veces la individualizacion del magma se encuentra en un estado bastante avanzado: asi sucede en un ejemplar de los pórfidos epidotíferos del Castillo de las Guardas, donde la individualizacion es sumamente curiosa.

Cuando sólo se observa esta roca con la luz natural, parece constituida por una pasta homogénea, en la que se ve un extraordinario número de agujitas de epidota, que algunas veces forman preciosos haces, partiendo de diferentes centros constituidos por una sustancia en extremo turbia, que sólo cuando se adelgaza mucho es cuando se consigue descubrir que es un mineral en granos redondeados envueltos por una densa capa clorítica y antifóbica, cuya naturaleza ignoro, aunque por su facies recuerda al piroxeno de algunas diabasitas de aquellas cercanías.

Pero el hecho realmente notable que presenta esta roca se hace visible cuando se observa á la luz polarizada: entónces se ve que el magma, contra lo que comunmente sucede, no presenta sólo manchas indefinidas de ténue luz azulada, sino que se resuelve en numerosos individuos, que, á pesar de lo indefinido de sus contornos, dejan ver

que son como rudimentarios cristales de feldespato que han cristalizado á expensas del magma felsítico que los envuelve.

Con las rocas de este grupo termina la interesante série que desde el granito normal de la comarca hemos venido siguiendo en todas sus fases hasta llegar á las que acabamos de estudiar, en las que no solamente se observan indicios de un residuo isótropo, sinó evidentes señales de una nueva individualización. Se ve, pues, que por una no interrumpida cadena se ha podido seguir en todas sus manifestaciones una série de cambios en los elementos del granito, hasta llegar á un término que quizás sea nuevo punto de partida para constituir otra série de rocas de no menor interés, obedeciendo á ese eterno movimiento que parece ser ley comun á todas las manifestaciones de la naturaleza.

ESTUDIO DE LOS PÓRFIDOS FELDESPÁTICOS.

Para dar por terminado el estudio de las rocas porfídicas de la comarca, réstame sólo dar á conocer un grupo de rocas que, aunque relativamente restringido en sus manifestaciones, no por eso es ménos digno de que se haga un estudio detenido, pues establece el paso por medio del cual se relacionan las rocas de composición más distinta que existen en esta region.

De la misma manera que las rocas del grupo que acabo de describir presentan una asociación preferente con las rocas graníticas del país, las que van á ser objeto de este estudio parecen tenerla por un lado con las grandes masas sieníticas, y por otro con las rocas diabásicas, que tanto desarrollo adquieren entre Cantillana y Castilblanco. Este grupo de rocas, representado por los pórfidos feldespáticos y los pórfidos anfibólicos, domina por completo en el límite occidental de la provincia y penetra en la de Huelva.

La estructura de los pórfidos feldespáticos, por regla general, es porfiróidea, aunque no dejan de verse algunos ejemplares perfectamente afaníticos. Están constituidos por pequeños cristales de feldespato *porfídicamente* empastados en una base homogénea, que invariablemente es de un tinte más oscuro. Y así sucede que la coloración de estos pórfidos, por regla general, contrasta con lo claro de las tintas que caracterizan á los cuarzosos, pues mientras en éstos dominan los colores blanco y róseo, en los feldespáticos prevalecen las

tintas verdes y rojas, aunque no son raros los ejemplares pardos y cenicientos, y algunos he visto de color anteaudo.

Porfídicamente empastados se encuentran, además, en estas rocas granos de cuarzo, que mientras en unos ejemplares puede decirse que son una rareza, en otros abundan extraordinariamente, y entónces pueden considerarse como pórfidos cuarzosos.

Estos granos presentan una particularidad muy notable, y es que al fracturarse la roca se desprenden con suma frecuencia y dejan su vaciado en el magma que los empasta. Al mismo tiempo se observa que sus aristas están tan desgastadas y áun redondeadas, que parecen cuerpos extraños aprisionados en la masa porfídica.

Además se distinguen como elementos constituyentes de estas rocas, fragmentos verdes y negros que, como el estudio microscópico demuestra, parecen ser diversos productos cloríticos.

La densidad de estas rocas oscila entre 2,70 y 2,75.

Algunos ejemplares son de buen aspecto, y si no fuera por la frecuencia con que se encuentran empastados granos de cuarzo, podría emplearse ventajosamente la roca de que proceden como piedra de ornamento.

De las cercanías del Puerto de los Ladrones he visto un ejemplar sumamente curioso, constituido por un magma de color de rosa violado, en el que se desarrollan numerosos cristales de feldespato de color verde claro. Diseminados por la masa de la roca se observan además algunos granos de cuarzo y numerosos cristallitos, casi negros, de un mineral clorítico, que contribuye á hacer resaltar más el contraste de tintas que en esta roca se observa.

De la misma region he visto un pórfido también muy interesante, constituido por una base de color violado, en la que, á más de numerosos granos de cuarzo y partículas térreas, se destacan grandes cristales de feldespato, que varían en tamaño desde dos á cuatro centímetros de longitud máxima.

El color de estos cristales de feldespato es un rojo de carne muy subido, y su brillo es algo mate.

Cuando se examinan en el microscopio las rocas comprendidas en esta agrupación, se separan en dos grandes divisiones, una que abraza todos aquellos ejemplares de estructura francamente microcristalina, y la otra que comprende todos los de estructura afanítica, en los que la individualización de los cristales de feldespato es relativamente escasa.

Las rocas de estructura micro-cristalina presentan un aspecto muy bello, especialmente cuando sólo se observan con pequeños aumentos, destacándose entonces la estructura porfiróidea de una manera notable.

Estas rocas están constituidas por numerosos cristales de feldespato, casi siempre turbios, porfidicamente empastados en una base formada por cristales más turbios aún de feldespato, y rellenos sus intersticios por una materia hialina de muy débil acción sobre la luz polarizada. El tamaño de estos cristales oscila, por regla general, desde dos décimos á ménos de un centésimo de milímetro.

Se observa, además, ya en grandes aglomeraciones, ya en hebras y filamentos diseminados por la roca, numerosos fragmentos de clorita verde, que actúa con bastante intensidad sobre la luz polarizada.

El cuarzo varía mucho en cantidad de unos ejemplares á otros, pues mientras en unos falta por completo, en otros se muestra con gran abundancia.

Igualmente se observa algún hierro magnético; pero el hecho más curioso que se nota es la presencia, en gran número de estas rocas, de piroxeno; hecho que como más adelante tendrá ocasión de verse, establece una marcada afinidad entre ellas y las grandes masas diabásicas que con tan extraordinario desarrollo se muestran en las inmediaciones.

Este mineral forma generalmente trozos muy pequeños y de contorno irregular; sin embargo, he visto algunos cristalitas que presentan la forma habitual de esta sustancia, la cual se encuentra siempre en un estado muy avanzado de descomposición y con frecuencia envuelta en clorita.

En algunos ejemplares se presenta este mineral en grandes fragmentos, y entonces pueden estudiarse con facilidad todos sus caracteres.

Repartidos con escasez por la masa de la roca, se observan, además, algunos fragmentos muy pequeños de un mineral de color amarillo de ámbar y en extremo turbio, cuya naturaleza no me ha sido posible determinar.

Como ya he indicado, los grandes cristales de feldespato porfidicamente empastados, son turbios en extremo; pero algunos que presentan mayor diafanidad, permiten referirlos á la orthosa por la simultaneidad de extinción; sin embargo, varios de ellos presentan un fajeado muy visible, y en este caso deben referirse más bien á la pla-

gioclasa; no obstante, puede decirse que son los ménos los cristales de estas rocas que pueden considerarse del sexto sistema.

Forman dichos cristales algunas bellas agrupaciones, y con frecuencia se hallan atravesados, á semejanza de lo que se observa en los pórfidos pegmatóideos, por vetas paralelas, de sustancia hialina que se extingue entre los nicholes cruzados simultáneamente con el cristal.

Los cristalitas de feldespato que forman la base son aún más turbios que los porfidicamente empastados, y especialmente en los pórfidos rojos se hallan literalmente llenos de un polvo muy tenue de color rojizo, que probablemente es algún óxido de hierro.

La base hialina que rellena los intersticios entre estos cristales, y en la cual puede decirse que nadan todos los demás elementos de la roca, es de muy escasa acción sobre la luz polarizada.

El cuarzo empastado en estas rocas es sumamente curioso, y aunque la gran mayoría de los fragmentos no dejan casi lugar á duda de que sean restos de cristales preexistentes á las múltiples reacciones que deben haber tenido lugar en la formación de la roca porfidica, en otros no se hace ménos evidente que el cuarzo es de solidificación reciente.

Unas veces se ven los grandes cristales de esta sustancia con sus bordes carecomidos, y el magma penetrándolos.

En un pórfido del Puerto de los Ladrones he tenido ocasión de observar un cristal de cuarzo penetrado por una inyección del magma porfidico, que forma dentro de su masa una especie de espiral.

Otras veces se observan cristales de cuarzo que empastan hasta tres y cuatro esferas perfectas del magma porfidico, y en este caso se hace difícil explicar cómo se ha efectuado la inyección. He visto, sin embargo, algunas de estas masas esferoidales en las que se reconoce el orificio de comunicación.

En un pórfido de la Higuera, en la provincia de Huelva, he visto en una de estas masas esferoidales que de uno de sus extremos se desprendía un canal muy tenue que, atravesando el cuarzo, la ponía en comunicación con el magma exterior que penetraba por ese estrechísimo conducto, que mide ménos de un milésimo de milímetro, para aglomerarse en la cavidad interior.

Otras veces es tan evidente que son penetraciones del magma en cristales preexistentes, que no deja lugar á la duda.

Uno de los ejemplos más bellos que he tenido ocasión de estudiar

de estas perforaciones del cuarzo ha sido en un pórfido, también de la Higuera, en la provincia de Huelva.

En la figura núm. 14 (Lám. I.) puede verse uno de estos cristales de cuarzo penetrado por el magma porfídico. Este cristal está dividido en tres partes por la inyección, presentando además una serie de esferas pequeñas del mismo magma aprisionadas en el cuarzo.

Aparentemente los contornos de este cristal son bastante irregulares; sin embargo, si se fija el observador en los dos fragmentos de la derecha, verá que si se desprenden del magma que los empasta separándolos a cierta distancia sin hacerles perder su posición relativa, con sólo hacer girar al fragmento superior un ángulo muy pequeño, se tendrá reconstruido parte de un cristal exagonal de cuarzo. Haciendo la misma operación con el otro fragmento, se verá que si se le hace girar hacia la izquierda un ángulo de unos 52 grados, queda el cristal exagonal perfectamente reconstruido, salvo la parte central que ha sido destruida.

Si en confirmación de esto se examina dicho cristal a la luz polarizada, se verá que mientras los dos fragmentos de la derecha se extinguen con corta diferencia entre los *nicholes* cruzados, en la misma posición, para efectuar la extinción del tercero, hay que hacer girar la preparación 52 grados, que es precisamente el ángulo que ha sido necesario hacer girar el fragmento de la izquierda para reconstruir el primitivo cristal.

Esto indica que al penetrar el magma y al destruir la materia cuarzosa, los fragmentos del cristal eran comprimidos por el magma que los envolvía, y no sólo los corroía, sino que les hacía cambiar su posición relativa.

Si se fija el observador en el extremo derecho del cristal, verá que uno de los hilos de magma porfídico que lo ha penetrado se bifurca y abraza entre sus dos ramas un fragmento regular de cuarzo; al mismo tiempo que inmediato a él se descubre otro fragmento semejante, desprendido, al parecer, por un procedimiento análogo del primitivo cristal; siendo obvio que es este uno de los medios que emplea la naturaleza para lo que puede considerarse como una división al infinito del cuarzo.

Es este un curioso fenómeno con el cual se evidencia que, por extraño que parezca, en gran número de casos no son inclusiones de magma porfídico en el cuarzo, sino simples penetraciones del mismo a través de cristales preexistentes. No parecen excluirse, sin em-

bargo, ambos fenómenos, y en un pórfido del Puerto de los Ladrones, queda este hecho de manifiesto muy terminantemente.

En una de estas rocas de color verde con algunos cristallitos de feldespato blanco porfídicamente empastados, se observan numerosas concreciones esféricas de cuarzo, que han tomado como centro un fragmento de clorita, de piroxena ó de epidota; y á veces, como muestran las figuras núm. 11 y 12, (Lám. I.) alrededor de una concreción de cuarzo se desarrollan otras más pequeñas.

Este cuarzo, en el cual se distinguen cavidades líquidas con burbuja móvil, es de muy escasa acción sobre la luz polarizada y parece representar uno de esos estados de la sílice acerca del cual ha dado Michel Levy tan interesantes detalles.

Si se fija el observador en la concreción mayor, situada hacia la izquierda de la figura núm. 12 (Lám. I.) verá que en su parte central existe un fragmento irregular de cuarzo rodeado de una tenue capa de magma porfídico, y que tanto este como la clorita aumentan hacia el centro de la concreción, desprendiéndose un penacho de esta última sustancia por el interior de la sustancia cuarzosa, y terminando en una partícula esférica del magma, todo aprisionado en la materia cuarzosa.

Examinando esta concreción á la luz polarizada, se ve que la parte rodeada por la cutícula de magma porfídico brilla con intensa luz entre los *nicholes* cruzados, mientras que el resto de la concreción silícea posee el escaso brillo que, como se ha dicho, caracteriza á esta sustancia.

Este curioso ejemplo evidencia que ámbos fenómenos no son incompatibles y explica, en mi juicio, muchas de las anomalías que se observan en el cuarzo de los pórfidos feldespáticos; pues si la individualización del cuarzo reciente avanza algo más que lo observado en este ejemplar, es evidente que ambas sustancias pueden llegar á confundirse. No es este el único caso en que se presenta la sílice ejerciendo tan escasa acción sobre la luz polarizada; es, por el contrario, muy raro el ejemplar en que no se encuentra en mayor ó menor abundancia.

La clorita abunda en todos estos pórfidos, y en algunos puede decirse que penetra la roca por completo. Su estructura es en general fibrosa y con frecuencia radiada, observándose algunas concreciones sumamente bellas.

La magnetita es también muy abundante, y comunmente se halla

rodeada de una franja amarillo-parduzca, probablemente de hematites parda. Y asimismo suelen observarse con cierta frecuencia fragmentos pequeños de color verde amarillento que parecen ser de epidota.

El cuarzo empastado en estos pórfidos varía mucho con relacion al número de las inclusiones que encierran, pues mientras unos fragmentos están literalmente cuajados de ellas, en otros son extremadamente escasos.

En un pórfido rojo del Castillo de las Guardas, constituido por cristales de feldespato rosa, empastados en union de numerosos granos de cuarzo en un magma de color rojo oscuro, se observa la siguiente curiosa estructura cuando se examinan láminas delgadas en el microscopio.

Alrededor de los diversos elementos porfidicamente empastados en la roca, se desarrolla una franja constituida por hebras muy ténues que irradian tomando el elemento cristalino como centro. Estas franjas presentan la propiedad de extinguirse casi simultáneamente entre los *nicholes* cruzados.

Ademas se observan, irregularmente repartidas por la roca, numerosas concreciones esféricas, en algunas de las cuales se perciben indicios de la cruz negra.

La manera de extinguirse algunas de estas concreciones esféricas es muy curiosa, pues mientras en unas la extincion es simultánea entre los nicholes cruzados, en otras es esta sumamente irregular, y en algunos casos la extincion se hace sólo parcial y sucesivamente en distintos segmentos de la esfera.

De esta estructura esferoidal que conserva aún la base micro-cristalina, se pasa á los pórfidos de base con escasos indicios de cristalización, pero cuajados de dichas concreciones. Como tipo de estos pórfidos me extenderé algun tanto en describir un ejemplar del Puerto de los Ladrones, de estructura afanítica y de color antecado.

Examinado al microscopio se ve que está constituido por alguno que otro cristal de feldespato y numerosos granos de cuarzo porfidicamente empastados en una base formada por innumerables concreciones esféricas, y rellenos los intersticios por una sustancia de escasa accion sobre la luz polarizada, pero literalmente cuajada de ténues fibras muy brillantes que parecen ser el material de donde se han formado las concreciones esféricas ya mencionadas. Dichas concreciones se extinguen totalmente entre los *nicholes* cruzados; brillando

vivamente tan luego como se las separa del plano en que se produce la extincion.

Las formas que el cuarzo afecta en esta variedad de pórfidos son unas veces las exagonales que le son propias, otras son romboidales y cuadradas; formas, sobre todo estas últimas, que se hacen de difícil explicacion como resultado del corte dado al cristal para observar la roca al microscopio.

En la figura núm. 15 (Lam. I.) obsérvase un cristal terminado por contornos que forman ángulos rectos sobre las que parecen ser las caras del prisma, y que si no fuera por la rareza con que se presenta la base en los cristales de cuarzo, me inclinaria á ver en él el resultado de la combinacion del prisma y la pirámide truncada en ambos extremos por la base, habiendo sido el cristal cortado paralelamente al eje cristalográfico.

Como ya he indicado, las perforaciones del cuarzo por el magma porfidico son en extremo curiosas en todos estos pórfidos.

Otro ejemplo que no deja tambien de tener cierto interes para el estudio de estos fenómenos, se observa en un pequeño cristal de cuarzo empastado en un pórfido. Este cristal, de forma romboidal, por efecto tal vez de haberse cortado una doble pirámide paralelamente al eje cristalográfico, se encuentra rodeado por una franja de materia fibrosa que se extingue simultáneamente entre los *nicholes* cruzados. Desde la periferia de esta franja penetran dos cristalititos que atraviesan la materia cuarzosa, hecho en que tiene que admitirse, ó que el cuarzo ha sido penetrado ya sólido, ó que es de formacion reciente á no ser que se considere como un caso de los observados por Descloizeaux en cristales de cuarzo de polarizacion rotatoria inversa en diferentes segmentos, y esté hecho tal vez ligado de una manera desconocida á una facilidad mayor para ser reemplazada la materia cuarzosa por el magma segun sea el segmento de uno ú otro sentido de rotacion.

En algunos de estos pórfidos se descubren grandes placas de caliza que con frecuencia parecen ocupar el lugar de antiguos cristales de cuarzo, á juzgar por sus contornos y por la manera como están asociados á los diferentes fragmentos de cuarzo.

En uno de estos pórfidos he observado un cristal de cuarzo sumamente curioso: sus contornos se conservan por una franja de pequeños fragmentos de hematites parda, mientras que el interior presenta una extraña estructura.

Una ojeada á la figura núm. 5 (Lám. I.) dará mejor idea que la más minuciosa descripción. Si se fija el observador en la mencionada figura, verá que la sección exagonal se halla dividida en seis segmentos regulares, en tres de los cuales la sustancia cuarzosa ha desaparecido por completo y está reemplazada por la pasta ó magma que constituye la roca casi en su totalidad. Los otros tres segmentos, á excepción del superior, que ha sido destruido, están rellenos por cuarzo algo turbio, por la cantidad de filamentos en él empastados. Su estructura es semejante á la de la calcedonia, y encierra además numerosas inclusiones líquidas con burbuja movible; siendo de notar que gran número de estas cavidades están constituidas por moldes negativos de la forma exagonal del cuarzo.

Además de ser esta estructura muy curiosa, es también difícil de explicar, pues, si se considera como un caso de sustitución del elemento cuarzoso por el magma porfídico, no se alcanza la razón de tan extraordinaria regularidad.

ESTUDIO DE LAS PORFIRITAS ANFIBÓLICAS.

Formando diques, sobre todo en los estratos de la formación arcaica, se encuentran porfiritas anfibólicas, á veces de extraordinaria belleza. Son dichas rocas invariablemente de colores oscuros; están constituidas por una base de un verde casi negro, y porfídicamente empastados en ella numerosos cristales de feldespato verde claro, de más de un centímetro de lado.

Se observa en el microscopio que la estructura de estas rocas varía bastante, hallándose constituido el tipo más común por una base cripto-cristalina con innumerables fragmentos de anfíbol, unas veces verde botella y otras de color castaño, en la que se desarrollan grandes cristales de feldespato triclinico. Los fragmentos de anfíbol varían en extremo en su tamaño, pues mientras en unos sitios los hay de más de medio centímetro de longitud, en otros descienden á dimensiones apenas perceptibles.

El anfíbol es generalmente de estructura homogénea y muestra su crucero habitual muy marcado. Presenta un dicroísmo muy intenso, y su acción sobre la luz polarizada es extremadamente viva. Los grandes cristales de feldespato se presentan generalmente turbios, pero en algunos sitios son bastante diáfanos para dejar ver su constitución polisintética.

En una porfirita de las cercanías del Pedroso, cuyo feldespato es relativamente diáfano, se encuentra esta sustancia literalmente cuajada de un polvo negro muy tenue que da á este mineral una coloración azulada muy marcada. Además, en el interior de los grandes cristales de la roca se encuentran aprisionadas ciertas porciones de la base porfídica, sustancia que se halla alineada paralelamente á los planos de macla.

Los de esta sustancia están cruzados por numerosas bandas irregulares de sustancia hialina de distinta orientación que el cristal, al cual cortan casi normalmente á su longitud máxima. Se observa además que en la mayor parte de estas porfiritas se encuentran fragmentos de piroxeno de mayor ó menor tamaño.

Dominan en algunas de estas rocas en unión con el anfíbol, diversos productos cloríticos; pero en otras suelen ser extremadamente escasos; hecho que parece coincidir con la existencia de mayor ó menor cantidad de piroxeno. La magnetita suele encontrarse también con cierta abundancia en estas rocas; pero, por regla general, forma aglomeraciones de poco tamaño.

En el ya mencionado ejemplar de las cercanías del Pedroso se observan algunos fragmentos muy pequeños de un mineral amarillento rosado, que por lo agudo de sus formas en varios fragmentos cristalinos podría referirse á la titanita.

También en una porfirita de las cercanías de Navalostriillo, constituida por grandes cristales de feldespato triclinico, en una base en que abunda el cuarzo, y el anfíbol de estructura fibrosa se encuentra algo descompuesto, se observan algunos grandes fragmentos de un mineral de color amarillo rojizo fuerte, que parece igualmente poderse referir á la titanita.

Una de estas porfiritas de las cercanías del Ronquillo presenta una bellísima estructura. Dicha roca está constituida por una base cripto-cristalina, en la que puede decirse que nadan muchos y pequeños prismas de anfíbol verde botella, y numerosos cristales de feldespato triclinico. Las formas del anfíbol se hallan perfectamente conservadas, y muestran algunas secciones muy curiosas.

En los cortes dados normalmente al eje cristalográfico se observan secciones exagonales, combinaciones del prisma con la clinopinacoide; pero otras son cuadrangulares, no representando por consiguiente más que las caras del prisma.

Procedente también de las cercanías del Ronquillo he estudiado

un ejemplar que varía algún tanto del tipo común de las porfiritas de esta localidad. Es dicha roca de color oscuro, y además de algunos cristales blancos de feldespato porfidicamente empastados, se distinguen numerosos y grandes prismas negros de anfíbol.

Observado al microscopio se ve que su base es de estructura micro-cristalina, formada por cristalitas de feldespato triclinico, algunas hebras de anfíbol y otros productos cloríticos. Como nadando en este magma, que afecta cierta estructura *fluidal* ó micro-undosa, se desarrollan grandes cristales de feldespato muy turbios, y además se observan largos prismas de anfíbol de un intenso dichroismo, cuyas tintas varían desde el color castaño bastante subido al amarillo verdoso.

Los contornos de este mineral aparecen unas veces más ó menos carecomidos, pero otras conservan en muy buen estado los de la forma habitual, que es la combinación del prisma con la clino-pinacoide; sin embargo, algunas secciones cortadas normalmente al eje cristalográfico son octogonales, en cuyo caso entra también en la combinación la ortho-pinacoide. En algunos cristales en que el corte se ha dado paralelamente al eje cristalográfico, se reconoce el apuntamiento propio del anfíbol.

Son también notables estos cristales por la frecuencia con que presentan maclas, constantemente acopladas por la cara de la ortho-pinacoide.

Para terminar con el estudio de estas rocas, describiré un ejemplar de las cercanías del Pedroso, cuya estructura me parece curiosa.

Dicha roca está constituida por una base oscura en la que se distinguen numerosos cristales imperfectos de feldespato blanco y algunas manchas de un anfíbol verdoso de estructura fibrosa. Su densidad es muy grande y los ácidos la disuelven en gran parte.

Desde que se empieza á labrar esta roca para reducirla á sección transparente, llama la atención el polvo rojo que deja en la piedra, y cuando se examina en el microscopio se ve que cerca de las dos terceras partes de ella están constituidas por la hematites roja, sustancia que forma una tupida red por entre la cual se descubren los demás elementos de la roca.

El feldespato se encuentra bien conservado, y algunos de sus cristales muestran bandas polisintéticas.

El anfíbol es fibroso y se agrupa en delicadísimos haces, siendo su dichroismo bastante fuerte. Se observan, además, algunas partículas de cuarzo en el que hay inclusiones con burbuja fija.

La hematites presenta en los bordes algunas cristalizaciones, que aunque pequeñas dejan ver contornos exagonales.

La importancia de estas rocas ferríferas aumenta cuando se considera el desarrollo inmenso que toman las masas de dicho metal en esta parte del país; masas relacionadas, al parecer, con las manifestaciones plutónicas tan abundantes en la misma comarca.

ESTUDIO DE LAS ROCAS BÁSICAS.

Para facilitarlo, reuniré en un solo grupo todas aquellas de afinidad indudable que forman, puede decirse, la casi totalidad de las de esta clase en la provincia; dejaré para el segundo grupo las procedentes de yacimientos relativamente pequeños que no teniendo analogía entre sí constituyen una agrupación heterogénea.

Las del primero pueden á su vez dividirse en tres subgrupos, tan íntimamente relacionados entre sí que forman una sola y misma serie sin solución de continuidad.

Constituyen el primero de dichos subgrupos todas aquellas rocas diabásicas de estructura felsítica ó micro-cristalina, tan abundantes en la comarca; el segundo comprende todas las que pueden considerarse como diabasas perfectamente cristalinas. Siendo de advertir que en todas estas rocas predomina el piroxeno, y mientras que en los primeros términos de la serie sólo se observa como producto de su descomposición la clorita, en los últimos va gradualmente aumentando el anfíbol y simultáneamente con este cambio se va estableciendo un tránsito de la augita común á su variedad dialógica. En el tercer subgrupo reúno todas aquellas rocas básicas de aspecto semejante á las anteriores, pero en las que llega á dominar por completo el anfíbol, desempeñando el piroxeno un papel cada vez más secundario, hasta llegar á desaparecer por completo, pasando entonces estas rocas á dioritas perfectamente caracterizadas.

El segundo grupo, á diferencia del primero, que como se ha indicado forma una serie continua, está constituido por rocas enteramente distintas, tales como las diabasas de Alanis, cuya facies y estructura las diferencia bastante del resto de sus congéneres, y podrían fácilmente confundirse con algunas doleritas; las eufotidas de Cazalla y otros sitios, y el notable dique de serpentina del Castillo de las Guardas.

La época de la aparición de la mayor parte de estas rocas, como más adelante se verá, es bastante remota y parece haberse prolongado durante un extenso periodo de tiempo, que puede contarse desde el comienzo de la época paleozóica, hasta llegar quizás al máximo de su acción al finalizar el periodo carbonífero inferior.

ESTUDIO DE LAS DIABASITAS AFANÍTICAS Y PORFIRÓIDEAS.

Estas rocas, por regla general, tienen una estructura afanítica; sin embargo, no son raros los ejemplares de estructura porfiróidea, si bien los cristales de feldespato están casi siempre muy mal definidos. Su color varía desde el verde claro al negro, y tratadas por los ácidos, especialmente los ejemplares primeros, se decoloran y pierden una regular cantidad de materia.

La densidad no es muy considerable, oscila entre 2,70 y 2,85; la dureza no es tampoco grande, pues se dejan rayar fácilmente con una punta de acero. La fractura, cuando están en buen estado de conservación, es concóidea, de lo contrario es algo terrosa.

Las diabasitas, á lo ménos en parte, parecen ser los más antiguos representantes de toda esta série de rocas, pues forman algunos lechos interestratificados en la base de la formación cambriana, inaugurando probablemente el periodo de actividad plutónica que por tan dilatado tiempo parece haberse ejercido en toda la extensión de Sierra-Morena.

El yacimiento principal de este tipo de rocas se encuentra al Sur del Castillo de las Guardas, constituyendo grandes masas al pié de la sierra de Chiclana, y desde allí se extienden al E.SE. en dirección del Garrobo.

Rocas de análoga naturaleza se encuentran formando grandes diques, y lechos interestratificados en las pizarras que forman las ásperas laderas del Biar, y áun con mayor abundancia en el terreno que se extiende entre Guadalcanal y Malcocinado, que más adelante tendré ocasión de describir.

Dada esta ligera idea de los principales caracteres exteriores, expondré algunos de los resultados que se desprenden del estudio microscópico de estas rocas; y con objeto de evitar en lo posible la monotonía de este trabajo, me limitaré á describir aquellos tipos que mejor pongan de manifiesto la estructura de la roca, y al mismo

tiempo permitan ver la gradación con que por un lado pasan á las diabasas cristalinas, mientras que por otro muestran marcada afinidad con los pórfidos feldespáticos que se acaban de estudiar: relaciones que, como más adelante se verá, me parecen de importancia y establecen una analogía semejante á la que observa *Streny* entre las rocas del Saar Nahe-gebiet, rocas que, ateniéndose sólo á los términos extremos de la série, con dificultad podría sospecharse que existiera la menor afinidad entre ellas.

Describiré primeramente algunos de los tipos más característicos de las cercanías del Castillo de las Guardas, exponiendo despues los caracteres que distinguen á los numerosos diques y lechos del Biar y Malcocinado.

En la descripción de estas rocas emplearé un método distinto del que he seguido en el estudio de las rocas ácidas. En la descripción de éstas he presentado en conjunto los caracteres generales de los diversos grupos, señalando despues las particularidades especiales que cada ejemplar pueda poseer; pero en el presente caso no quedarian quizás bien de manifiesto las pequeñas diferencias que llegan á constituir una desemejanza completa en los términos extremos de la série, si me atuviese á este método; por consiguiente, me parece mejor describir separadamente cada tipo tal como se encuentra en el yacimiento.

El primer ejemplar que escogeré para dar comienzo á este estudio, es una porfirita compacta de color verde claro, con cristales de feldespato mal definidos, procedente de las cercanías de Villargordo, y que representa bien el tipo comun de esta clase de rocas.

Con sesenta diámetros de aumento aparece esta roca en el microscopio constituida por una masa afanítica de color gris verdoso claro, con puntos más oscuros, que parecen desleirse en la masa que los envuelve. En esta base se desarrollan numerosos cristales blancos y turbios de feldespato, de contornos mal definidos en general, que muestran una individualización muy imperfecta. Dichos cristales están atravesados por numerosas vetas de clorita verde mar, de muy débil acción sobre la luz polarizada, y aquella sustancia forma además grandes aglomeraciones irregularmente repartidas por la roca. Diseminados por ésta se observan algunos pequeños fragmentos de hierro magnético y algunas ténues hojuelas de hematites parda, de color anaranjado fuerte.

Los cristales de feldespato varían mucho en sus dimensiones, y en general oscilan desde dos y tres milímetros á un décimo de esta me-

dida. Son casi siempre muy turbios, pero algunos individuos presentan diafanidad bastante para dejar ver que están constituidos por macas de dos, tres y aún cuatro individuos, cuando se examinan con la luz polarizada.

Las venillas de clorita ó viridita cortan el feldespato con irregularidad suma, y á veces forman una especie de malla que lo atraviesa en todas direcciones, prestando á los cristales de esta sustancia una apariencia fragmentosa; hecho que demuestra, como en tantos otros casos, que la clorita es de formacion posterior á la individualizacion del feldespato.

En algunos parajes de la roca se observan aglomeraciones de cristales de feldespato, rellenos sus intersticios por materia cloritica, y que tomados en conjunto afectan una forma que recuerda los grandes cristales porfidicamente empastados, cual si la materia feldespática hubiera vuelto á cristalizar despues de haber sido fracturada por las infiltraciones de clorita.

Con aumento de más de doscientos diámetros, la base se resuelve en una materia hialina de muy escasa accion sobre la luz polarizada, reduciéndose esta á débiles reflejos azulados al hacer girar la preparacion entre los *nicholes* cruzados.

Este magma hialino se halla literalmente cuajado de pequenísimos fragmentos de un mineral amarillo claro, que se distingue, sobre todo, de la materia felsítica por el brillo que presenta á la luz polarizada, y que por sus facies parece ser piroxena. Tambien se observa, diseminada por la base, una gran cantidad de materia cloritica.

Los puntos que aparecen opacos con aumentos de sesenta diámetros no más, llegan á resolverse, apareciendo constituidos por un mineral hialino de color amarillo claro envuelto en una espesa masa de materia cloritica de un gris verdoso sucio, cuyos contornos están en extremo difundidos.

Cuando se someten hojas delgadas de esta roca á la accion de los ácidos, gran parte de la materia cloritica se disuelve, y entonces el mineral hialino queda bastante limpio para poder reconocer en él todas las propiedades del piroxeno. Los contornos de este mineral son constantemente irregulares, no habiendo podido reconocer bien definidos ninguno de los de la augita. Presentan los citados fragmentos de piroxeno gran semejanza con las pequeñas partículas que tan abundantemente se encuentran diseminadas en la base. Y es de notar que los repetidos fragmentos de piroxeno, aprisionados en los gran-

des cristales de feldespato, se hallan, invariablemente, en mejor estado de conservacion que los de la pasta que forma en la base.

Como del conjunto de sus caractéres se desprende, entra perfectamente esta roca en el grupo de las porfiritas augíticas ó diabasitas, tipo de roca que tiene un gran desarrollo hácia la parte occidental de la provincia.

DIABASITA COMPACTA DE COLOR VERDE CLARO

De yacimiento próximo al anterior.

Presenta esta roca en el microscopio una estructura muy semejante á la que se acaba de estudiar; sin embargo, no es tan marcada la estructura porfiróidea; el magma felsítico aparece algo más individualizado y es ménos abundante en pequeñas partículas de piroxeno.

Por el contrario, los grandes fragmentos son más numerosos y de mayor tamaño, y á veces alcanzan un cuarto de milimetro en su longitud máxima: hallándose, por regla general, mucho mejor conservados y libres de la clorita que envolvía á aquellos, pueden reconocerse los caractéres del piroxeno sin necesidad de recurrir á la disolucion de la materia envolvente.

Sin embargo, la clorita abunda tambien, penetrando por completo la roca; pero es su accion algun tanto más enérgica sobre la luz polarizada que la anterior, siendo tambien su dicroismo mucho más marcado.

El feldespato es igualmente turbio, con especialidad los individuos porfidicamente empastados, y aunque no son ni tan numerosos ni de tanto tamaño como en el ejemplar anterior, se diferencian bastante más en sus bordes.

Los microlitos de feldespato que forman la base, son, por el contrario, mucho más numerosos, y la estructura microcristalina está ya mucho más pronunciada en este ejemplar.

El piroxeno de color amarillo rosado, es claro y diáfano, y en algunos fragmentos posee un ligero tinte violado.

Por regla general, esta sustancia se halla muy bien conservada, no penetrando la clorita á gran profundidad en su masa; existen tambien algunos fragmentos de una sustancia escasamente translúcida, en íntima union con la clorita y algunos pequeños fragmentos de magnetita que tal vez sean el esqueleto ó armazon de otros fragmentos de

piroxeno ó tal vez de hierro titanado destruidos por completo. El hierro magnético afecta formas filamentosas, y con frecuencia está rodeado de una franja oscura algo translúcida, probablemente debida á una oxidacion de este mineral.

Cuando se compara esta roca á la anterior se ve que la individualizacion de todos sus elementos está mucho más avanzada y puede ya considerarse como el tipo de las que establecen el tránsito á las diabasas porfiróideas de Cantillana.

DIABASITA DE ESTRUCTURA AFANÍTICA DE COLOR VERDE CLARO
Y FRACTURA TÉRREA

de las cercanías del Castillo de las Guardas.

Como ejemplo de la manera que tienen de descomponerse estas rocas, describiré un ejemplar del mismo yacimiento en el que todos los elementos han sufrido en mayor ó menor grado los efectos de los agentes mineralizadores.

La estructura de esta roca en el microscopio, considerada en su conjunto, es idéntica á la variedad primeramente descrita; pero todos sus elementos se hallan en un estado de descomposicion muy avanzado, y puede decirse que la clorita verde mar ha reemplazado casi por completo á la primitiva base, siendo su accion sobre la luz polarizada extremadamente débil.

Se observa, además, que el piroxeno ha desaparecido casi por completo, y en su lugar sólo se observan algunos pequeños fragmentos de un mineral bastante dicróico, que cambia su color desde el verde de prado al castaño, y que es probable sea alguna variedad de anfíbol.

Diseminados por la roca se distinguen también algunos granos de cuarzo y grandes placas de caliza. Tanto el cuarzo como la clorita presentan la particularidad de estar rodeados por una franja de mayor ó menor anchura de clorita, y con especialidad en el cuarzo es frecuente que las hebras de clorita irradian desde su periferia como si hubieran tomado los fragmentos de dicho mineral por centro de cristalización.

El hierro magnético está profundamente descompuesto con una ancha faja traslúcida de color castaño en su derredor, faja que en algunos fragmentos lo invade por completo, efecto debido sin duda al paso del hierro á un grado superior de oxidacion.

Por el estudio de esta roca se ve que el mineral que primero parece descomponerse es el piroxeno, siguiendo á éste el feldespato; y pueden considerarse como productos finales de la descomposicion los cloríticos y los calizos.

Las diabasas del Biar y Malcocinado presentan una gran semejanza con las ya descritas; pero se observan algunas diferencias que conviene hacer resaltar. Los grandes bancos y diques de Malcocinado presentan una estructura afanítica, y su color varía desde el verde no muy subido al negro, pudiéndose confundir muchos de los ejemplares de este yacimiento con los del Castillo de los Guardas; sin embargo, su dureza es algo mayor y dominan los colores oscuros, hecho que, como más adelante se verá, es debido á la abundancia de magnetita en estas rocas.

Distingue también algún tanto á los ejemplares de Malcocinado la presencia de la epidota, mineral que en el mayor número de casos no pasa de ser un mero accidente, pero que en otros llega á dominar hasta el extremo de constituir una de las partes esenciales de la roca.

En la descripción de éstas, sólo haré mención de aquellos ejemplares que mejor representen el tipo común, y de los que variando algún tanto de este tipo puedan dar alguna luz acerca de los curiosos tránsitos que entre todo este conjunto de rocas se observa.

DIABASITA DE COLOR VERDE CLARO Y DE FRACTURA ALGO TÉRREA DE LAS
CERCANÍAS DE MALCOCINADO.

Este ejemplar, que representa fielmente la gran masa de rocas del yacimiento, está constituido por una base turbia muy abundante en clorita, y en la que se desarrollan numerosos cristales de feldespato, algo mejor definidos en sus contornos que los observados en las porfiritas del Castillo de los Guardas.

Todos estos cristales, á semejanza de lo que se observa en los de esa localidad, están constituidos por maclas de varios individuos; y con la luz polarizada es su coloracion bastante intensa.

Los cristales de feldespato empastados en estas rocas se encuentran frecuentemente rodeados por una franja de clorita de estructura fibrosa y ligeramente dicróica.

La individualizacion del magma está bastante más avanzada que en el ejemplar primeramente descrito; pero en muchos puntos es la accion sobre la luz polarizada tan débil é indefinida, que por ningun

concepto puede considerarse como totalmente cristalina. La clorita es también abundante y penetra la roca, formando aglomeraciones idénticas á las ya descritas.

Diseminados entre el magma, sobre todo cuando el aumento pasa de 200 diámetros, se descubren fragmentos muy pequeños de piroxeno, y es de notar que en las diabasitas de Malcocinado y Guadalcanal, no sólo se presenta este mineral en menor cantidad, sino que las dimensiones de los fragmentos son menores aún que en las del Castillo de los Guardas.

Este mineral está siempre más ó ménos envuelto en clorita turbia y de forma indefinida, diferenciándose bastante de la que forma las grandes aglomeraciones, que es siempre clara y diáfana. Envueltos también en clorita se distinguen algunos fragmentos de un mineral de color verde claro, de dicroísmo muy pronunciado y que tiene todas las apariencias de epidota.

La magnetita, aunque en pequeños fragmentos relativamente, abunda bastante; pero no forma las caprichosas aglomeraciones que se observan en otras diabasas de esta comarca: las de estas rocas parecen ser el resultado de la individualización del magma, cuyos elementos al cristalizar han ido reuniendo hácia sus bordes la magnetita, que cual ténue polvo se la ve aún diseminada por algunas partes de la roca. En íntima unión con este mineral se observan algunas partículas de hematites roja.

DIABASITA DE COLOR NEGRO AL N.E. DE POZO RICO EN GUADALCANAL.

Considerada esta roca en su conjunto se ve que la estructura es perfectamente idéntica á la anterior, no habiendo entre ellas más que una diferencia aparente en la de la base.

Se halla esta roca constituida por los mismos grandes cristales de feldespato; pero la base que los empasta en vez de ser relativamente hialina es casi negra y opaca cuando se observa con pequeños aumentos, y sólo cuando se acrecienta el poder del microscopio puede verse que es esencialmente análoga á los cristales; y que la diferencia primeramente observada se debe á la notable cantidad de hierro magnético que la penetra.

En esta base, constituida por una agregación granudo-cristalina, en la que además de varios fragmentos de piroxeno y numerosos cristallitos de feldespato con tendencia á la estructura fluente, se ob-

serva una inmensa cantidad de magnetita, que puede considerarse como el elemento más importante de la roca.

Los cristales de feldespato están suficientemente limpios, para dejar ver á la luz polarizada su estructura polisintética y con frecuencia aprisionan paralelamente á la cara *g'* partículas de la base con abundante hierro magnético, mineral que forma comunmente una franja de mayor ó menor anchura alrededor de todos los elementos porfidicamente empastados en la roca.

Es muy notable la gran abundancia de hierro magnético en las rocas que constituyen las masas estratiformes de la base de los terrenos paleozóicos en esta parte del país, siendo probable que exista alguna relación entre este fenómeno y las diversas masas ferríferas que se encuentran en la comarca, especialmente con aquellos depósitos que parecen estratificados entre los sedimentos cambrianos.

Otro de los tipos de diabasitas que con frecuencia se observan en toda la zona comprendida entre Guadalcanal y Malcocinado es rica en epidota; su estructura, sin embargo, es idéntica á la de las ya descritas; pero la epidota llega á ser tan abundante en algunos ejemplares que puede considerarse como una verdadera variedad.

DIABASITAS EPIDOTÍFERAS DE LAS CERCANÍAS DE MALCOCINADO.

En esta roca, estudiada al microscopio, se ve que está constituida por una base felsítica, muy abundante en clorita, de muy débil acción sobre la luz polarizada, y en la que se desarrollan numerosos cristales grandes, pero mal definidos, de feldespato muy turbio y atravesado por venillas de clorita verde-mar.

A primera vista parece que esta roca es idéntica á la de los ejemplares ya descritos; pero examinada con atención se nota falta el piroxeno en absoluto, y en su lugar, á veces como menuda arena, y otras como fragmentos de un décimo de milímetro de longitud máxima, se presenta en abundancia un mineral de color verde bastante vivo, de dicroísmo intenso y de notable acción sobre la luz polarizada, el cual por todos sus caracteres parece ser epidota.

Aunque no con grande abundancia, se observa también en ella algún hierro magnético, que, por regla general, está rodeado de fragmentos pequeños de epidota.

Al estudiar esta roca aisladamente apenas habría razón para considerarla como una diabasita; pero son tan numerosos los ejemplares

en que la epidota va gradualmente manifestándose, hasta llegar á las rocas del tipo ya descrito, que no me parece oportuno separarlas, y considero probable que este mineral sea un producto secundario, debido á la descomposicion del feldespato, y áun tal vez del piroxeno.

Las diabasitas del Biar presentan tambien gran semejanza con las ya descritas, y para evitar repeticiones me limitaré á describir un ejemplar de diabasita de la citada comarca, el cual representa con bastante exactitud la gran mayoría de las de este yacimiento.

Dicho ejemplar procede de un dique que atraviesa las pizarras satinadas ó filadios que forman las bajadas del Biar en las inmediaciones de la cuesta de Upa. Su color es verde, la estructura afanítica y la fractura terrosa.

Observada esta roca en el microscopio, se ve que está constituida por una base afanítica impregnada de clorita, y cuyas ramificaciones le prestan cierta apariencia fluente, en cuya base se desarrollan numerosos cristales de feldespato, que varían en tamaño desde un milímetro de longitud máximo hasta no ser perceptibles sino con los mayores aumentos. Diseminadas por la roca y envueltos comunmente en clorita, se encuentran ya fragmentos pequeños de piroxeno, ya grandes trozos, cuyo color es ligeramente rosado.

Los cristales de feldespato no sólo presentan la misma indeterminacion en sus contornos, sino que son raros aquellos en que, áun con ayuda de la luz polarizada, puede reconocerse la estructura polisintética.

El dicroismo de los productos cloríticos es casi nulo, y su accion sobre la luz polarizada tan débil, que en muchos casos podria esta sustancia tomarse como materia perfectamente isotropa, pues sólo da entre los *Nicholes* cruzados un ligero reflejo bronceado.

El hierro magnético en las diabasitas del Biar es algo ménos abundante que en las de Malcocinado; pero se presenta siempre en el mismo estado de extremada division que tienen las de aquella localidad.

En las cercanías de *Cantillana*, y formando parte de las grandes masas eruptivas que constituyen la sucesion de alturas entre este pueblo y *Castilblanco*, existe una diabasita en extremo interesante, tanto por lo bello de su estructura, cuanto por constituir el lazo que une las que acabamos de estudiar con las diabasas francamente cristalinas.

Esta roca, compuesta de una base de color verde oscuro con nu-

merosos cristales de feldespato verde claro, porfidicamente empastados, presenta examinada al microscopio una estructura muy bella. Obsérvanse como elementos constituyentes gruesos cristales y fragmentos de gran tamaño de feldespato, habiéndolos tambien de piroxeno de contorno irregular, porfidicamente empastados en una base micro-cristalina.

Esta base aparece formada por cristales de feldespato y fragmentos de piroxeno, asociado el todo á una cantidad abundante de clorita.

Los cristales de feldespato están muy bien definidos, siendo generalmente muy turbios, y áun los que parecen más diáfanos rara vez se ven constituidos por maclas de más de dos individuos. Los cristales pequeños, por el contrario, se ve que están formados por agrupaciones de cuatro y áun cinco individuos.

Es tambien muy curiosa la manera como están intercalados paralelamente á las caras de las pinacoides en los grandes cristales de feldespato, largos filamentos de la materia de la base que les rodea, filamentos que atraviesan á veces toda la longitud del cristal.

Las dimensiones de estos cristales, porfidicamente empastados, son considerables, alcanzando algunos de ellos más de tres milímetros en su longitud máxima.

Los fragmentos de piroxeno son tambien de grandes dimensiones, alcanzando á veces más de cuatro milímetros. El color de este mineral es amarillo rosado, se conservan muy bien sus diferentes fragmentos, y están libres de inclusiones, observándose sólo alguna que otra partícula de hierro magnético.

Los citados fragmentos de piroxeno aparecen con frecuencia atravesados por numerosas vetas de sustancia serpentina ó clorita verde mar.

La manera como ha penetrado dicha sustancia á través de las grietas del piroxeno dan á este mineral cierta semejanza con algunos peridotitos, especialmente aquellos en que está iniciándose la serpentinizacion.

Fuera de los sitios en que está penetrado por las venillas de sustancia clorítica, el piroxeno se presenta muy bien conservado, y siendo grande su doble refraccion produce naturalmente reflejos cromáticos en la luz polarizada.

Cuando se estudia la base de la roca con suficiente aumento, se ve que está constituida por cristales pequeños de feldespato triclinico,

que miden de uno á dos décimos de milímetro en su longitud máxima y por fragmentos irregulares de piroxeno de las mismas dimensiones próximamente. Dicho piroxeno parece ser en un todo semejante al de los grandes fragmentos porfidicamente empastados, aunque su color es algo más violado.

La clorita es de dos clases, una de ellas de color verde mar, y en un todo semejante á la que tan importante papel representa en las diabasitas del Castillo y Malcocinado, de escaso dicroísmo y de muy débil acción sobre la luz polarizada; la otra es de color más subido, de mayor dicroísmo y de actividad más pronunciada en la luz polarizada.

La estructura de esta variedad de materia verde es fibrosa, y parece resistir mejor á la acción de los ácidos que la variedad verde mar. Asociados á ella se descubren algunos fragmentos pequeños de un mineral que por su dicroísmo, que pasa desde un verde amarillento á castaño claro parece ser anfíbol. Además se distinguen algunos fragmentos pequeños de hierro magnético, rodeados de clorita; y aunque todavía de pequeñas dimensiones, son, sin embargo, mayores que en las diabasitas ya descritas.

Entre estos materiales perfectamente individualizados, se distingue rellenando los intersticios una materia hialina sin contorno definido, que por su débil acción sobre la luz polarizada parece ser el residuo felsítico de la individualización de la roca.

ESTUDIO DE LAS DIABASAS COMPACTAS Y CRISTALINAS.

De todas las rocas básicas que han penetrado los estratos de la región Norte de Andalucía, las diabasas son indudablemente las que mayor influencia han tenido en el relieve de esta parte de Sierra Morena por lo considerable de su masa. Y en efecto, además de constituir casi exclusivamente los montes entre Castellana y Castilblanco, forman la mayor parte de los grandes diques que asoman tanto en el granito y terrenos azóicos, como en la formación cambriana de la parte oriental de la provincia, á la izquierda del Biar.

Consideradas estas rocas sólo por sus caracteres exteriores, se ve que la estructura varía desde la que tienen algunos ejemplares compactos y afaníticos en que difícilmente puede reconocerse alguno que otro cristallillo de feldespato ó piroxeno, hasta las que presentan textura claramente cristalina. El color es, en general, subido, desde un

verde muy oscuro al negro. La densidad bastante considerable, oscila entre 2,95 y 3,05. La tenacidad es siempre grande, y la dureza, aunque superior á la de las diabasitas, no es mucha, pues las raya con facilidad una punta de acero.

La cristalización es, por regla general, bastante confusa; pero en los ejemplares francamente cristalinos se reconoce con ayuda del lente, y aún á simple vista, que la roca está constituida por una aglomeración de cristales de feldespato, blanco en general, bien definidos, que miden de uno á cinco milímetros de longitud y en íntima unión con un mineral piroxénico.

Este mineral varía en su color desde un pardo casi negro á un castaño cobrizo, y posee una cara de crucero con algun brillo metálico; estos fragmentos llegan á medir algunas veces hasta más de medio centímetro de longitud.

Además, en forma de vetas y venillas muy numerosas se observan diversos productos de color verde y algunas pequeñas partículas de pirita.

Cuando la roca no ha sufrido alteración alguna, es escaso el efecto que sobre ella ejercen los ácidos; pero en el caso contrario, la acción de éstos es más sensible y depende del mayor ó menor grado de alteración.

Las rocas de este grupo, estudiadas con el microscopio, presentan caracteres interesantes; y es sobremanera instructivo seguir en sus diversas fases la manera cómo se forman dos series divergentes de rocas, por efecto de las alteraciones que el piroxeno experimenta en sus elementos constituyentes.

Una de estas transformaciones puede calificarse de normal, y da como resultado la formación de clorita y otros productos serpentinosos, á expensas del piroxeno, y en este caso la roca queda siempre dentro del género diabasa; en la otra, que depende de una uralitización de aquel mineral, las transformaciones dan por último término de la serie, dioritas perfectamente caracterizadas.

En estas rocas, como podrá verse al estudiar las del tercer subgrupo, llega el piroxeno á desaparecer por completo y no queda ni la más leve traza de su primitiva presencia.

Estas dos maneras de alterarse el piroxeno parecen ser el resultado de alguna diferencia en su constitución elemental ó del arreglo molecular, más bien que de las condiciones en que se ha operado la transformación.

Si se fija el observador en la manera cómo se alteran los diferentes fragmentos de piroxeno aún en un mismo ejemplar, verá que la facultad de pasar bien al uno ó al otro producto parece que depende de alguna particularidad en su estructura íntima; y en cierta manera podía decirse que trae ya en sí potencialmente la facultad de pasar á uno ú otro producto. Lo único que puede fijarse como regla en esta transformacion, es que mientras más pronunciada se halla la fácies dialógica en el piroxeno, tanto más tendencia hay en este mineral á transformarse en anfíbol.

Hecha esta breve digresion, pasaré á exponer los principales caracteres de las diabasas de la comarca.

DIABASA DE COLOR VERDE OSCURO DE ESTRUCTURA CONFUSAMENTE CRISTALINA Y NUMEROSOS CRISTALES DE FELDESPATO VERDE-CLARO PORFÍDICAMENTE EMPASTADOS, PROCEDENTE DE LAS GRANDES MASAS AL N.O. DE CANTILLANA.

Esta roca en seccion transparente presenta siempre en el microscopio una estructura perfectamente cristalina, y está constituida por cristales pequeños de feldespato triclinico y numerosos fragmentos de piroxeno, estando toda ella penetrada por los diversos productos de la descomposicion de este último mineral. Se hallan ademas diseminados en la roca algunos fragmentos de hierro magnético ó titanífero.

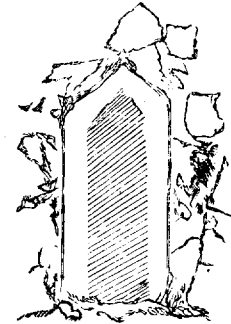
Entre estos elementos de pequeñas dimensiones, se destacan grandes cristales de feldespato, en general muy turbios, que imprimen á la roca una estructura porfiróidea que á primera vista no parece diferenciarse de las que poseen las diabasitas ya descritas; pero que, sin embargo, por la franca cristalizacion de todos sus elementos, no es posible incluir en el mencionado grupo.

Tanto los grandes cristales como los pequeños que forman la base, son generalmente turbios; pero hay algunos individuos transparentes alrededor de la parte central, que siempre está opaca. Examinados estos cristales con la ayuda de la luz polarizada, se ve que no son simples, sino que están constituidos por diversos individuos. Los cristales de pequeñas dimensiones presentan, sobre todo, bandas polisintéticas en extremo bellas.

Otra de las curiosas propiedades que presentan los grandes cristales de feldespato de estas rocas, es la de haber empujado hácia sus bordes al cristalizar los fragmentos angulosos de piroxeno, mineral

que en este caso, al ménos, parece haber sido anterior á la individualizacion de los grandes cristales de feldespato.

En el adjunto diseño puede verse este hecho de una manera clara, pues representa uno de esos grandes cristales de feldespato.



La materia que enturbia el feldespato es en general de escasa accion sobre la luz polarizada; sin embargo, existen algunos grandes cristales que presentan una estructura granudo cristalina de considerable accion sobre este agente.

El color del piroxeno es amarillo roseo, y está bien conservado; pero le atraviesan numerosas grietecillas irregulares, que le dan la apariencia de un cuerpo quebrantado.

En general el contorno de estos fragmentos es muy irregular; sin embargo, algunas veces se le ve limitado por los cristales de feldespato adyacentes, mientras que en otros fragmentos se reconocen cortes que corresponden á las formas regulares de la augita.

El piroxeno de esta roca es pobre en inclusiones y sólo se observa alguno que otro fragmento de hierro magnético y otros irregulares de un mineral hialino cuya naturaleza ignoro.

Al estudiar varios de estos fragmentos de piroxeno á la luz polarizada, se ve que están formados por la agrupacion de tres ó más individuos que producen un conjunto de tintas muy bellas en ese agente.

Los productos que resultan de su descomposicion son de dos distintas clases, el uno relacionado con la clorita ó viridita tan constante compañero de las rocas diabásicas, de color verde, de regular dicroismo, de estructura fibrosa radiada y que brilla con bastante intensidad con la luz polarizada.

Este producto no sólo rodea y penetra al piroxeno, sino que forma aglomeraciones y ramificaciones en la roca que cortan los cristales de feldespato, y áun puede decirse que impregnan la roca por completo.

El otro producto está tambien íntimamente relacionado con el piroxeno, y á veces parece pasar insensiblemente á la clorita.

Constituyen este mineral delicadísimas hebras de un color castaño claro, de dicroismo muy marcado y que tiene toda la facies de una

variedad asbestiforme del anfíbol. Dichas hebras guardan generalmente cierto paralelismo; pero algunas veces forman haces entrelazados de gran belleza.

Es tan íntima la unión de este mineral con el piroxeno, que á menudo parecen formar parte de un mismo fragmento.

En algunos sitios presenta el mineral abestiforme un fenómeno sumamente curioso, que consiste en la fusión de las diversas hebras entre sí, observándose fragmentos que mientras por un extremo tienen la estructura fibrosa ya descrita, por el otro están constituidos por un cristal de perfecta homogeneidad y limpieza y de color castaño claro. Débense á este fenómeno otros fragmentos de anfíbol de idéntica facies, que suelen observarse irregularmente repartidos por la roca.

Los fragmentos opacos, á lo ménos en parte, parecen ser de hierro titanado, si se ha de juzgar por la costra blanquizca que algunos presentan. Este mineral es relativamente escaso, y sólo forma aglomeraciones de pequeño tamaño.

Otra roca de estructura porfirídea, pero que se aproxima aún más al tipo de la diabasa comun de esta localidad y procede también de los montes del N.O. de Cantillana, es la que describimos á continuación.

DIABASA DE COLOR VERDE OSCURO DE ESTRUCTURA CRISTALINA CON CRISTALES DE FELDESPATO PORFÍDICAMENTE EMPASTADOS.

Aún más caracterizada se presenta la estructura cristalina en esta roca, y siendo todos sus elementos de mayor tamaño, puede decirse que la estructura porfirídea sólo es aparente.

Basta emplear pequeños aumentos para ver que la roca está constituida por bellos y limpios cristales de feldespato y grandes fragmentos de piroxeno más ó ménos impregnado de clorita. Empastados entre estos elementos se observan grandes cristales de feldespato algo más turbios que los que forman lo que puede llamarse la base de la roca. Algunos de ellos no están constituidos por maclas, segun la llamada ley de la albita, sino que parecen una mera agrupación de cristales independientes. Examinados, sobre todo, á la luz polarizada, queda este hecho de manifiesto, pues se ve que no todos los individuos guardan perfecto paralelismo, sino que, por el contrario, están agrupados con cierta irregularidad.

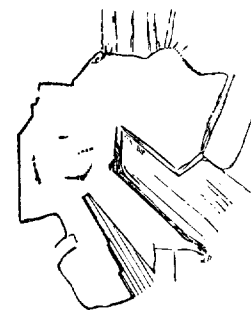
Los cristales de feldespato de la base se distinguen por el estado de limpieza relativa en que se encuentran, y ostentan bandas polisintéticas de gran belleza.

El piroxeno es amarillo rosado, con un ligero tinte violado en algunos fragmentos; este mineral se halla en muy buen estado de conservación y brilla, con vivísimos tintes, á la luz polarizada. Es rico en inclusiones, no sólo del hierro magnético que acompaña á todos estos piroxenos, sino también de otros cuerpos que afectan cierto paralelismo, siempre transparentes; pero unas veces tienen formas cilíndricas, y otras son extremadamente irregulares en sus contornos; siendo lo más curioso que casi todos ellos encierran una pequeña partícula de color más oscuro, que algunas veces llega sin embargo á transparentarse.

Por lo ténue del anillo de refracción que circunda estas inclusiones parecen ser de materia sólida, y es probable que sean residuos vítreos de la primitiva individualización del piroxeno.

Este mineral tiene por regla general sus contornos determinados por la situación de los adyacentes cristales de feldespato.

En uno de los fragmentos se observa un hecho muy curioso de que vamos á dar idea en la adjunta figura.



Como puede verse en ella, el fragmento se halla penetrado por un gran cristal de feldespato, mientras que otro lo limita por la parte inferior y corta al primero casi en ángulo recto. Entre estos dos cristales se observa una faceta del piroxeno que corta las dos caras limitadas por el feldespato en ángulos de 155 grados; por consiguiente, los cristales de feldespato parecen haberse adosado al piroxeno, siguiendo el crucero de éste segun las caras del prisma, y apareciendo entre ellas la orthopinacoide, que preexistía al formarse el feldespato ó se ha generado al cristalizar este.

En el mismo fragmento de piroxeno se observa un cristal de feldespato que penetra la masa, y cuya estructura es muy notable. Puede verse en la misma figura que este cristal está constituido por una agrupación de cinco individuos que resaltan sobre todo, cuando se les observa á la luz polarizada, pues penetran en el piroxeno por etapas

sucesivas constituidas cada una de ellas por uno de los individuos que forman la agrupación.

La clorita se encuentra en unión íntima con el piroxeno, y su estructura fibrosa vista á la luz polarizada recuerda la de aquellas serpentininas que no parecen haber sido generadas por la hidratación del peridoto, como las del Barranco de San Juan en Sierra Nevada y otros sitios. Su color es verde de prado bastante vivo, y cuando se hace girar el polarizador pasa á un verde-amarillento pálido.

La magnetita, aunque sólo forma aglomeraciones de poco tamaño, es bastante abundante.

A pesar de la apariencia porfiróidea que presenta esta roca, cuando se la considera macroscópicamente se distingue en el microscopio la perfecta individualización de todos sus elementos y se aproxima ya en gran manera al grupo de las diabasas cristalinas que forman la parte más importante de las colosales masas que hay entre Cantillana y Castilblanco, y de los numerosos diques de la falda Norte de la sierra del Cañuelo; de la Ribera del San Pedro, de Majalimar y de otros sitios que sería ocioso mencionar; pero antes de proceder á describir estas rocas, voy á dar á conocer un tipo constituido por pequeños elementos y que suele encontrarse con alguna frecuencia especialmente en el primero de estos yacimientos.

DIABASA DE COLOR VERDE OSCURO DE CRISTALIZACIÓN CONFUSA, PROCEDENTE DE LOS MONTES AL N.O. DE CANTILLANA.

Esta roca presenta examinada al microscopio una estructura perfectamente cristalina; y está constituida por cristales de feldespato y fragmentos pequeños de piroxeno, muy bien conservado por regla general, aunque algunos aparecen convertidos en parte en clorita.

El feldespato es turbio, y sólo en los bordes suele presentar alguna diafanidad, pudiéndose entonces reconocer las usuales bandas polisintéticas de la plagioclasa. Pero el hecho que distingue á estas rocas de sus congéneres es la pequeñez relativa de los fragmentos del piroxeno, así como la frecuencia con que se observan cortes que tienen las formas regulares de este mineral.

Es su facies, sin embargo, idéntica al piroxeno de sus similares, y se observan también algunos fragmentos moldeados por los cristales adyacentes de feldespato.

Las secciones regulares que se observan están muy bien conser-

vadas, siendo unas octogonales y otras exagonales: las primeras correspondientes á cortes dados normalmente al eje cristalográfico, en las que se descubre la combinación del prisma con las dos pinacoides, y las segundas correspondientes á cortes dados paralelamente á esta dirección, mostrando todas las formas usuales de la augita, ó sean combinaciones de $m. h^1 g^1 b^{1/2}$.

Tanto estos fragmentos regulares como los irregulares se hallan atravesados por numerosas grietecillas que algunas veces parecen guardar cierto paralelismo.

Este mineral se encuentra á veces transformado en clorita, y en algunas de las secciones regulares se observa un fenómeno muy curioso. La clorita en los cristales cortados paralelamente al eje cristalográfico, está constituida por una serie de hebras muy ténues orientadas paralelamente á esta dirección; mientras que en los cortados perpendicularmente se pierde esta propiedad y sólo se distingue como una franja homogénea que rodea más ó ménos completamente la sección octogonal.

El hecho parece indicar que la descomposición del piroxeno se efectúa desde la periferia al centro y guardando cierto paralelismo á los facetas exteriores del cristal.

La clorita es de un verde de prado bastante intenso, siendo su dicroismo muy marcado. Cuando no forma parte de un fragmento de piroxeno, su forma, por regla general, es bastante irregular, y forma algunas veces aglomeraciones irradiadas de gran belleza, sobre todo en la luz polarizada.

Envueltos en la clorita se distinguen algunos fragmentos muy pequeños de epidota verde pistacho, así como algunos otros que por su color verde botella y marcado dicroismo parecen ser de anfíbol.

El hierro magnético es abundante y empieza ya á constituir esas bellas y grandes aglomeraciones que tan constantemente acompañan á las rocas diabásicas.

Otro tipo en que ya se establece francamente el tránsito al grupo de rocas que forman la parte más importante de las diabasas de esta localidad, y en la cual se nota una marcada tendencia á la anfíbolización del piroxeno, procede también de las cercanías de Cantillana.

DIABASA CRISTALINA DE GRANDES CRISTALES DE FELDESPATO BLANCO Y PIROXENO BRONCEADO, Y TEÑIDA EN ALGUNOS SITIOS POR DIVERSOS PRODUCTOS CLORÍTICOS.

Este tipo es muy frecuente en las cercanías de Cantillana, y empleando el microscopio se ve que su estructura es perfectamente cristalina, estando constituida la masa por grandes cristales de feldespato muy turbios y en íntima unión con otros pequeños, que por regla general son bastante diáfanos, y en los que con ayuda de la luz polarizada se reconocen bandas polisintéticas.

Entre estos cristales de feldespato se observan numerosos fragmentos de piroxeno moldeados generalmente por los cristales de feldespato, y además diversos productos de su descomposición.

El piroxeno, atravesado como generalmente se observa, por infinitas grietas, varía en su color desde el amarillo claro, casi incoloro, al violeta bastante subido, en cuyo caso posee algún ligero dicroísmo.

A la luz polarizada presenta grandes irregularidades, pues mientras unas veces da vivísimos reflejos, en otras ocasiones son las tintas en extremo apagadas.

Raro es el fragmento de piroxeno que está libre de transformación en clorita; y no sólo reemplaza este mineral á la sustancia piroxénica, sino que se difunde por la roca y forma en algún punto aglomeraciones de gran tamaño.

El carácter diferencial más notable entre el piroxeno de esta roca y de los ejemplares hasta ahora descritos, es la tendencia que tiene á convertirse en anfíbol, pues aunque este mineral es todavía más bien la excepción que la regla, existen fragmentos en que por los bordes ó por la parte central se inicia la uralitización.

El color del anfíbol que resulta de la transformación varía desde el verde botella al castaño, y su dicroísmo es muy intenso; además, en algunos fragmentos se reconoce el crucero propio de este mineral según las caras del prisma.

La clorita es de la variedad radiada, de color verde de prado y posee un dicroísmo regular.

El piroxeno de esta roca es muy rico en inclusiones, semejantes á las que ya he descrito en otros ejemplares; pero se distinguen por la tendencia que tienen á agruparse, guardando cierto paralelismo.

La magnetita se presenta en fragmentos de gran tamaño, y se ob-

servan algunas secciones exagonales muy bien caracterizadas, lo que hace suponer, que á lo ménos en parte, sean estos fragmentos de hierro titanado.

Descritas estas variedades que pueden considerarse como la rama descendente que relaciona las diabasas cristalinas con los pórfidos feldespáticos, pasaré á exponer los principales caracteres que el grupo intermedio de estas interesantes rocas presenta; rocas que mientras por un lado se relacionan con las porfiritas, por el otro llegan á estarlo, gracias á un procedimiento inverso, con dioritas perfectamente caracterizadas.

Las rocas de este tipo intermedio son las dominantes en la comarca, tanto en las grandes masas al N.O. de Cantillana, como en los numerosos diques á la izquierda del Biar.

Limitándome á describir dos ó tres ejemplos de estas rocas, que en cierto modo sintetizan los principales caracteres del grupo, empezaré por aquellos ejemplares en que desapareciendo más y más el piroxeno, y dominando por el contrario gradualmente el anfíbol, llegan á constituir verdaderas dioritas; como las de Puerto Blanco, en cuyo yacimiento se ha borrado casi toda traza del primitivo piroxeno.

DIABASA CRISTALINA, CONSTITUIDA POR CRISTALES DE FELDESPATO BLANCO VERDOSO, Y PEQUEÑOS FRAGMENTOS DE PIROXENO DE COLOR CASTAÑO COBRIZO, QUE POSEE UN CRUCERO DOMINANTE CON ALGUN BRILLO METÁLICO Y TEÑIDA LA ROCA IRREGULARMENTE POR DIVERSAS SUSTANCIAS VERDES, PROCEDENTE DE LA UMBRÍA DE LA SIERRA DEL CAÑUELO.

Examinada esta roca en el microscopio presenta caracteres interesantes. Su estructura es cristalina, y se halla constituida por cristales de feldespato turbios los unos y otros hialinos, pero que en este caso presentan un ligero tinte rosáceo muy marcado. Entre los cristales se observaron, á semejanza de lo que sucede en los otros ejemplares que se acaban de estudiar, numerosos fragmentos de piroxeno, cuyo mineral posee un carácter dialógico muy marcado en algunos fragmentos; y coincide este hecho con un considerable aumento de anfíbol, sustancia que llega á desempeñar un papel muy importante en esta roca.

Cuando para estudiar los cristales de feldespato ligeramente rosáceos, ya citados, se emplean grandes aumentos, se ve que disemi-

nados por su masa existen numerosísimos fragmentos de un mineral de color rojo amarillento, y de tan pequeñas dimensiones, que aún con aumentos de 1.200 diámetros, sólo algunos de ellos pueden discernirse como puntos apenas perceptibles, y de su estado de division es dable juzgar por el hecho de que aún no llega á desaparecer por completo la coloracion rojiza, producida evidentemente por las ténues partículas de un óxido de hierro.

El piroxeno es amarillo rosado, y sus contornos dependen invariablemente del que le prestan los adyacentes cristales de feldespato.

La anfíbolizacion del piroxeno es muy frecuente, especialmente en aquellos fragmentos que tienen un carácter más dialógico.

Como confirmacion del tránsito de la augita á su variedad dialógica, puede citarse la tendencia de las inclusiones á alinearse paralelamente á la direccion del crucero.

Estas inclusiones en algunos fragmentos son sumamente curiosas, y están constituidas por laminitas ó pajuelas de un color verde sucio, de figura romboidal, cuyas dimensiones varían entre cinco centésimos á un décimo de milímetro; y atraviesan el mineral piroxénico en toda su extension, formando una serie de franjas alineadas perfectamente paralelas.

Perpendiculares á estas inclusiones, aunque no en tan gran número ni tan bien determinadas, se observan otras semejantes que producen en algunos sitios un enrejado muy notable. La manera como aparecen agrupadas dichas inclusiones, recuerda las de la dialaga, cuando se presentan paralelamente á sus dos pinacoides.

Como ya he indicado, el anfíbol desempeña un papel muy importante en esta roca, y puede decirse que constituye tal vez más de la mitad del total de los productos de descomposicion del piroxeno. El anfíbol se halla en tan íntima union con esta sustancia, que á veces forma parte de un mismo fragmento, el cual no ha perdido al parecer ni lo más leve de su contorno, efectuándose la anfíbolizacion á través de los planos de crucero, cual se observa en las dialagas.

Otras veces se notan fragmentos entre los cristales de feldespato en que ha desaparecido todo el piroxeno, pero se conserva la forma propia de los fragmentos de este mineral: pseudomorfismo, semejante al observado en los pórfidos uralíticos.

Ademas de estos fragmentos que parecen conservar la forma del primitivo piroxeno, se ven otros disseminados por entre los diversos productos cloríticos y serpentinosos que atraviesan la roca.

La coloracion del anfíbol es variable, pues mientras algunos fragmentos son de un verde esmeralda bastante vivo y otros de un verde botella de escasa brillantez, los hay de un color castaño claro.

La estructura es variable en unos casos, fibrosa y bacilar, recordando á la actinota, mientras que en otros es homogénea y presenta con claridad el crucero de 124 grados, usual en la hornablenda.

Su dicroísmo es bastante intenso y brilla con viveza á la luz polarizada.

Los productos de la descomposicion del piroxeno, ademas del anfíbol, forman grandes aglomeraciones, ó vetas y ramificaciones que cortan los cristales de feldespato en ángulos diversos. Estos productos son de dos clases: una de escaso dicroísmo, de color verde mar suave, y de débil accion sobre la luz polarizada, y la otra de estructura radiada, de marcado dicroísmo y de bastante actividad sobre la luz polarizada, siendo su color tambien mucho más subido.

La magnetita y el hierro titanado que con frecuencia presenta la costra blancuzca característica de este mineral, forman bellísimas ramificaciones.

Otras veces, y especialmente cuando está envuelto en la clorita verde mar, se distinguen estos minerales cual ténue polvo, y suelen afectar formas filamentosas que recuerdan al hierro cromatado de algunas serpentinias.

En íntima union con el hierro magnético, y disseminado en la roca, se descubre un mineral de color castaño rojizo subido, que por sus caracteres parece poderse referir á la hornablenda. Este mineral, en una de sus fases, aparece como hebras alternantes de dicha sustancia y de magnetita, y el todo envuelto en grandes masas de clorita. La alternancia de hebras en algunos fragmentos llega á desaparecer, y entonces el mineral es homogéneo é hyalino, de gran dicroísmo y siempre algun tanto fibroso.

Esta sustancia parece ser un producto secundario, generado á expensas del hierro magnético y la clorita que lo envolvía: acerca de cuyo hecho tendré ocasion de llamar otra vez la atencion al tratar de algunos de los ejemplares que me quedan por describir.

Como tipo de aquellas rocas diabásicas cuyo piroxeno posee tan desarrollada la estructura dialógica, que considerando trozos aislados podria tomarse la roca por una verdadera eufótida, describiré un ejemplar de las cercanias del Pedroso, camino de Lora.

DIABASA DE ESTRUCTURA CRISTALINA, CONSTITUIDA POR CRISTALES DE FELDESPATO VERDE CLARO MUY BIEN DETERMINADOS Y ANCHAS FACETAS DE UN MINERAL PIROXÉNICO CON GRAN BRILLO EN LAS CARAS DEL CRUCERO.

Observada al microscopio presenta esta roca una estructura eminentemente cristalina é invariablemente constituida por elementos de gran tamaño. Son estos largos y anchos cristales de feldespato, turbios unas veces, pero otras suficientemente diáfanos para dejar ver bellísimas bandas polisintéticas; y entre aquellos se notan, grandes y como recortados, fragmentos del mineral piroxénico, propio de estas rocas, pero de estructura y aspecto tal, que muchos de ellos no se titubearia en considerarlos como una verdadera dialaga.

Ademas, la manera de difundirse al traves de la roca los diversos productos cloríticos y anfíbólicos, le dan una apariencia tan semejante á ciertos gabros, que si no se vieran los puntos intermedios por donde se une esta roca á sus congéneres, á veces en un mismo yacimiento y á cortísima distancia, no se titubearia en formar un grupo aparte relacionado á dicho género de rocas.

El aspecto de este mineral piroxénico es bastante variable, pues mientras en unos fragmentos presenta un tinte rosáceo muy marcado, en otros es casi incoloro, y sólo las sustancias extrañas que lo ensucian vienen á turbar su transparencia. Tiene una accion relativamente débil sobre la luz polarizada, y su dicroismo es perfectamente nulo. La mayor parte de dichos fragmentos se hallan atravesados por dos séries de inclusiones que guardan perfecto paralelismo y se cortan bajo un ángulo recto, siguiendo al parecer la direccion de las dos pinacoides, como se observa en la dialaga.

Cuando se estudian estas inclusiones con pequeños aumentos, parecen consistir en una materia pulverulenta que sólo produce el efecto de una especie de foliacion en el mineral; pero cuando se hace uso de grandes aumentos se ve que las inclusiones están constituidas por un mineral de color castaño rojizo, que aunque de pequeñas dimensiones, parece poseer todas las propiedades del que forma las características inclusiones de la dialaga, probablemente algun óxido de hierro.

El feldespato presenta tambien con frecuencia la misma coloracion rojiza que el ejemplar anteriormente citado, y las inclusiones tienen tendencia á alinearse guardando cierto paralelismo semejante á lo que sucede en la labradorita de algunas eufótidas.

Los productos cloríticos son muy abundantes, y á más de reunirse en grandes aglomeraciones de contornos irregulares, forman vetas y venillas ramificadas que cortan irregularmente la masa de feldespato y demas elementos de la roca.

El anfíbol es de dos clases: una que puede decirse que se genera directamente sobre el mineral dialágico, y otra que en forma de menudos cristales se halla diseminada por la materia clorítica.

El anfíbol que se forma reemplazando por sus bordes á la angita dialágica, varía en su estructura desde la fibrosa á la compacta, siendo curioso ver cómo penetran cual ténues hebras á traves de los planos de foliacion de la materia dialágica, presentándose el anfíbol despues de efectuada esta sustitucion con todas sus propiedades características, observándose frecuentemente los planos de su habitual crucero.

La materia clorítica ó serpentinoso de esta roca afecta á veces una estructura tan semejante á la de una corriente solidificada, que no es raro observar fragmentos de feldespato que están como destacados de la masa principal, y nadando puede decirse en la materia clorítica; estructura que se asemeja en gran manera á la de ciertas serpentinatas.

La clorita es de color verde mar, y su accion sobre la luz polarizada en extremo débil, y su dicroismo casi nulo; destacándose entonces muy bien las agujas de hornablenda que abundan en la masa.

El color del anfíbol varía en los grandes fragmentos desde cierta sombra verdosa, á un castaño claro; mientras que los cristaliticos que contiene la clorita poseen tintas verdes sumamente claras; siendo muy frecuente observar en estos ejemplares la coloracion del anfíbol producida á expensas de la magnetita.

Este último mineral forma, como en todas las rocas de este tipo, grandes aglomeraciones que á veces afectan formas en extremo caprichosas.

ESTUDIO DE LAS DIORITAS.

Las rocas que forman este grupo tienen un aspecto exterior casi idéntico á las diabasas ya descritas, y excepto en los casos en que pueden reconocerse los caracteres de la hornablenda y del feldespato, es tarea muy difícil distinguir unas de otras por un exámen á simple vista; y ni aun la densidad, algo más débil para las dioritas, puede servir de guía ya que oscila invariablemente entre 2,80 y 3,00.

Cuando la cristalicacion de sus elementos se hace visible, enton-

ces se observan algunos ejemplares, que constituyen bellísimos tipos de diorita que a veces están formadas por cristales muy pequeños de feldespatos blancos, y grandes y brillantes fragmentos de anfíbol, negro por lo general.

Antes de proceder a describir el grupo de rocas que pueden considerarse como verdaderas dioritas, lo haré de un tipo muy abundante en las grandes masas al N.O. de Cantillana y en las de la margen izquierda del Biar; rocas que forman el lazo de unión entre las diabasas que acabamos de estudiar y las dioritas, que constituyen el término extremo de la serie.

Como ejemplo de este tipo, que no presenta los caracteres francos de la diabasa, porque el piroxeno ocupa entre sus componentes un lugar secundario, y en el cual el anfíbol escasea, hasta el punto de poderse considerar como accidental la augita dialógica, describiré un ejemplar procedente de las grandes masas de rocas que, como prolongación de los numerosos diques de la sierra del Cañuelo, Ribera de San Pedro y otros sitios, afloran en las cercanías de Majalimar, entre Lora y Constantina.

Este ejemplar que, por decirlo así, sintetiza el tránsito de dichas rocas, presenta además caracteres muy interesantes, sobre todo en la estructura del anfíbol, por cuya razón lo escojo, a pesar de ser de un yacimiento distinto de los que antes se han descrito; pues me parece excusado decir que en cualquiera de las grandes masas de rocas eruptivas de esta región se encuentran innumerables ejemplares donde se observan idénticos tránsitos, sin necesidad de recurrir a tal o cual yacimiento.

La estructura de esta roca es siempre cristalina, ya se estudie en el microscopio, ya se la considere macroscópicamente.

El feldespatos es turbio por regla general, y sólo en algún que otro individuo presenta diafanidad bastante para dejar ver las bandas polisintéticas.

El piroxeno se encuentra en ella completamente subordinado al anfíbol, y con relación a éste es ya un mero accidente, encontrándose, por lo general, encerrado en la parte central de algunos de los grandes fragmentos de anfíbol; pero conservando sus restos idéntico aspecto que el que presentaba en las rocas que se acaban de estudiar.

Se observan las mismas grietecillas, que unas veces guardan marcado paralelismo y otras siguen direcciones más ó menos irregulares,

con las mismas inclusiones que ya he descrito, y ostentando siempre la misma viveza de tintas con la luz polarizada y el mismo color amarillo rosado.

Referentes a dicho mineral se observan asimismo diseminados por la roca algunos fragmentos transparentes y casi incoloros, transformados también parcialmente en anfíbol.

De la misma manera que el piroxeno ha disminuido en esta roca, donde se halla en exiguas proporciones, y el anfíbol, por el contrario, lo ha reemplazado, desempeñando un papel predominante, así también ha bajado la proporción de los diversos productos cloríticos que aún en aquellas diabasas, ya ricas en hornablenda, que hemos estudiado, representaba, por término medio, una cantidad igual a la de este mineral.

La circunstancia que caracteriza al anfíbol de este yacimiento, es lo variable de su color y estructura, pues se distinguen hasta cuatro variedades, que se diferencian no sólo por el color y estructura, sino también por los fenómenos que presentan examinadas a la luz polarizada.

Una de ellas está representada por fragmentos de estructura homogénea, de color castaño subido y de intenso dichroísmo.

Otra es de color también castaño, pero de estructura fibrosa, semejante a la ya descrita en el ejemplar de la sierra del Cañuelo.

La tercer variedad, que es, puede decirse, la dominante, presenta también un dichroísmo muy intenso, y varía en sus tintas desde un verde azulado muy vivo a otro verde entre amarillento y botella. Esta variedad de anfíbol es algunas veces compacta; pero otras está constituida por la agrupación de delgadas agujas y cristales de muy pequeño tamaño y que afectan en ciertos casos una forma bacilar muy notable. En este anfíbol se observa con mucha frecuencia su habitual crucero, que sigue las caras del prisma.

La cuarta variedad constituye un anfíbol de tintas verdes muy suaves; pero a pesar de esto ofrece un dichroísmo bastante marcado, y oscilando sus tintas desde el verde mar suave al verde pajizo. Si no fuera por esta propiedad y por la frecuencia con que se ven marcados sus planos de crucero, podría fácilmente confundirse con alguna variedad de piroxeno ó dialaga. Su doble refracción es bastante grande; así es que brilla con bastante intensidad con la luz polarizada. Obsérvase además en algunos de los fragmentos de esta variedad de actinota, numerosas venillas de una materia verdosa que atraviesan irregu-

larmente los fragmentos; son probablemente de alguna variedad de clorita ó de serpentina.

Pero el hecho realmente curioso que estas distintas variedades de anfíbol presentan, consiste en que á pesar de lo bien deslindadas que se encuentran entre sí, existiendo al parecer una completa independencia entre ellas, se observan fragmentos que no son sino un abigarrado compuesto de las cuatro variedades de anfíbol.

Obsérvase en un fragmento de una de las preparaciones de esta roca, que, conservando todavía un núcleo de piroxeno rosado en el centro, entran en su composición hasta tres clases distintas de anfíbol.

Los contornos de este mineral son generalmente irregulares, y están moldeados por los cristales adyacentes de feldespato, á semejanza de lo que se observa en los fragmentos de piroxeno de las rocas diabásicas: parece como que el anfíbol ha venido á llenar el lugar que previamente ocupaba el piroxeno.

Otro hecho también digno de estudiarse y que en las secciones de esta roca está bien manifiesto, es la manera cómo puede derivarse la coloración del anfíbol de la magnetita, que se halla en contacto con él, pues con frecuencia se observan fragmentos de magnetita que se hallan rodeados de una aureola de color castaño subido, que aumenta en intensidad á medida que se aproxima á los bordes de este mineral. Los fragmentos de materia anfibólica que se hallan inmediatos adquieren una coloración más y más intensa del mismo castaño oscuro, y por lo general aumenta al propio tiempo su microismo, que contrasta visiblemente con el muy escaso que posee la materia colorante en su derredor; siendo de notar que al reabsorber el anfíbol la materia ferruginosa, cambian de tal manera sus condiciones, que el microismo aumenta notablemente.

Si este hecho tan curioso se confirmase en todas las rocas que experimentan un proceso análogo, podría tal vez explicarse la razón de la abundancia de magnetita en las diabasas y su mayor densidad; debiéndose en ese caso el menor peso específico, y cantidad relativa de dicho mineral en las dioritas, á la circunstancia de haberse empleado una parte de la magnetita en la constitución de los anfíboles ferríferos.

Los productos opacos son muy abundantes en esta roca, y algunos por sus contornos exagonales parecen ser de hierro titanado que abunda en extremo en todas las rocas diabásicas de la comarca; y si no precisamente en este ejemplar, en otros se observan con frecuen-

cia la costra blancuzca característica de dicha sustancia, y en algunos casos se halla la descomposición tan avanzada, que sólo queda un esqueleto traslúcido de muy escasa acción sobre la luz polarizada.

Pueden considerarse las dioritas de Puerto Blanco como tipos más acabados de diorita, pues todas las rocas procedentes de este yacimiento pueden en su totalidad ser consideradas como tales, siendo raro el ejemplar en que pueda aún reconocerse algún resto de mineral piroxénico.

Las dioritas de este yacimiento son unas veces compactas y otras cristalinas. Las cristalinas están constituidas por cristales blancos de feldespato y fragmentos de anfíbol negro muy brillante. Cuando la estructura es compacta, entonces sus colores, siempre oscuros, cambian del verde oscuro al negro. Examinados al microscopio presentan todos los ejemplares de este yacimiento una gran semejanza. Todos, en efecto, poseen la estructura cristalina muy desarrollada, y difieren solamente en el tamaño de los elementos, que son siempre los mismos cristales de feldespato y fragmentos de anfíbol.

El feldespato es turbio, por regla general; pero algunos cristales presentan la suficiente diafanidad para dejar ver las bandas polisintéticas con gran claridad.

La mayor parte de dichos cristales ofrecen una particularidad muy notable, que consiste en presentar en los bordes una franja hialina que brilla sobremanera con la luz polarizada, en cuya franja no me ha sido posible reconocer ni el más ligero indicio de estructura polisintética. El anfíbol es muy abundante, mientras que los productos que pueden referirse á la clorita son sumamente escasos.

Los contornos de este mineral se hallan invariablemente influidos por los cristales adyacentes de feldespato, cual se observa en el piroxeno de las diabasas; y parece como que el anfíbol lleva en sí el sello de su origen, cual sucede en los cristales de uralita.

El anfíbol de este yacimiento pertenece á las dos variedades ya descritas: la una, de color castaño, presenta un microismo intenso, y es de estructura homogénea; la otra se distingue por sus colores verdes más ó menos intensos, aunque es de notar que las tintas verde-azuladas no son tan bellas ni tan comunes en estos ejemplares, predominando más las tintas de color verde botella.

La estructura bacilar es, por el contrario, mucho más frecuente, penetrando desde los bordes, á través del feldespato, numerosísimas agujas, que por su microismo parecen también ser de hornablenda.

La magnetita y el hierro titanífero abundan también bastante en el yacimiento de Puerto Blanco.

El hierro titanado, aunque en algunas aglomeraciones presenta formas en extremo caprichosas y se halla en buen estado de conservación, en otras sólo se observa el esqueleto traslúcido, debido á su completa descomposición. Como ejemplo de lo caprichoso de estas formas, en la figura adjunta podrá verse una de las observadas en estas rocas.



En algunos de los ejemplares de este yacimiento se observan partículas muy pequeñas de cuarzo, por regla general muy limpio y diáfano, aunque literalmente cuajadas de inclusiones líquidas, algunas de ellas con burbujillas movibles con gran rapidez, mientras que en otras se hallan estas, aunque en su inmediata vecindad, completamente fijas.

Esparcidos aquí y allí por la roca, se descubren algunos fragmentos pequeños de un mineral de contornos redondeados, de un dicroísmo bastante intenso, que parece ser epidota. Este mineral se halla unas veces dentro de la masa feldespática y otras envuelto en la materia anfibólica.

Considerada esta roca en su conjunto, parece ser el término final de la transformación que hemos visto iniciarse en las diabasas de la sierra del Cañuelo y otros sitios.

Asociadas á estas rocas y procedentes de las grandes masas que hay al Noroeste de Cantillana, hemos visto dioritas tan bellas, tan limpias y bien conservados todos sus elementos, que podrían tomarse como tipo de esta roca.

Sin embargo, habiendo seguido paso á paso la transformación de unas á otras, basta un ligero exámen para notar la identidad de su origen, pues á pesar de lo bien determinado de todos sus elementos constituyentes, conserva una facies tan especial, que no puede menos de reconocerse la roca de donde se deriva.

Esta diorita es de estructura cristalina, de color verde oscuro, y su densidad asciende á 2,9. Examinada al microscopio dicha roca, la estructura es bellísima, pues se halla constituida por cristales de feldespato de sin igual limpieza, que forman una especie de tejido con grandes fragmentos de anfíbol y algunos pequeños de magnetita.

Cuando los cristales de feldespato se observan con la luz polarizada, y aún sin necesidad de este agente, se ve que están constituidos por diversos individuos, cuyo número es muy variable, pues si en

algunos cristales forman maclas de tres y cuatro individuos, en otros se cuentan hasta diez ó doce de ellos.

La estructura polisintética de estos cristales suele ser algo indeterminada, pues mientras en ciertos parajes quedan perfectamente determinados los diversos individuos que los constituyen, en otros desaparecen y se funden en un cristal homogéneo, que brilla y se extingue todo él simultáneamente entre los Nicholes cruzados.

Esta diafanidad y limpieza que con frecuencia se observa en muchas de las dioritas de la citada localidad, parece ser el resultado de una acción posterior, cuya primera manifestación se observa en la franja hialina que se forma alrededor de los turbios cristales de feldespato, no sólo en las dioritas de Puerto Blanco, sino también en las de otras localidades, como si hubiese habido una especie de reabsorción de las impurezas que por descomposición anterior los enturbiara.

Para resolver este curioso fenómeno son insuficientes los datos que poseo; sin embargo, al ver en tan gran número de rocas dioriticas de esta localidad la franja hialina en el feldespato, se hace razonable suponer que si ese fenómeno llegara á la plenitud de su desarrollo, había de dar por resultado un fenómeno semejante al señalado.

He dicho ya que el feldespato de esta roca es perfectamente diáfano y son muy raras las impurezas que lo enturbian; pues salvo algún que otro fragmento muy pequeño de hierro magnético ó de anfíbol, no merecen mencionarse las demás impurezas que encierra.

Sin embargo, con grandes aumentos se descubren algunas inclusiones de forma irregular unas, esféricas otras, que por la anchura del anillo de refracción que las rodea, me parece contener gases aprisionados.

El anfíbol de este yacimiento es siempre de una sola clase, de color verde botella y de dicroísmo bastante pronunciado, pasando sus tintas al amarillo verdoso. Su estructura, cuando el corte es paralelo al eje cristalográfico, es fibrosa; pero en los fragmentos cortados más ó menos normalmente á esta dirección, es homogénea, distinguiéndose entonces el crucero característico muy bien determinado.

Los contornos están siempre como en todas las dioritas de igual procedencia, limitados por los cristales adyacentes de feldespato, y aún en este caso puede decirse que se halla más subordinado en su forma á esta sustancia, cual si hubiera influido para dicho fin la nueva

cristalización que el feldespato de estas rocas parece haber experimentado.

Los productos cloríticos desempeñan un papel secundario, siendo escasos los sitios en que pueden reconocerse trazas de este mineral. El hierro magnético también es escaso; pero forma algunas caprichosas aglomeraciones, aunque no de gran tamaño.

ESTUDIO DE LAS ROCAS BÁSICAS DEL SEGUNDO GRUPO.

Descrito ya este interesante grupo, que puede ser motivo de luminosas deducciones, para terminar el estudio de las rocas básicas de esta región, réstame sólo dar á conocer aquellas que en cierto modo pueden llamarse esporádicas, y que formando masas relativamente pequeñas y más ó ménos aisladas, deben considerarse como meros accidentes comparados con el inmenso desarrollo que tienen otras rocas eruptivas en esta parte de Sierra Morena. Es, no obstante, muy probable que cuando se amplie la extensión de la comarca estudiada en esta parte de la península, se vea que algunos de estos yacimientos son precursores de masas no ménos considerables que las estudiadas en otros parajes de la cordillera Mariánica. Se verá, por ejemplo, que las diabasas de Alanis presentan notable semejanza con algunos melafiros de las cercanías de Almadén del Azogue, donde adquieren estas rocas un inmenso desarrollo.

Las diabasas forma un cerro de escasa elevación sobre el terreno, á un kilómetro escaso al Sur del pueblo de Alanis; y tanto por su manera de presentarse en la superficie como por su forma y estructura, se distingue de las demás diabasas de la comarca.

Su estructura es cristalina, de pequeños elementos y en extremo confusos; su color es negro; la densidad 2,75 solamente, y por todos sus caracteres podría fácilmente confundirse con muchas doloritas.

Examinada al microscopio, presenta esta roca una bellísima estructura, y su piroxeno tiene gran semejanza con el del Trap de Galway en Irlanda, que Fuess señala como tipo de diabasa en su colección núm. 2.

Cuando dicha roca se encuentra en buen estado de conservación, está constituida por largos y bien terminados cristales de plagioclasa, de perfecta transparencia, ostentando bandas polisintéticas que pueden calificarse de extraordinarias por lo numerosas. Junto con estos bellos cristales de feldespato se observan fragmentos, también

muy bellos y en muy buen estado de conservación, de piroxeno de color violeta subido.

Como producto de la descomposición de este mineral, abunda una sustancia serpentinoso, que tiene la propiedad de aparecer en el contacto entre ella y el piroxeno con líneas perfectamente limitadas, no presentando la infiltración gradual que en las otras diabasas de esta región se ha observado, como si la descomposición, una vez iniciada en un sitio, se hubiese continuado hasta su terminación. Se descubren además numerosos fragmentos opacos de hierro magnético diseminados por la roca, y con especialidad entre los cristales de feldespato.

La limpieza y diafanidad de este mineral son verdaderamente extraordinarias, y presenta una riqueza en bandas polisintéticas sumamente notables, existiendo cristales constituidos por más de cuarenta individuos, que frecuentemente presentan el fenómeno de no extenderse por toda la longitud del cristal, sino que á corta distancia unos se funden en una masa homogénea, mientras que otros, por el contrario, conservan su individualidad en toda la longitud del cristal.

El piroxeno es extraordinariamente rico en inclusiones, distinguiéndose, á más de algunas partículas de un mineral rojo anaranjado, innumerables inclusiones de formas sumamente caprichosas. Se hallan éstas constituidas en determinados casos por unas especies de tubitos rectos y delgados, mientras que en otros afectan formas en extremo irregulares, y retorcidas de una manera sumamente curiosa. Son dichas inclusiones de un color que varía desde el amarillo al castaño oscuro, y á juzgar por lo débil de su anillo de refracción, parece ser una sustancia sólida, probablemente residuos de la primitiva masa vítrea. La doble refracción del piroxeno es grande, y por consiguiente brilla con intensidad á la luz polarizada.

Como regla general, puede decirse que los contornos de este mineral se ajustan á los de los adyacentes cristales de feldespato; pero se observan algunos en que se reconocen las formas regulares de la augita.

Los productos serpentinosos y cloríticos son muy abundantes y forman grandes aglomeraciones en la roca, unas veces en la inmediata vecindad del piroxeno, sin descomponer, y otras reemplazando al parecer fragmentos de esta sustancia. Dichos productos son de dos distintas clases: uno de color amarillo subido y de contorno muy indefinido, y el otro verde, de individualización más perfecta, y ambas sustancias bastante activas á la luz polarizada.

La estructura de la parte verde es fibrosa y en algunos sitios afecta una forma bacilar y radiada en derredor de un punto, recordando la de ciertas esferulitas.

Entre los cristales de feldespato se observan frecuentemente unas especies de cuñas de una sustancia muy turbia y hasta opaca, impregnada de clorita y de muy escasa accion sobre la luz polarizada.

Esta materia, de escasa transparencia, se encuentra literalmente cuajada de *triquitas* y diminutos fragmentos de hierro magnético. Por todos sus caracteres, manifiestan dichas cuñas ser residuos del primitivo magma vítreo, aunque parecen haber sufrido alguna devitrificación, y hoy día no pueden considerarse como de materia perfectamente isotropa.

Dentro de los cristales de feldespato, así como entre la sustancia clorítica se observan numerosos prismas de apatita, y con especialidad los cortados perpendicularmente al eje cristalográfico, destacan sus contornos exagonales de una manera admirable.

La magnetita es tambien abundante en estas rocas, pero por lo general se observa sólo en pequeños fragmentos.

Cuando se someten al exámen microscópico los ejemplares que han experimentado los efectos de la descomposicion en mayor grado, entonces se ve que el piroxeno llega á desaparecer por completo, siendo más y más dominantes los productos cloríticos de color verde.

El feldespato resiste á la accion mineralizadora de una manera notable, pues sólo en ejemplares completamente destruidos é impregnados de diversos productos de descomposicion, es cuando le llega la vez de ser descompuesto, contrastando visiblemente con el piroxeno de estas rocas que se destruyen con gran facilidad.

EUFÓTIDAS DE CAZALLA Y OTROS SITIOS.

Algun tanto al Sur del pueblo de Cazalla, y á ambos lados del camino que conduce á la Fábrica del Pedroso, existe un gran afloramiento de eufótida de singular belleza.

Esta roca, que arma en las pizarras y calizas, probablemente cambrianas, de esta parte del país, se destaca como una pequeña eminencia en la llanada que existe al Sur de este pueblo.

La roca está casi invariablemente constituida por anchas y brillantes placas de dialaga de color de bronce rojizo (que á primera vista podría tomarse por hiperstaen) y grandes cristales de feldespato

verde claro. Además, diseminados por la roca se descubren algunas partículas de piritita, y en varios de los numerosos planos de fractura que atraviesan la roca, se observan vetas de epidota. Dichas vetas tapizan en algunos sitios las lucientes superficies de resbalamiento.

La estructura de esta roca es eminentemente granitóidea, y su densidad oscila entre 5,1 y 5,2. Los ácidos la atacan en parte, y en algunos sitios da la roca una ligera efervescencia.

Examinada al microscopio presenta la estructura usual de los gabros sin olivino y aparece constituida por anchos é irregulares fragmentos de dialaga, moldeados invariablemente por los voluminosos cristales de feldespato labrador, que constituyen la roca.

Además se encuentran como elementos constituyentes gran cantidad de hierro magnético y anfíbol; este último en íntima union con la dialaga.

Este mineral presenta sus caracteres muy marcados, y á pesar de las numerosas inclusiones que contiene es bastante hialino. Cuando sólo se observa con pequeños aumentos, estas inclusiones le dan una coloracion violeta rosada de bastante intensidad, y en algunos sitios posee cierta semejanza con la del gabro de Volpersdorff.

Las inclusiones tienen la forma y color acostumbrados, y es notable la constancia que en ellas se observa. Están invariablemente alineadas en la direccion de las pinacóides, y se cortan por consiguiente en ángulo recto.

En algunos fragmentos se observan hojuelas de color rojizo, orientadas tambien en una sola direccion, que por lo agudo del ángulo en que cortan las clinopinacóides parecen seguir la direccion básica.

No presenta este mineral ni la más leve traza de dicroismo, y á la luz polarizada obra de una manera muy irregular, pues mientras unos fragmentos ofrecen tintas en extremo vivas, otros dan reflejos sumamente pálidos.

Este mineral, como invariablemente sucede en las eufótidas, se halla en íntima union con el anfíbol. Es de color unas veces verde botella y otras castaño, y casi todos los fragmentos que no estén cortados paralelamente á las caras del prisma presentan el crucero habitual de 124 grados muy marcado.

Los grandes cristales de feldespato son siempre muy turbios; sin embargo, en determinadas secciones se distinguen algunos individuos que muestran la estructura polisintética bastante clara.

En algunos de los cristales que mayor diafanidad ostentan, se

distinguen numerosas agujas de color negro; hecho que parece ser característico del feldespato labrador de los gabros.

Algunos ejemplares presentan el feldespato tan turbio, y es tan ostensible la *polarización agregada* ⁽¹⁾ que no puede ménos de recordar la estructura de la saussurita, especialmente en determinados sitios, ya que son una aglomeración confusa de gránulos, hebras y agujas; caracteres todos de este mineral, pero conserva sin embargo el labrador su facies tan marcada, que no es posible considerar á la saussurita más que como un producto accidental.

La hornablenda no se halla sólo limitada á los bordes de los fragmentos de dialaga; forma también vetas, que guardando cierto paralelismo, atraviesan el feldespato y demás elementos de la roca.

Además del anfíbol se observan varios productos serpentinosos ó cloríticos; los cuales se encuentran repartidos con gran desigualdad, pues mientras que apenas los hay en algunos sitios, en otros adquieren un gran desarrollo, hasta el punto de que ciertas secciones presentan una gran semejanza con las serpentinadas.

Sin embargo, en ninguna de las diferentes secciones que hasta el presente he estudiado, he podido reconocer la más leve traza de peridoto, mineral que constantemente acompaña á ciertos gabros.

Los productos opacos, probablemente la magnetita y la pirita son abundantes, pero por regla general constituyen sólo fragmentos irregulares, sin afectar esas caprichosas formas que en otras rocas de esta comarca se observan.

A corta distancia, y antes de desembocar el Huesna en la extensa llanada donde existía la antigua fundición de la plata, corta dicho río otro gran afloramiento de eufótida; pero se halla muy lejos de presentar esta roca la bella apariencia de la de Cazalla, tanto por el menor tamaño de sus elementos constituyentes, como por el estado de descomposición en que se encuentra. Aparece atravesada esta roca por gran número de planos de fractura y grietas en todas direcciones; de tal manera, que se hace sumamente difícil obtener un fragmento de regulares dimensiones.

La estructura de esta roca es también granitoidea, y la densidad asciende á 5,10. El feldespato es verde claro; la dialaga, siempre de tintas oscuras y sin ningún brillo; efecto, como luego se verá, de lo avanzado de su descomposición.

(1) Agregat polarization.

Diseminados por la roca se distinguen además alguna que otra mancha muy pequeña de epidota.

La dialaga aparece, vista al microscopio, muy descompuesta; sin embargo, en aquellos fragmentos que en mejor estado de conservación se hallan, presenta gran semejanza con la del yacimiento de Cazalla, aunque es algo menor el tamaño de las inclusiones que encierra. Abunda el anfíbol y presenta caracteres idénticos á los del anterior yacimiento que he descrito, aunque su estado de descomposición es también algo más avanzado y está por consiguiente más turbio. El estado de descomposición del feldespato es aún más avanzado, y por lo tanto turbio en extremo; no es posible, por tanto, reconocer bandas polisintéticas en ninguno de los ejemplares, y se presenta aún más caracterizado que en la eufótida de Cazalla el tránsito á la saussurita.

Por lo demás, salvo el mayor grado de descomposición de todos sus elementos, esta roca es casi idéntica á la del yacimiento anterior.

Procedente de las cercanías del Ronquillo he estudiado una eufótida de pequeños elementos, pero extremadamente bella. Dicha roca se halla constituida por fragmentos de dialaga de color verdoso y brillo metálico muy caracterizado en sus caras de crucero y por pequeños cristales de feldespato blanco. Observada con el microscopio presenta una estructura que difiere bastante de las que acabamos de estudiar.

La dialaga no se presenta tan angulosa como en las de Cazalla y el Huesna, sino que afecta más bien cierta redondez en sus contornos. Es también de mucha menor diafanidad, y aunque presenta la estructura hojosa muy caracterizada, no pueden reconocerse sus inclusiones con la facilidad con que se descubren en la de los otros yacimientos.

La hornablenda no es tan abundante, y dominan más los productos serpentinos que forman venillas y ramificaciones, que con frecuencia ocupan toda la superficie de la sección.

El feldespato se diferencia también por su buen estado de conservación, y ostenta una estructura polisintética muy numerosa en sus anchos y hermosos cristales.

La magnetita es sumamente escasa en esta roca, pues sólo contiene algunos fragmentos pequeños, en lo cual se diferencia también de las eufótidas de Cazalla y del Huesna que hemos estudiado.

SERPENTINA DEL CASTILLO DE LAS GUARDAS.

Cortando la gran erupcion porfídica del castillo de las Guardas, y á corta distancia del pueblo, corriendo de S.O. á N.E., aparece un gran dique de serpentina muy notable, tanto por el aislamiento en que al parecer se encuentra de otras rocas afines, cuanto por los detalles de su estructura.

Es de color verde muy oscuro, de lustre graso, y en la masa se destacan numerosas partículas que recuerdan al Schillerspath ó Bastita. Tiene una densidad de 2,82, que se aparta muy poco de la que usualmente poseen las serpentinas. Los ácidos la atacan con facilidad y el iman arrastra fragmentos del tamaño de granos de trigo y aún mayores.

Examinadas las secciones de estas rocas en el microscopio, recuerdan perfectamente algunas de las serpentinas de la serranía de Ronda. Sin embargo, á poco que se examine, se ve que no es el peridoto, al ménos en su mayor parte, el mineral que por su hidratacion y alteracion ha dado lugar á la serpentinizacion, sino que ha sido otro el que ha ocasionado la trasformacion.

Diseminado por entre la espesa malla de serpentina casi incolora unas veces y otras de un verde claro, se distinguen numerosos fragmentos de formas sumamente irregulares de un mineral que se halla en distintos estados de descomposicion.

Este mineral que parece irse disolviendo gradualmente en la masa serpentinoso, pasa previamente por distintas fases de trasformacion. Cuando se halla en su estado de mejor conservacion se presenta bajo la forma de fragmentos irregulares de un mineral trasparente y hialino; su superficie rara vez tersa, es por lo general fibrosa y con la luz reflejada brillan algunos fragmentos con lustre anacarado.

Es inatacable por los ácidos; su doble refraccion es grande y brilla á la luz polarizada con vivísimos colores, siendo las tintas predominantes las azules, amarillas y encarnadas.

Su dicroismo es marcado y cambia desde un color de carne bajo hasta llegar á ser casi incoloro.

Todos estos caracteres que parecen ser los de la enstatita están, sin embargo, en contradiccion con los caracteres ópticos, que corresponden más bien á los de un mineral clinorómbico, por cuya razon parece debe referirse á una variedad de la piroxena.

Antes de llegar á la completa serpentinizacion, este mineral parece pasar por varios estados intermedios. Unas veces se hace fibroso y pasa á un producto que recuerda al Schillerspath; á semejanza de lo que, dice Rosenbusch, sucede con el piroxeno de algunas diabasas, mientras que otras adquieren una coloracion castaño rojiza, y en este caso es su dicroismo en extremo intenso. En otros fragmentos el mineral se pone turbio, su fibra se hace ondulosa, se carga de hierro magnético, y aunque conserva bastante accion sobre la luz polarizada, su dicroismo se hace en extremo variable, pues mientras en unos sitios es de intensidad suma, en otros apenas se percibe.

El hierro, probablemente cromatado, es tambien muy abundante, y á semejanza de lo que se observa en las serpentinas, forma caprichosas ramificaciones; unas veces á modo de hebras y filamentos, y otras cual ténue polvo diseminado por la roca.

Excusado es decir que los ácidos tienen escasa accion sobre este mineral.

Alrededor de algunos de sus fragmentos distínguese un mineral constituido por ténues hebras de un color verde intenso, color que recuerda el de muchos de los compuestos del cromo.

Este mineral presenta un dicroismo notable, pues haciendo girar el polarizador, pasa desde la mencionada tinta á un castaño dorado bastante bello. Brilla á la luz polarizada con intensidad y su extincion se produce cuando las hebras están paralelas á la seccion principal del polarizador: es probable que este mineral sea alguna variedad de la mica cromífera ó Fuschita.

Aunque no en grande abundancia se descubren envueltos en la sustancia serpentinoso algunos fragmentos de un mineral que por su transparencia, su falta de dicroismo, su superficie suavemente rugosa y sus tintas rojas y verdes á la luz polarizada, parecen poderse referir al peridoto.

Si bien entre la masa serpentinoso se perciben tambien algunos fragmentos turbios que recuerdan algun tanto los trozos de anortita, especialmente en el bastifels de Harzburg, no he conseguido sin embargo ver este mineral con la suficiente claridad para dar su presencia como cierta.

Es curiosa la presencia de una roca tan distante de todas sus congéneres en esta comarca, y por sus elementos parece estar relacionada á ese grupo de rocas de piroxeno y olivino, conocidas con los nombres de picritas y paleopicritas.

ANFIBOLITAS DE PEÑAFLOB.

A corta distancia de la estación de Peñaflob corta la vía férrea un asomo de una roca muy curiosa. Es de color casi negro, y se distingue por el brillo de los cristales del anfíbol, que casi exclusivamente la constituyen. Con el microscopio se ve que está constituida por innumerables agujas de hornablenda, que afectan cierta orientación en un magma cuarzoso.

Estas agujas tienden á agruparse entre sí y á formar grandes cristales; pero sin llegar jamás á adquirir formas determinadas, sino que, por el contrario, invariablemente se presentan sus contornos irregulares, y siempre se distinguen en los bordes las agujas que los constituyen.

Su color es verde de prado muy bello, y su dicroísmo bastante intenso.

Además se distinguen, formando en general agrupaciones al rededor de un centro de hierro magnético ó titanífero, numerosos fragmentos granudo-cristalinos, de un mineral de color amarillo de miel, de superficie rugosa, de regular dicroísmo, y que brilla á la luz polarizada con bastante intensidad; caracteres que parecen corresponder á la titanita.

El cuarzo presenta una estructura granudo-cristalina muy notable, y mientras en unos sitios brilla con su habitual viveza á la luz polarizada, en otros es su acción relativamente débil y se asemeja á algunas calcedonias.

Alternando con el anfíbol se distinguen algunos fragmentos pequeños de un mineral fibroso de color castaño rojizo, que por la manera de extinguirse entre los nicholes cruzados parece ser biotita.

Aunque con grande escasez, se distingue algun que otro pequeño cristal de plagioclasa; pero son tan raros, que debe considerarse este mineral como mero accidente.

También se distinguen en la roca algunas manchitas de hematites roja, producto debido evidentemente á la oxidación de la magnetita, que suele hallarse en grandes fragmentos dentro de la roca.

Descritas todas las rocas que forman la multitud de diques, lechos y filones que han acribillado el suelo de esta parte de la Península, creo debe dirigirse una mirada retrospectiva á lo estudiado, y ver el enlace que los diferentes grupos pétreos tienen entre sí.

Para darse cuenta del fenómeno en toda su magnitud, hay que tener presente que estas diversas manifestaciones de la actividad plutónica del globo, deben referirse á dos distintas épocas.

Una de ellas parece haberse manifestado en un período de la edad del mundo, que se pierde en la nebulosa noche del pasado, y que todo indica haber terminado, á lo ménos en parte, con anterioridad á la sedimentación de las rocas del sistema cambriano superior, equivalentes á la arenisca de Potsdam en la América del Norte.

La segunda época de actividad plutónica, parece haber comenzado con la deposición de las citadas rocas; y con intervalos de mayor ó menor reposo, siguió manifestándose hasta después de terminada la sedimentación del período carbonífero, llegando quizá al máximo de intensidad cuando se producían los arrastres que sirvieron para constituir las pizarras de posidonomia y las calizas de Belmez y otros sitios.

La primera de las manifestaciones está caracterizada por el asomo de grandes masas de granito que dislocaron y aun penetraron las micacitas y calizas de la formación azóica, y las pizarras lustrosas superiores, masas graníticas que desde aquella remota época han formado el subsuelo sobre el cual se han ejercido los subsiguientes efectos de la actividad dinámica del mundo.

El segundo período eruptivo está principalmente caracterizado por la inyección de colosales masas de rocas diabásicas, que en afloramientos de mayor ó menor importancia, adquieren en España su mayor desarrollo hácia la parte occidental de la cordillera Mariánica.

Simultáneamente con estas inyecciones de rocas diabásicas, parece haberse efectuado en esta comarca una serie de transformaciones en los materiales que constituían el subsuelo, dando por resultado una serie de tipos pétreos intermedios que establecen un tránsito visible aun entre las rocas más diversas del país.

Si nos fijamos en la serie de fenómenos cuyo desarrollo hemos podido referir al tratar de las rocas ácidas de la comarca, se verá que el granito, que puede considerarse como la masa fundamental, ha sufrido con posterioridad á su formación dos series de transformaciones esencialmente distintas.

Una de ellas estriba en la adición del elemento ácido, confirmada en todas sus fases por una serie de fenómenos de altísimo interés que explican el procedimiento que la naturaleza ha seguido para pasar desde rocas que con dificultad pueden separarse del granito normal, á otras que constituyen pórfidos afaníticos, en los que ha desaparecido toda semejanza con la roca primitiva, si bien existe un tránsito gradual entre ambas, sin soluciones de continuidad.

Como resultado de un procedimiento en opuesto sentido al que acabamos de señalar, se ha producido en el granito una disminución gradual del elemento ácido de la roca, resultando como término una sucesión de granitos sieníticos, sienitas y pórfidos feldespáticos, que en sus últimos términos, como habrá podido verse, presentan afinidad marcada con las diabasitas, que constituyen, puede decirse, el punto de partida de las colosales masas diabásicas que penetran esta parte del país.

Por consiguiente, cuando se consideran en su conjunto las rocas eruptivas de la comarca, resulta lo que puede llamarse una monstruosa gradación desde el granito á las masas diabásicas que le cruzan en todos sentidos; sin embargo, si se considera el fenómeno desde un punto de vista más elevado, se verá que en todo este conjunto de manifestaciones lo que realmente existe son dos series de fenómenos fundamentales perfectamente distintos: representada la una por la aparición de las grandes masas graníticas, y la otra, de época posterior, en que se efectuaron las grandes inyecciones de diabasa que hoy día vemos desempeñar tan importante papel en el actual relieve de esta parte de Sierra Morena.

Si se fija el observador en estos dos puntos capitales, y considera en su conjunto toda la serie de circunstancias que acompañaron al gran grupo de rocas intermedias, no podrá menos de ver cierta correlación entre ellas y los dos términos extremos de la serie.

Cuando se estudian en su conjunto los fenómenos á que debe su actual relieve la Sierra Morena, parece verse el resultado de las transformaciones producidas en las masas graníticas á mayor ó menor profundidad de la superficie, como consecuencia de las acciones y reacciones que la vecindad de rocas eminentemente básicas, deben haber ejercido sobre las rocas que componían el subsuelo de esta región; y si se tiene en cuenta la forma y manera como vienen empotrados los filones porfídicos en las masas graníticas, se adquirirá la convicción, en gran número de casos, tanto por la irregularidad y multitud de

ramificaciones que presentan los afloramientos, como por los detalles de estructura que el examen microscópico revela, que es imposible admitir que estas rocas procedan de masas inyectadas en las otras.

Por el contrario, todo tiende á probar que son sencillamente el resultado de infiltraciones mineralizadoras á través de las grietas y sitios de menor resistencia del granito; infiltraciones que han ido transformando los elementos de esta roca *in situ*, de una manera análoga al fenómeno ya descrito al hablar de las masas sieníticas que aparecen entre el Ronquillo y Castilblanco.

Aún contribuye á prestar mayor grado de certeza á esta hipótesis el estado de completa descomposición en que el granito se presenta en contacto con estos filones.

Sin embargo, á pesar de que gran número de estos parecen ser el resultado de fenómenos efectuados *in situ*, otros se presentan en condiciones tales, que apenas queda duda de su origen ingerido, como por ejemplo sucede en la masa de la sierra del Cañuelo. Es por tanto evidente que ambos fenómenos han contribuido al relieve actual de esta parte de nuestro país.

Al ver la no interrumpida gradación que existe entre los dos términos extremos de la serie, en que las inyecciones porfídicas unas veces aparecen como filones conseguidos á expensas de las masas en que arman, mientras que otras constituyen diques de origen evidentemente hipogénico, y al reconocer por otro lado el cambio que se produce en los elementos del granito, me parece que quedan satisfactoriamente explicados los hechos como simple consecuencia de las reacciones originadas durante el segundo período de actividad dinámica, bajo la influencia más ó menos directa de las masas de rocas básicas sobre las graníticas que constituían el subsuelo.

Huyendo, sin embargo, en lo posible del terreno de las hipótesis, creo que puede al menos vislumbrarse lo que ha pasado en esta región, consecuencia, tanto del cambio molecular que la presencia de las masas básicas puede haber producido en las rocas graníticas eminentemente ácidas, como por el poder de transformación, de las violentas presiones que ha debido experimentar toda esta parte del continente: cuyas diversas manifestaciones pueden haber dado lugar á todo género de reacciones, tanto en los materiales preexistentes como en los nuevamente introducidos.

Bajo estas condiciones es plausible suponer, que infiltrándose en las masas graníticas aguas cargadas de elementos básicos, arrastra-

dos desde las vecinas diabasas, se efectuaba una sustitucion del elemento ácido del granito, que iba tal vez á depositarse con exceso en sitio no lejano para producir la série de fenómenos que hemos estudiado al tratar de los pórfidos cuarcíferos: entrando como factores en estos fenómenos, tanto la elevacion de temperatura como las demás manifestaciones del poder de transformacion, dependientes tanto de la profundidad en que las diversas reacciones tenian lugar, como de la manera con que las presiones se efectuaban. Y entra tambien dentro de lo razonable suponer que, mientras en unos sitios sólo podian formarse los filoncillos *in situ*, ya mencionados, en otros se acentuaba la desintegracion, y aquellas partes que llegaban á estar en un estado de mayor ó menor plasticidad y obedecian á las presiones á la sazon dominantes, se inyectaban por entre las fracturas y partes ménos resistentes de las rocas superiores.

Cuando pasaba de cierto limite la segregacion de la sílice en las masas graníticas, ó se acidificaban en demasia las diabásicas, sucedia que llegaba un momento en que, como sucede con algunos pórfidos feldespáticos y diabasitas, se hace imposible la linea divisoria entre ambas séries de rocas.

Todo este conjunto de acciones y reacciones actuando de una manera más ó ménos directa por la influencia de las masas diabásicas sobre los terrenos superiores y adyacentes, explican, en mi juicio, esa série de términos intermedios que parecen establecer una afinidad bastante marcada entre dos manifestaciones que por su origen son esencialmente distintas.

Cuando se intente hacer una clasificacion de todas estas rocas, se debe siempre tener en cuenta lo distinto del origen de los dos términos extremos de la série, y entonces se verá que todas las afines vienen á constituir un grupo intermedio, que por un lado se une directamente con el granito normal, y por el otro lo hace de una manera más ó ménos directa con el grupo diabásico.

En el siguiente cuadro puede verse la manera cómo aparecen relacionadas todas las rocas de la comarca.

GRANITO.

POR INFILTRACION DE SÍLICE.		Pórfidos granitóideos cloríticos.	Pórfidos pegmatóideos cloríticos.	Pórfidos pegmatóideos epidotíferos.	Pórfidos cripto-cristalinos.	Pórfidos graníticos micáceos.	Pórfidos con cuarzo granular.	Sienitas.	Pórfidos feldespáticos.	Diabasitas.	Dioritas.	DIABASA.

Si se considera el granito de esta region con relacion á las dos séries de influencias distintas que ha experimentado, se le ve dividirse tambien en dos séries divergentes de rocas.

Como primera consecuencia de la infiltracion silicea, se separa el granito en dos agrupaciones de rocas caracterizadas, la una por la transformacion de la mica en clorita, y la otra en que se conserva aquel mineral.

Las rocas del segundo grupo ya hemos visto que pasan, por una sucesion de términos intermedios, á formar las curiosas rocas de cuarzo granular, tipo que puede considerarse como mero accidente en esta comarca.

El primer grupo, cuyos términos iniciales pueden considerarse como protoginos bien caracterizados, pasa por sucesivas gradaciones, á constituir dos grupos, que designo con el nombre de pórfidos cuarzosos de estructura pegmatóidea.

Uno de ellos se distingue por el predominio de la clorita en su constitucion, mientras que en el otro el elemento dominante es la epidota.

Estos dos grupos de pórfidos pegmatóideos se transforman á su vez hasta llegar á constituir otros dos en que el elemento cristalino ha desaparecido y la roca se presenta como una masa informe, donde sólo la luz polarizada revela un agregado cripto-cristalino.

Todavía, con un paso más en esta trasformacion de los elementos del granito, se llega á un tipo de rocas en que se reconocen indicios de un residuo felsítico, y tambien se descubren los de una nueva individualizacion, llegando á un cambio completo de la roca primitiva.

Si de este procedimiento de infiltracion silicea pasa el observador á fijarse en el inverso, aunque no tan claramente, notará análogas relaciones, así como que coincide el máximo de transformacion, del granito en sienita, precisamente en la prolongacion de las grandes masas de diabasa entre Cantillana y Castilblanco.

Presentan ademas relaciones tan marcadas, en todas partes del mundo, las sienitas y los pórfidos feldespáticos, y es tambien tan elocuente la presencia del piroxeno en muchos de los pórfidos de la comarca que estudiamos (las que, por otra parte, ofrecen tan íntimas afinidades con las diabasitas del Castillo de las Guardas y otros sitios), que no creo sea posible desconocer las relaciones que unen á todas estas rocas entre sí, las cuales forman una gran série que, empezando por granitos sieníticos, y pasando á verdaderas sienitas, ó constitu-

yendo pórfidos feldespáticos y porfiritas, establecen, en mi juicio, un tránsito que proclama la accion más ó ménos directa de las grandes masas piroxénicas, que tan colosal desarrollo han adquirido en esta parte de Sierra-Morena, sobre las rocas que formaban el subsuelo del país.

No deja, en mi juicio, de tener trascendencia esta accion recíproca de dos fenómenos que han tenido lugar en tan distinto período de la edad del mundo, y que patentizan, aún en la materia inerte, ese constante cambio de estado que parece ser patrimonio comun á toda la naturaleza.

Si nos fijamos ahora en las relaciones que las rocas que forman la série básica guardan entre sí, no serán de menor interes las deducciones que puedan establecerse.

Es evidente que, considerada esta série de rocas en su conjunto, sería difícil tarea poder señalar con fijeza en dónde empieza y en dónde concluye cada uno de los tres grupos en que las hemos dividido.

Sin embargo, si se hace abstraccion de los términos intermedios y nos fijamos solamente en los extremos, no se titubeará en considerar las rocas que los constituyen, no sólo como perfectamente distintas, sino, permitaseme la frase, hasta antitéticas.

Pero no es posible prescindir de los términos intermedios por ser quizás los más importantes de la série, y en ese caso resultan gravísimas dificultades para la clasificacion.

Por la inspeccion de las secciones de estas rocas que tengo estudiadas, claramente se ve que por una accion que podemos llamar de origen consistente en la disminucion del tamaño de los elementos, las diabasas francamente cristalinas pasan á rocas más ó ménos relacionadas con los pórfidos feldespáticos, mientras que por otra accion contrapuesta á la primera y que puede llamarse posterior ó secundaria, y dependiente de un pseudo-morfismo de la augita en anfíbol, las diabasas se cambian en dioritas perfectamente caracterizadas.

No fijando ahora la atencion en el tránsito y relaciones que pueden tener estas rocas piroxénicas con los pórfidos feldespáticos, y haciéndolo solamente en la derivacion que se establece entre la diorita y las demas rocas eminentemente diabásicas, no creo necesario insistir en la importancia que este hecho pueda tener para la clasificacion ulterior de estas rocas, y acerca de la antítesis que se ha querido siempre establecer entre las rocas piroxénicas y anfibólicas; como si

la presencia de estos dos minerales proclamaran una génesis distinta para las rocas en que domine uno u otro elemento.

Creo que tiene importancia para la ciencia petrológica el caudal de hechos que por todas partes vienen á establecer un estrecho parentesco entre dos grupos de rocas que habian sido considerados hasta ahora como muy diferentes.

Conocido es desde hace tiempo el hecho de la transformacion de la dialaga en hornablenda, pues no hay gabro en el que desde hace tiempo no se hubiera observado tal fenómeno, ni la uralita del Ural y del Tirol eran tampoco desconocidas para todos los mineralogistas; pero hasta que ha sido posible aplicar el análisis microscópico al estudio de la estructura íntima de las rocas, no se habia visto que semejantes transformaciones son mucho más frecuentes de lo que se habia creído; y se ha ido gradualmente ensanchando el campo y viéndose que el anfíbol y el piroxeno no son minerales tan exclusivos como se habia considerado, ni son tan raras las dioritas con mayor ó menor abundancia de piroxeno, ni las diabasas en que el anfíbol se encuentra desempeñando un papel de mayor ó menor importancia.

Tambien se ha visto que si es cierto que el curso natural de la descomposicion del piroxeno en la diabasa es su transformacion en diversos productos cloríticos y serpentinosos, no es tambien ménos cierto que parece existir un estado especial del piroxeno en que, sin llegar á poseer todos los caractéres de la dialaga ni á perder los propios, tiene, sin embargo, una marcada tendencia á cambiarse en productos anfibólicos.

En presencia de estos hechos, que por todas partes confirman el estado intermediario de la augita, que de tan interesante manera está de manifiesto en las rocas de esta localidad, se hace, en mi juicio, imposible el sostener la actual clasificacion petrológica.

Es evidente que los tránsitos que se establecen entre estas rocas, con los cuales, diabasas eminentemente augíticas se convierten en verdaderas dioritas, no puede ser un hecho aislado, sino que, en mi juicio, constituye una ley general que, si á veces ostenta los procedimientos por donde se ha llegado á aquel estado, en otras desaparece toda traza de semejante cambio.

Las epidioritas, las proterobas estudiadas por Gumbel; las interesantes rocas del Minnesota, examinadas por los Sres. Kloos y Streng; las ofitas del Pirineo, recientemente descritas por Mr. Levy, así como

las de Santander y Cádiz estudiadas en España, son otros tantos datos que confirman la generalidad del fenómeno; llegando á ser este hecho de trascendencia, sobre todo cuando se consideran las afinidades que el grupo de rocas, que tan colosal desarrollo adquiere en esta comarca, tienen con las ofitas de la márgen izquierda del Guadalquivir y de la region pirenaica, así como el paralelismo con que ambas series de rocas se desarrollan.

En efecto, si se fija el observador en la estructura de las diabasitas de Sierra-Morena, no podrá ménos de ver su equivalente en las ofitas compactas con cristales de feldespato, porfidicamente empastados, que parecen tener su natural clasificacion en el grupo de las andesitas, así como las primeras la tienen en el de las porfiritas.

Si de estos términos extremos se pasa á los que pueden considerarse como equidistantes, se observa idéntica aproximacion de ambas series al grupo de las eufótidas.

Desde este punto es realmente curioso ver cómo se cambian, por la anfíbolizacion de su piroxeno, en rocas eminentemente dioríticas; y sin embargo, á pesar de la identidad del procedimiento, muy difícil sería el confundir ambas manifestaciones de la actividad plutónica del mundo, pues hay una diversidad de facies harto curiosa; y como Michel Levy ha indicado, no son sólo los materiales constituyentes los que separan á las rocas entre sí, sino que existe una diferencia dependiente con toda probabilidad del periodo en que se manifestaron, que debe tenerse en cuenta al pretender fijar cualquier clasificacion.

Así, en los dos grupos de rocas de que tratamos, se observa, puede decirse, idéntica composicion mineralógica; los procedimientos de su transformacion son iguales, y, sin embargo, la facies es distinta, pues mientras el grupo ofítico proclama, si se me permite la frase, una juventud lozana, dadas sus íntimas relaciones con las actuales rocas volcánicas, el grupo diabásico de Sierra Morena ostenta una marcada relacion con la serie porfidica, por caractéres que pudiéramos llamar de vetusta antigüedad.

Este hecho es de importancia, pues demuestra que, si bien son diferentes en su forma las manifestaciones de la actividad dinámica del mundo, los procedimientos fundamentales, en igualdad de condiciones, han sido eternamente los mismos.

Hay, por tanto, en cualquier clasificacion de rocas, que tener presente, no sólo la calidad y cantidad de sus elementos constituyentes,

sino tambien como uno de los principales factores la época en que se manifestaron.

¿Precede á la trasformacion del piroxeno de que hemos hablado un nuevo arreglo molecular; es dependiente de alguna diferencia en su constitucion elemental, ó es efecto tal vez de las condiciones en que la transformacion se ha verificado?

Difícil es poder resolver, de una manera satisfactoria, esta cuestion; pues como ha podido observarse en el estudio de numerosas secciones, existen piroxenos que se convierten en anfíbol, que no se distinguen absolutamente en la apariencia de otros que se transforman enteramente en productos cloríticos, como sucede en el ejemplar descrito ántes de la diabasa de la sierra del Cañuelo.

Pero lo que parece más natural, como ya he tenido ocasion de indicar, es que la roca trae, desde lo que puede llamarse su origen, potencialmente en sí, la facultad de que su piroxeno se transforme en clorita, ó bien pase á productos anfibólicos, en cuyo caso la roca se cambia en diorita.

Parece confirmar esta presuncion el hecho de que en todas las rocas análogas y de pequeños elementos que he tenido ocasion de estudiar, tanto en las diabasas de Sierra Morena como en las ofitas de la provincia de Cádiz y otros sitios, existe una tendencia marcada á sufrir la descomposicion clorítica, mientras que las constituidas por grandes elementos aparecen como más propicias para una transformacion anfibólica.

Confírmese ó no este hecho, lo que no admite duda es que la pretension de separar todas estas rocas en solos dos grupos, considerados hasta el presente como casi antagónicos, presenta serias dificultades, pues se prescinde de otro grupo importante de rocas que con tanta razon podria considerarse como perteneciendo á uno ú otro de aquellos.

Por consiguiente, creo que existen razones suficientes para establecer una agrupacion en que, distinguiendo hasta donde posible sea la diferencia de edad de cada roca, puedan, sin embargo, agruparse toda la série cuyo piroxeno presenta facies dialógica suficientemente pronunciada, y ademas el anfíbol desempeñe un papel más ó ménos importante; série que en la actualidad se hace fluctuar de un grupo al otro, sin tener una norma fija á que atenerse.

Dentro de esta agrupacion, en que se deslindara la diferencia de edad, tendrian su natural cabida tanto el grupo de rocas intermedias entre las antiguas diabasas y dioritas de Sierra Morena, como el no

ménos importante de las recientes ofitas del Sur de España, del Pirineo y de otros muchos sitios.

Grandes servicios ha de prestar en geología el moderno análisis microscópico, tanto para adelantar en el conocimiento de la génesis de las rocas como en el de sus mútuas relaciones y clasificacion; y aunque tal vez tengan estos estudios que pasar por un período como el de todas las ciencias naturales en que la clasificacion se hace confusa, no es ménos evidente que esa aparente confusion es el zig zag que se toma en la montaña, y que si en la apariencia nos hace perder el rumbo, es sólo momentáneamente, pues cada paso nos aproxima más á la cumbre y mayores son los nuevos horizontes que al acercarnos á ella se descubren.

DESCRIPCION

DE LOS TERRENOS ARCÁICOS Ó AZÓICOS DEL NORTE DE LA PROVINCIA DE SEVILLA.

Estudiada toda la série de rocas hipogénicas que en gran parte forman el subsuelo de esta comarca, pasaré á describir los materiales más antiguos de los estratos que constituyen la base de las rocas sedimentarias de Andalucía.

Estas formaciones son de inmensa antigüedad, y á los geólogos portugueses se debe la primera separacion entre los estratos de tan antiguos períodos y los sistemas de transicion más modernos que se presentan en Sierra Morena.

En todos los parajes de Andalucía donde he tenido ocasion de estudiar estos terrenos, bien en los colosales desniveles de Sierra Nevada, ó en las profundas quebradas de la serrania de Ronda, ó en la Sierra Morena, en todas partes he visto que las rocas más antiguas, tomadas en conjunto, se dividen petrológicamente en dos tramos diferentes, cuyos caracteres son siempre constantes.

La parte superior se halla representada por un gran espesor de pizarras lustrosas y satinadas, mientras que la inferior lo está por un inmenso desarrollo de micacitas, talquitas, pizarras anfibólicas y gruesos bancos de caliza, ocupando la base un tramo de considerable espesor formado por rocas gneisiformes.

En el norte de la provincia de Sevilla, la parte inferior de la formacion ocupa un ámbito muy considerable, y aunque dividida en dos por la gran cortadura del Biar, forma una ancha faja que atra-

viesa todo el territorio desde la provincia de Badajoz á las márgenes del Guadalquivir, entre los pueblos de Villanueva y Peñafior.

A ambos lados de esta zona aparecen pizarras lustrosas, pertenecientes en su mayor parte, segun parece, al grupo superior de la formacion que se ha separado, siquiera sea aproximadamente, en el bosquejo de carta Geológica que acompaña á este trabajo.

Todos estos terrenos se encuentran atravesados por una multitud de masas graníticas, que desde los linderos de la provincia con la de Badajoz, en las cercanías de la sierra de Tentudia, hasta orillas del Guadalquivir, forman un gran número de isleos independientes, sobresaliendo entre todos por la magnitud el afloramiento que se encuentra entre el Huesna y el Biar, del cual ya he tenido ocasion de hablar con detencion.

En los límites de esta masa granítica con los terrenos azóicos, es quizás en donde mejor puede estudiarse esta formacion en sus diversas fases; pues tanto en la sierra del Cañuelo, en la Atalaya, como en el cerro del Hornillo y en la Cañada de la Mujer, se ven cortes y desniveles lo suficientemente descubiertos para poder observar los principales caractéres de los diversos estratos.

Al describir el corte general de esta parte de Sierra-Morena, habrá ocasion de ver la manera cómo la formacion ha sido sometida á una série de quiebras con orientacion de N.O. á S.E., por entre las cuales salen á luz diferentes masas de granito.

Si el observador fija preferentemente su atencion en la série de estratos que media entre el cerro del Hornillo y los sedimentos triásicos del Biar, encontrará quizás uno de los cortes más completos de la parte inferior de la formacion, tanto más notable, cuanto que es difícil hallar en la sierra, tan por igual desgastada, desniveles suficientes.

Si se corta el terreno en este sitio normalmente á la direccion que siguen las dislocaciones geológicas de aquella parte del país, por ejemplo desde orillas del Parroso al Biar, pasando por el cerro del Hornillo y la Cañada de la Mujer, se podrá formar una idea bastante aproximada de la sucesion de estratos que constituyen las formaciones azóicas.

Viniendo del Pedroso hácia el cerro del Hornillo, ántes de llegar á orillas del Parroso, se abandona la série de diques y filones de pórfidos que atraviesan el granito, y se penetra en una masa de granito rojo que forma el cauce del rio, y llega hasta la misma base del cerro del Hornillo.

Este granito, como ya he tenido ocasion de indicar, está constituido por grandes cristales de feldespato de color de carne, mica magnésiana oscura y cuarzo gris.

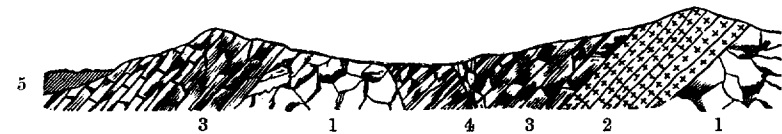
Sobre el granito aparecen los estratos del cerro del Hornillo, constituidos por una série de rocas gneisicas y graníticas sumamente notables; rocas que no se limitan á este solo sitio, sino que salen á luz en distintos parajes de la comarca, pero sin adquirir nunca gran desarrollo.

¿Son estas rocas la parte más profunda de la formacion azóica, como se observa, por ejemplo, en la serrania de Ronda, ó son el resultado de un metamorfismo local, relacionado con la presencia de las grandes masas graníticas?

Cuestion difícil es esta; pero que, resuélvase como se quiera, es evidente que las rocas atestiguan en todo caso una gran profundidad en la série descendente de los terrenos.

Es digno de tenerse en cuenta que mientras en algunos sitios el granito ha atravesado las micacitas sin producir en ellas alteracion notable, precisamente, hácia lo más profundo del sistema, sea donde se encuentren las rocas en cuestion.

Fijándonos ahora en el corte adjunto, puede verse la disposicion de los estratos en este sitio.



Corte desde el cerro del Hornillo al Biar.

1. 1. Granito.—2. Gneis.—3. Micacitas.—4. Dique de pórfido.—5. Rocas triásicas.

Sobre el granito rojo, que ya he dicho forma el cauce del Parroso, aparece un granito de grano muy fino, que forma la base de la umbria del cerro, y reposando sobre él hay una série de rocas gneisicas muy notables.

Como elementos constituyentes del granito de grano fino, además de la mica, se hallan el anfíbol y la clorita, observándose á veces la epidota.

Estudiadas en el microscopio, se ve que están constituidas por diminutos cristales de feldespato orthosa, en general muy turbios y mal definidos en sus contornos, cimentados por cuarzo abundante y numerosos fragmentos de mica verde y anfíbol.

En íntima unión con el último de estos minerales, se observan granos de color de miel, de dicroísmo pronunciado, y que por su aspecto parecen ser de epidota.

Cubriendo las rocas gneísicas y graníticas, aparecen con gran espesor las micacitas atravesadas en algunos sitios por diques de granito.

Estas micacitas son, en general, de colores castaños, dorados y amarillentos, y aún algunas veces tienen tintas verdosas.

Entre las micacitas propiamente dichas y las masas gneísicas, existen algunas rocas, cuya estructura participa del carácter de ambas.

Si sólo se consideran algunas de estas rocas de los alrededores del cerro del Hornillo por sus caracteres exteriores, no podrían separarse del grupo de las micacitas; y sin embargo, alternan con rocas verdaderamente gneísicas y aún con algunos delgados lechos de granatita, siendo su estructura, en el microscopio, sumamente curiosa.

Las micacitas intercaladas en la parte superior de las rocas gneísicas y graníticas del cerro del Hornillo, se distinguen por su estructura granulosa. Están constituidas por capas alternantes de una sustancia rojiza y pulverulenta, separadas entre sí por otras zonas más resistentes, trabadas al parecer por numerosas hojuelas de mica, comúnmente de color dorado, pero que en algunos lechos adquieren tinta algo verdosa.

Las secciones transparentes de estas rocas presentan en el microscopio una estructura bastante notable.

Cuando sólo se emplean pequeños aumentos, aparecen constituidas por manchas irregulares de color blanco, rodeadas de espacios más oscuros, ricos en mica, distinguiéndose además algunas pequeñas placas de cuarzo.

Si se examinan con atención las manchas blancas, se verá, aunque de una manera vaga é indefinida, que se distinguen algunos contornos que recuerdan las formas usuales del feldespato.

La sustancia constituyente de estos rudimentarios cristales de feldespato, aún en secciones delgadas, es invariablemente turbia y recuerda la materia felsítica esencial en muchos pórfidos.

Con aumentos suficientes se observa que esta sustancia presenta la particularidad de estar literalmente cuajada de esferas muy pequeñas de cuarzo, cuyas dimensiones varían generalmente desde 5 centésimas de milímetro á 1 centésima de esa medida, existiendo aún algunas de menor tamaño.

Estos pequeñísimos granos de cuarzo parecen tener la propiedad de soldarse entre sí y formar de esa manera otros de mayor tamaño que, en último resultado, dan lugar á las placas que se observan en la roca impregnada por tenue polvo de magnetita, en diminutos cristales cúbicos muy bien determinados, de menores dimensiones aún que los granillos de cuarzo.

Con frecuencia se observa que estos cristales de magnetita quedan aprisionados en la parte central de las esferillas de cuarzo; observándose algunas de éstas que los contienen en número de 15 á 20.

La materia blanca constituyente de los cristales de feldespato, cuando se la examina con grandes aumentos en la luz polarizada, se la ve formada por una aglomeración de hebras y filamentos que recuerdan, en su estructura, aquellos cristales de este mineral existente en rocas de imperfecta individualización, tales como he tenido ocasión de estudiar en algunas ofitas de la provincia de Cádiz y otros sitios.

La mica varía algún tanto en sus colores, y en la variedad verdosa muestra este mineral una marcada tendencia á descomponerse.

Esta variedad es de un verde botella claro, y con frecuencia está literalmente cuajada de microlitos de colores oscuros y opacos, de naturaleza que ignoro.

En las micacitas de colores amarillentos, la mica es de dos clases: una de color amarillo, algo turbia é indefinida en sus contornos; la otra es incolora, hialina y muy bien conservada; siendo probable que la amarilla sea simplemente el resultado de una parcial descomposición de la variedad incolora que, á la luz polarizada, brilla en general con tintas verdes y encarnadas, mientras que su absorción es regularmente intensa.

Un hecho curioso que ofrece esta mica, es el de aprisionar con frecuencia, y al parecer en el sentido de su pinacoide básica, partículas oscuras de sustancias carbonosas, pudiendo, por su estructura, considerarse estas rocas cual un tránsito del gneis á la micacita.

Las delgadas capas de granatita que alternan con estas rocas gneísicas del cerro del Hornillo, son también harto curiosas, pues la roca está formada por granate de color castaño rojizo, en cuya masa se distinguen salpicados algunos cristales de feldespato de un blanco mate y rosetas de hematites roja.

En el microscopio se ve que forma la roca un agregado granudo

crystalino, de granate impregnado por óxido de hierro, y diseminado en este mineral algunos cristales de feldespato en extremo turbios.

Ademas se observan algunas pequeñas placas de cuarzo, en las que se descubren fragmentos irregulares de un mineral hialino de estructura fibrosa y constituido por una agrupacion de agujas, al parecer alargadas en el sentido de su eje cristalográfico. La extincion del mineral se produce cuando ésta forma pequeños ángulos con la seccion principal del polarizador, y por todos sus caractéres parece ser tremolita.

El granate está atravesado por numerosas grietecillas rellenas de productos ocráceos, y las únicas inclusiones que encierra son fragmentos y grumos opacos al parecer de magnetita ó de otros óxidos de hierro.

Las micacitas que podemos llamar normales de esta comarca, adquieren un gran desarrollo, y su color es generalmente bronceado.

Estudiadas en el microscopio se nota que los rudimentarios cristales de feldespato y cuarzo granular han desaparecido, y sólo se observa el magma cuarzoso de estructura granudo-cristalina que caracteriza á estas rocas en todas partes, y junto con él una gran abundancia de cristales de muscovita.

Este mineral presenta idéntica estructura que en las variedades primeramente descritas, observándose tambien inclusiones de materia carbonosa.

Se observa ademas una extraordinaria abundancia de hematites roja, que unas veces forma grandes manchas de contorno irregular, pero otras constituye ojuelas de bordes en el mayor número de casos redondeados, si bien hay algunos en que se reconocen los exágonos correspondientes á las formas regulares de este mineral.

Cuando estas ojuelas son muy pequeñas y lo suficientemente delgadas, tienen un color rojo vivo en la luz transmitida. Ademas, y como probable consecuencia de la hidratacion de la hematites roja, están las rocas con frecuencia teñidas de amarillo por el hierro hidroxidado.

Diseminadas por el cuarzo se distinguen numerosas agujitas, algunas retorcidas de una manera muy especial, en las que se observa la tendencia á formar agrupaciones de gran belleza. Estas agujas son transparentes y de un color amarillo subido, lo que junto á los demas caractéres parecen indicar son de rutilo, suposicion que queda confirmada por la manera que tienen de agruparse entre si, formando

cristales en que se reconocen las formas usuales de aquel mineral.

Estas agujas se acoplan al parecer por las caras de la dentopirámide, y como puede verse en la siguiente figura, llegan á constituir las conocidas maclas del Rutilo.



Ademas se observan diseminados por la roca numerosos fragmentos de color amarillo y contornos redondeados, cuya naturaleza ignoro, pero que es posible puedan tambien referirse al mismo mineral.

El espesor de las micacitas y talquitas que rodean á la masa granítica entre el Huesna y el Biar, adquiere un gran desarrollo en los sitios de contacto; pero como ya he indicado, en la parte occidental es quizás en donde mejor pueden estudiarse las relaciones de los estratos.

Siguiendo el camino que desde el cerro del Hornillo conduce á Cantillana, despues de atravesar el pequeño afloramiento granítico de la Cañada de la Mujer, se penetra en las micacitas y calizas del cerro del Burro y alturas próximas. En este sitio no he visto en el contacto entre el granito y las micacitas las rocas gneisicas del cerro del Hornillo, sino que reaparecen las micacitas, cubriendo al parecer directamente al granito, alternando en la parte superior con gruesos bancos de caliza, á semejanza de lo que se observa en la sierra del Cañuelo.

Esta parte de los terrenos azóicos parecen ocupar un lugar relativamente elevado en la série de estratos que constituyen la formacion.

Las calizas son siempre cristalinas, y especialmente en este sitio existen algunos mármoles bastante bellos. Con frecuencia son dolomíticas las calizas, y se deshacen en una menuda arena de un color blanco de nieve, que presta á esta parte del pais un carácter muy especial.

Otras veces las calizas no son completamente blancas, sino que están veteadas de azul, y en algunos sitios de un color de rosa suave, encontrándose algunos mármoles que podrian emplearse con ventaja. Con suma frecuencia se descubren entre las calizas diversos minerales que á veces las impregnan completamente.

Procedente de las cercanias del cerro del Burro he visto algunas blancas y cristalinas, y abundantemente salpicadas de pequeñisimos cristales de color negro verdoso. Estudiada esta roca en el microscopio, se observa que está constituida por un agregado cristalino de

carbonato de cal con planos de cruceo muy bien determinados y de más transparencia que lo usual en las rocas calizas.

Empastados en este agregado cristalino se observan numerosos fragmentos de un mineral incoloro y hialino, el cual está atravesado por numerosas grietecillas irregulares, rellenas de serpentina de color verde aceituna. La superficie de este mineral es algo rugosa; en la luz polarizada brilla con gran viveza, y sus contornos son, por regla general, fragmentarios; sin embargo, he visto algunos en que parecen reconocerse los perímetros regulares del cristal, y en ese caso la extincion entre los nicholes cruzados se efectúa en general cuando el eje cristalográfico es paralelo á la seccion principal del polarizador, hecho que excluye el poder considerar á este mineral como perteneciendo á ninguno de los sistemas oblicuos.

Sometidos estos fragmentos cristalinos á la accion del ácido hidroclórico, se observa que se disuelven por completo, aunque con lentitud, debiendo, por consiguiente, referirse al peridoto.

La manera como se efectúa la serpentizacion es idéntica á lo que tiene lugar en todas las rocas peridóticas, y es verdaderamente curioso observar en estos pequeños fragmentos las numerosas vetillas de serpentina que se forman con las ramificaciones de hierro magnético ó cromatado, cual puede observarse en cualquier serpentina procedente de la hidratacion de una masa peridótica.

En algunos fragmentos la serpentizacion se ha efectuado por completo, y sólo se distingue un espacio más ó ménos irregular, relleno por serpentina, mientras que otras veces quedan pequeños fragmentos de peridoto envueltos en la espesa malla de serpentina, últimos testigos de la reaccion verificada.

La serpentina tiene bastante accion sobre la luz polarizada, y es de notar que sólo en casos muy raros forma penetraciones en la masa caliza.

Repartido por la roca, aunque con bastante más escasez que el peridoto, se observan igualmente algunos fragmentos de mica de color anteaado. Este mineral es de dicroismo muy marcado y de viva accion sobre la luz polarizada, encontrándose siempre en muy buen estado de conservacion.

Ademas se distinguen algunos menudos fragmentos de contorno muy irregular de un mineral de color verde bastante subido, el cual permanece en perfecta oscuridad cuando se le hace girar en el plano horizontal entre los nicholes cruzados.

Es ademas inatacable por los ácidos, caractéres que corresponden todos á la espinela ferrifera ó pleonasto.

No se limita la presencia del olivino á las calizas de las cercanías del cerro del Burro, sino que en las que afloran en la vecindad del Real de la Jara las he visto tambien con peridoto; pero en este caso no puede el mineral distinguirse á la simple vista.

Estas calizas son sacaroideas, de colores azulados y rojizos, y en seccion transparente presentan el olivino unas veces en granos redondeados, y otras en forma de exágonos y aún octógonos, resultado del corte dado al cristal formado por la usual combinacion del peridoto en que entran las caras $m g'$ y e' y aún tal vez la h' .

Estos cristales son de dimensiones muy pequeñas, no pasando de dos á tres décimos de milímetro; pero tampoco tienen ménos de dos ó tres centésimos de la misma medida. Ademas se observan irregularmente repartidos por la roca grandes cristales de magnetita.

La serpentizacion del peridoto se hace de una manera muy especial, pues aunque en algunos fragmentos se forma el tejido usual de vetillas de serpentina, en el mayor número de casos ésta se efectúa formando capas concéntricas de tintes amarillos más ó ménos oscuros, capas en cuyo centro se observa una pequeña partícula de olivino.

En las cercanías de Almaden de la Plata existen tambien calizas de singular belleza. Son blancas y sacaroideas en algunos sitios, y empastan numerosos cristales prolongados, de estructura fibrosa y de color verde claro de actinota.

Estos cristales miden á veces hasta tres y aún cuatro centímetros de longitud; mientras que en otras ocasiones forman un apretado tejido, firmemente cimentados por la caliza.

Con frecuencia se observa, y sobre todo en las partes expuestas á los agentes atmosféricos, que la actinota se convierte en asbesto, y entonces la roca tiene una apariencia sumamente curiosa, sobre todo en la superficie exterior, recordando la estructura de algunas calizas ricas en políperos.

En seccion transparente es curioso observar esta transformacion en asbesto, estando muy marcada aún en aquellos ejemplares en que mejor conservada se encuentra la actinota, pues mientras en unos sitios se observa este mineral en un estado de conservacion perfecta, en otros está turbio y parcialmente transformado en esta sustancia.

En su estado de mayor pureza la actinota, es casi incolora, ó si acaso muestra un ligero tinte verdoso, y su dicroismo es muy débil-

En algunos fragmentos se observa el crucero habitual de los minerales anfibólicos, y la extincion entre los nicholes cruzados se produce cuando las aristas del prisma forman un ángulo con la seccion principal del polarizador, que como máximo no pasa de quince á veinte grados.

Estos cristales se hallan con frecuencia fracturados normalmente á su eje cristalográfico, y los diversos fragmentos han experimentado algun movimiento aunque pequeño en su primitiva posicion, habiendo sido los intersticios rellenos por carbonato de cal.

Entre el asbesto y la actinota se observan tambien algunos pequeños fragmentos de color verde botella, y de marcado dicroismo, que parecen poderse referir á la hornablenda.

Aunque con grande escasez, se descubre algun que otro cristal muy pequeño, que por lo agudo de sus formas y su color amarillo, tal vez puedan referirse á la titanita.

Intercaladas entre los estratos de esta potente formacion, aparecen con bastante frecuencia algunos lechos de pizarras anfibólicas que en general son de color negro y constituidos por un agregado de lucentes cristales de hornablenda.

Al microscopio se presenta esta roca como constituida por fragmentos irregulares de anfíbol de color verde botella en general, pero otras veces de tintes de verde más vivos, y todo cimentado por un magma de cuarzo, en el que se distinguen algunos cristales pequeños de feldespato triclinico. Además se encuentran diseminados por la masa de la roca, y sobre todo empastados en el interior de los fragmentos de anfíbol, otros más pequeños de un mineral de dicroismo bastante pronunciado, que parecen poderse referir á la epidota. Se observan tambien algunos cristallitos que por lo agudo de sus apuntemientos es probable sean de titanita, siendo el hierro magnético relativamente muy escaso en todas estas rocas.

Procedente de la base meridional de la sierra del Cañuelo, he visto una pizarra clorítica muy notable, es de color verde claro y se deja rayar con suma facilidad.

En el microscopio aparece como un agregado de hebras y filamentos de clorita y numerosos cristales de actinota de contorno irregular, casi incoloros y con frecuencia fracturados y retorcidos.

Aunque estas pizarras anfibólicas y cloríticas se encuentran reparadas por todo el ámbito de la formacion azóica, sin embargo, uno de los sitios en donde adquieren quizás su mayor desarrollo es entre Lora, el Cortijo de Majalimar y el Huesna.

Como roca talcosa, una de las más notables que, asociada á esta formacion, he tenido ocasion de estudiar, procede de la misma cumbre del Cerro de la Atalaya, eminencia que domina la línea de aguas vertientes entre la Ribera del San Pedro y el Parroso.

Forma esta roca en algunos sitios una verdadera esteatita, aunque es esto más bien la excepcion que la regla, pues en general el cuarzo le presta una gran dureza.

Examinada en secciones en el microscopio se la ve constituida por numerosas hebras y filamentos que brillan con notable viveza en la luz polarizada, y que flotan en un magma de escasa accion sobre este agente. Además se observan algunas placas de cuarzo de contorno indefinido pero de viva accion sobre la luz polarizada.

Asociadas á la formacion azóica se ven en algunos sitios capas de jaspe negro constituido, segun su exámen microscópico revela, por un magma granudo cristalino de cuarzo, y una abundante cantidad de magnetita.

Todos estos estratos, tanto los de la parte inferior de la formacion como los superiores, están atravesados por grandes y numerosos filones de cuarzo lechoso, que cortan unas veces la estratificacion, y otras se encuentran intercalados entre los estratos, distinguiéndose de los de la formacion cambriana superior, por la extraordinaria abundancia de clorita que los impregna.

La parte superior de las formaciones azóicas, lo mismo aquí que en la serranía de Ronda, está constituida por filadíos y pizarras lustrosas, unas veces negras y otras blanquecinas, estando invariablemente su estado cristalino mucho ménos desarrollado que en los terrenos inferiores; pero parecen seguir las mismas inflexiones que han experimentado los terrenos en su base, habiendo sido afectados por idénticos trastornos.

Otro hecho digno tambien de llamar la atencion en este período, es la gran abundancia de hierro que por todas partes penetra las rocas, en forma de masas y filones, siendo tambien la manera de armar el hierro en estos estratos digno de estudio.

Mientras en el cambriano superior parecen las masas ferríferas ser con frecuencia el resultado de grandes aglomeraciones ó lechos que indican un fenómeno tal vez sedimentario, en los yacimientos enclavados en los terrenos azóicos, aparecen casi invariablemente como masas y filones de contacto con los grandes afloramientos cristalinos de esta parte del país, ó bien acompañan las rocas eruptivas, como suce-

de, por ejemplo, en las cercanías de la Atalaya, en donde pueden observarse las diabasas en la misma base de ese cerro, completamente impregnadas en algunos sitios por hierro oligisto.

Es muy curiosa esa marcada asociación que existe entre los depósitos ferríferos y las grandes fracturas que determinan las masas eruptivas de esta parte de Sierra Morena.

Como ejemplo, pueden citarse las considerables masas de la sierra del Cañuelo, que se encuentran precisamente impregnando los estratos de la formación azoica en su contacto con el gran afloramiento porfídico que forma el riñón de la sierra.

Si de los depósitos de esta localidad pasa el observador á fijarse en la gran masa de hierro magnético de Navalázaro, la verá enclavada precisamente en el contacto del granito con las pizarras azoicas, mientras que si se fija en la de Navalostrillo la encontrará en el contacto de los porfidos y el granito de esa parte del país.

Por consiguiente, siempre se ven los hierros en esta formación relacionados con cualquiera de las grandes líneas de fractura de esta parte de la corteza terrestre, cual si fueran una exudación de las diversas masas eruptivas que hemos visto sometidas á tan diversas reacciones.

DESCRIPCION

DEL SISTEMA GAMBRIANO SUPERIOR DEL NORTE DE LA PROVINCIA DE SEVILLA.

En la trinchera abierta para la construcción del ferro-carril de Mérida á Sevilla, y á corta distancia de la fábrica del Pedroso, siguiendo el curso del Huesna y en el camino de la Virgen del Monte, puede observarse que, cubriendo las pizarras antiguas de aquella parte del país, descansa una formación sumamente interesante, constituida en su base por una serie de estratos pizarrosos que, si no fuera por los gruesos guijarros que encierra en su masa, sería muy difícil diferenciar de las pizarras sobre que reposan; pero gracias á ellos puede apreciarse la discordancia de estratificación que existe entre ambos sistemas de rocas, y que estos conglomerados son el primer miembro de una formación distinta que desempeña un importante papel en toda la comarca.

Efectivamente, conforme se marcha desde ese punto hácia Levante, se ve que los caracteres del terreno cambian, penetrando en una

formación diferente á la que constituye lo que puede considerarse como la base de los terrenos estratificados de Sierra Morena.

Esta formación, superior á las pizarras azoicas, se ha podido clasificar paleontológicamente, gracias al eminente geólogo de Breslau, F. Roemer, el cual ha determinado el único resto orgánico encontrado en dichos estratos; y como resultado de esta determinación, es probable que el total de estos depósitos puedan referirse al período cambriano superior.

El fósil encontrado hácia la mitad de la misma, pertenece al género *Archæocyathus* de Billings, género nuevo en Europa, pero característico en la América del Norte de la arenisca de Potsdam, que corresponde á los grupos de Tremadoc y Lingula flags del país de Gales, que Lyell sitúa en la parte superior de la formación cambriana.

Este fósil ha sido descrito como especie nueva por el profesor Roemer en los Zeitschr. D. geol. Ges. XXX. 1878. p. 569 (Anales de la Sociedad geológica alemana), y dado á conocer con el nombre de *Archæocyathus marianus*.⁽¹⁾

(1) He aquí la descripción de Roemer:

El polípero está constituido por un tubo alargado, de forma subcilíndrica y gruesas paredes, y la cara exterior presenta una serie de nudos de pequeña amplitud. Su textura reticular apenas es perceptible á simple vista, y consiste en espacios sub-romboidales desarrollados transversalmente y perforados en el centro. La muralla interna del tubo está separada de la exterior por un espacio bastante grande, dividido por tabiques en número de 40 á 45, que forman una serie de cámaras, las cuales comunican, mediante los numerosos poros del tejido de malla de la muralla externa, con la superficie exterior del polípero, hallándose relacionadas por numerosas aberturas con la interior. Dichas cámaras se comunican además entre sí por aberturas circulares existentes en los tabiques.

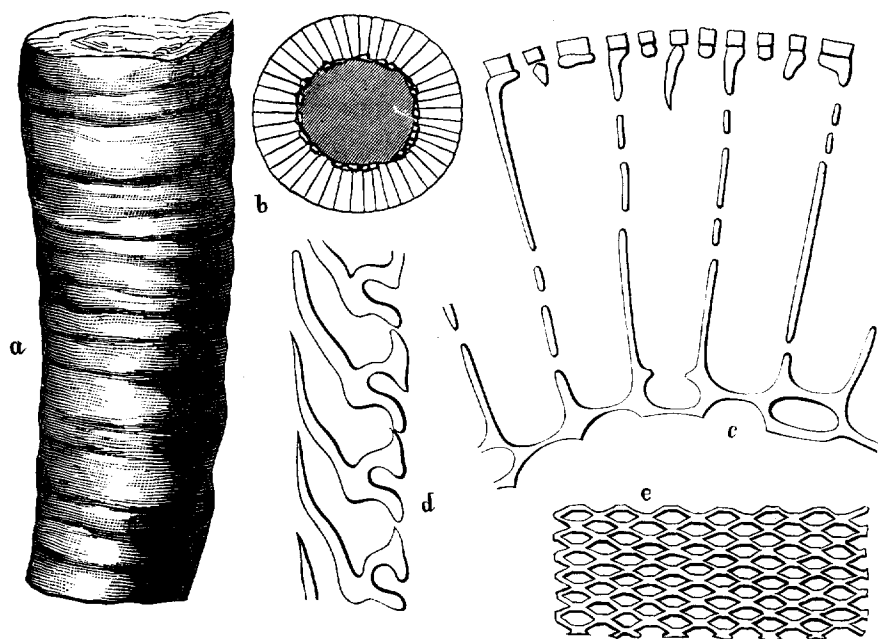
Sólo se conoce un ejemplar incompleto, representado de tamaño natural en la figura a; y, aunque roto en sus dos extremos, está muy bien conservado y permite la exacta investigación de su estructura.

La sustancia petrificante es casi toda caliza y se separa completamente de la pizarra arcillo-silicea en donde se encontraba el fósil, y de la cual aún se observan pequeñas partículas en la superficie del mismo. A pesar de esto, varía la naturaleza de las diferentes partes constituyentes. La diferencia más notable está en la sustancia de la tenue película que forma el tejido reticular de la superficie exterior, que es de color verde vivo. Examinada al microscopio es verde esmeralda y transparente. Con un detenido exámen, se ve, sin embargo, que esta sustancia verde no es original del fósil, sino que ha entrado posteriormente sustituyendo á la caliza de la muralla exterior; pues algunas veces se conserva la sustancia caliza primitiva.

Como confirmacion de la antigüedad de estos depósitos, puede citarse el hallazgo de graptolitos en la vecina provincia de Huelva, por los Sres. Gonzalo Tarin y Delgado, en un horizonte superior á esta formacion.

va, que concuerda con la de los tabiques, mientras que en otras ocasiones penetra á algunos de estos la materia verde que sustituyó al carbonato de cal.

Los espacios sub-romboidales de la superficie (fig. e) son de gran regularidad y delicadeza, y se alinean en filas verticales y horizontales. En sentido vertical hay cinco en cada milímetro, y en el horizontal de $2\frac{1}{2}$ á 3. En el centro están los espacios alineados, y perforados por un agujero que penetra hácia el interior.



Desde la muralla exterior parten los tabiques verticales (figs. b y c), que están formados por caliza blanca y amorfa con los caracteres de la de muchos corales paleozóicos. En la seccion transversal muestran los tabiques pequeñas interrupciones, y carecen de las aberturas circulares por donde comunican entre sí los espacios adyacentes. Es notable la manera como terminan interiormente, pues aparecen en la seccion transversal como unidos entre sí por anillos enlazados. La manera de producirse estos anillos no se nota desde luego, sino que hay que observar la muralla interior en seccion vertical (fig. d), viéndose entonces una sucesion de ganchos, abier-

Estos depósitos tienen un espesor considerable; y como puede verse en el Bosquejo del Mapa geológico que acompaña á esta Memoria, ocupan todo el Nordeste de la parte septentrional de la provincia de Sevilla.

En toda la region están estos estratos representados por dos miembros bastante constantes en su estructura y composicion.

En el inferior prepondera el elemento detrítico, mientras que en el superior existe un predominio marcado del elemento calizo.

Con relacion á la superficie horizontal, el miembro superior es el que mayor desarrollo adquiere, pues el inferior se limita siempre á una faja de mayor ó menor anchura en el contacto con los depósitos azóicos, tanto en su borde oriental como en el occidental.

Como más adelante podrá verse, la parte inferior de estos depósitos es de la mayor importancia.

Cuando se estudia el borde occidental de esta formacion en las cercanías de la fábrica del Pedroso, apénas si hay algo que llame la atencion; pero cuando se pasa á estudiar el borde oriental hácia los linderos de las provincias rayanas, ya sean los de Badajoz ó los de Córdoba, se observa una serie de fenómenos de grandísimo interes.

En este sitio adquiere la formacion no sólo un gran desarrollo, sino que los caracteres que presenta se prestan á deducciones de importancia suma acerca de lo que puede llamarse la preexistencia de

tos hácia arriba, que tapizan la muralla interior, siendo diferente su apariencia conforme el corte se ha dado más ó ménos elevado. Finalmente, no están muy claras las aberturas, por las cuales comunicaria la muralla interna con la cavidad interior.

La sustancia petrificante que rellena las cámaras entre las dos murallas, es una caliza gris y amorfa, que aparece al microscopio constituida por granillos muy diferentes de los de la caliza homogénea que forma los tabiques. De la misma caliza gris está rellena la mayor parte del interior del polípero, siendo el resto de caliza amarilla y espática.

Por la semejanza de la estructura interior y el tejido reticular de la superficie, al compararlos con la descripcion y dibujos de Billians, me hizo dar el fósil español como perteneciendo probablemente al género *Archæocyathus*, adquiriendo la certeza, cuando llegó á mi poder la descripcion de Dawson referente al *Arc. profundus*, cuyos tabiques tienen una estructura análoga á la de la especie española.

Por la forma general subcilíndrica del polípero, con la que más relaciones tiene nuestra especie, es con el *Arc. atlanticus*, que se diferencia por el mayor número de tabiques, pues llegan á 60, mientras que solo hay, segun ya dijimos, unos 40 en la especie de Cazalla.

fenómenos en nuestro planeta, y que revelan que por variadas que sean en su forma las manifestaciones de la actividad dinámica del globo, en su esencia han sido siempre las mismas.

En las cercanías del Pedroso, como ya he indicado, los primeros estratos de la base de la formación son conglomerados pizarrosos, constituidos por cantos en general cuarzosos, procedentes sin duda de la formación azóica sobre que reposan, siendo curioso el ver la manera cómo estos conglomerados están adosados y retorcidos sobre las pizarras inferiores, hasta el punto de que á veces parecen confundirse ambos sedimentos, y si no fuera por la diferencia de materiales que los constituyen, no podrían en muchos casos deslindarse ambas formaciones.

A estos conglomerados suceden, con un espesor considerable, grau-wackas de grano menudo, formadas por pequeñísimos fragmentos de cuarzo y algunos de feldspato, y siempre más ó menos redondeados.

En algunos sitios están estas grau-wackas impregnadas por carbonato de cal, que con frecuencia forma pequeñas vetas de espato calizo, atravesando los estratos de la formación. Sobre estas rocas aparecen grandes lechos de pizarras, generalmente de colores verdosos, los cuales hácia la parte superior se hacen calcíferas y pasan á verdaderas calizas.

Precisamente de esta parte de la formación y de las cercanías del sitio llamado Campayar es de donde procede el ejemplar mencionado de *Archæocyathus*.

En el borde oriental de la formación cambriana, los caracteres generales de los depósitos inferiores pueden considerarse los mismos con relación á la repartición del elemento detrítico; pero cambian en gran manera en los detalles de su estructura.

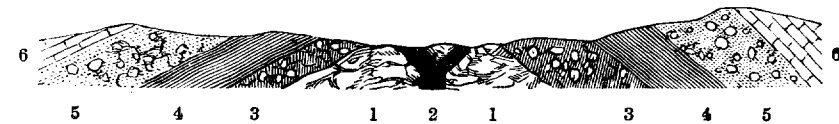
A mitad de distancia entre el pueblo de Guadalcanal y Malcocinado, perteneciente ya á la provincia de Badajoz, asoma el granito por corta extensión; y esta roca se encuentra bastante descompuesta y atravesada por numerosos diques de pórfidos y diabasas, mientras que, reposando directamente sobre el granito, aparecen los conglomerados cambrianos; siendo los cantos empastados en estos sedimentos de mayores dimensiones aún que los que se descubren en la base de la formación en las cercanías de la fábrica del Pedroso.

Estos cantos están íntimamente trabados por un cemento de color verde oscuro, clorítico, y á veces es la trabazón tan íntima y presenta

una facies tan especial, que se hace difícil en la roca recién fracturada reconocer en dónde empieza el elemento empastado y en dónde concluye el que le une. Otras veces parecen los cantos estar embutidos los unos en los otros, y aún en ocasiones se observa están carcomidos, presentando oquedades sumamente curiosas, fenómenos que atestiguan en mi juicio la gran antigüedad de estos sedimentos.

Estos depósitos de grandes elementos rodean el manchón granítico, y se extienden por ambos lados en una serie de estratos con circunstancias de interés.

En el corte adjunto se puede ver la disposición de los sedimentos de esta parte de la formación y cómo el granito forma el subsuelo.



Corte en el camino de Guadalcanal á Malcocinado.

1. Granito.—2. Pórfidos y diabasas.—3. Pudingas.—4. Pizarras.—5. Lechos alternantes de grau-wackas y diabasas.—6. Calizas.

Por una gradual disminución en el tamaño del elemento detrítico pasan los conglomerados de la base á grau-wackas y pizarras, en un todo semejantes á las que se observan en las cercanías de la fábrica del Pedroso y otros sitios del borde occidental.

Es curioso seguir esta disminución del elemento detrítico de la formación, y ver la manera cómo los conglomerados se van haciendo más y más menudos conforme se va subiendo; pasándose desde los sedimentos de la base formados por cantos á veces como balas de cañón, á almendrillas sumamente menudas, y llegar á constituir la serie de grau-wackas y pizarras ya mencionada.

A veces con estos lechos detríticos comienzan á aparecer otros de diabasas interestratificados con ellos, formando un horizonte desde el cual, hasta las calizas superiores, adquiere el sistema no sólo un inmenso desarrollo, en el que se suceden los lechos y diques de diabasas, sino que el carácter de los elementos detríticos toma una facies especial, y con frecuencia se hace en extremo difícil, sobre todo cuando el tamaño de los elementos disminuye, el diferenciar estas rocas detríticas de las adyacentes diabasas: tan íntima es la relación

entre ambas rocas; porque el cemento que une los elementos detríticos tiene color y aspecto muy parecido al dominante en los lechos intercalados de diabasas.

Esta sucesión de bancos interestratificados de rocas eruptivas entre los detríticos, presenta tanta semejanza con lo observado en algunos parajes volcánicos modernos, que con facilidad se puede aceptar la idea de considerar esta sucesión de rocas como un fenómeno análogo al observado en algunas de esas zonas que muestran en la actualidad la actividad plutónica del mundo. Fenómeno que, aunque efectuado en épocas tan remotas que se han considerado como los albores de la vida en nuestro planeta, y sometido á las perturbadoras vicisitudes porque en la sucesión del tiempo estos estratos han pasado, no por eso proclaman con ménos evidencia su verdadero origen.

Considero este fenómeno de suficiente interés para detenerme á estudiar los caracteres que presentan, tanto los cantos empastados en la base de la formación, como la estructura íntima de las rocas detríticas que separan los diversos horizontes de diabasa.

El hecho que primeramente se desprende del estudio de los conglomerados de la base, dada la presencia entre sus estratos de cantos redondeados de granito, es la prioridad del granito á la deposición de los conglomerados, y como esta roca compenetra los estratos de la formación azóica, es lógico suponer que la edad de la aparición del granito, á lo ménos en parte, debe estar comprendida entre la deposición de las pizarras lustrosas que terminan la formación azóica y los estratos inferiores de la que estoy describiendo.

Además de los cantos de granito, se encuentran en los conglomerados diversas rocas cuarzosas y otras que pueden referirse á rocas análogas á las diabasas, que no solamente atraviesan el granito, sino que unas veces en lechos estratiformes ó en diques cortando los estratos, adquieren un gran desarrollo.

Sobre los caracteres que presentan estas rocas diabásicas, no creo necesario volver á insistir, habiéndolo hecho al hablar de las demás hipogénicas de esta provincia; por consiguiente, me limitaré á fijar los caracteres de las sedimentarias que constituyen la base de la formación.

Observadas en el microscopio secciones transparentes de los lechos interestratificados con las diabasas, se ve que invariablemente presentan una estructura detrítica.

La generalidad de estos lechos están formados por rocas en que se

distinguen los siguientes elementos, que sólo varían de unos lechos á otros en su tamaño:

1.º Fragmentos angulosos de cuarzo, el cual va acompañado, á más de las usuales inclusiones líquidas, con burbuja movible, que caracterizan á este mineral por pequeñísimos cristales de apatita.

2.º Cristales, por regla general, rotos y carcomidos, de orthosa; fragmentos que unas veces están en un estado muy avanzado de descomposición, y otras, por el contrario, apenas alterados.

3.º Restos, también irregulares en su forma, de feldespato triclínico.

4.º Fragmentos angulosos de piroxeno, de color amarillo rosado. Con frecuencia este mineral se halla envuelto por diversos productos cloríticos, si bien otras veces se le ve perfectamente limpio.

5.º Trozos angulosos de una roca opaca, constituida por pequeñitos cristales de feldespato y magnetita.

6.º Restos igualmente angulosos de otra roca formada por un magma felsítico, de muy escasa acción sobre la luz polarizada; y abundantes, pero pequeños, fragmentos de piroxeno muy envueltos en clorita.

7.º Fragmentos de diabasas, semejante á las interestratificadas en la formación, y constituidos por pequeños cristales de feldespato muy mal determinados, en una base felsítica muy rica en clorita.

Todos estos elementos detríticos se hallan cimentados en un magma formado por una agrupación de diminutos cristales de feldespato y clorita verde mar; estando el todo salpicado, con extrema abundancia, por pequeñísimos cristales, casi siempre cúbicos, de magnetita.

Es este cemento á veces tan parecido á las rocas diabásicas, que separan estos lechos entre sí, que sería sumamente difícil el poder distinguir ambas rocas adyacentes, si no fuera por los elementos detríticos dominantes en una de ellas.

Excusado me parece decir que, alternando con estos lechos detríticos que poseen el carácter diabásico, se observan otros constituidos también por fragmentos, unas veces angulosos y otras redondeados, de cuarzo y feldespato, pero en los que sólo se reconocen los caracteres de las grauwackas comunes de la localidad, observándose algunas pizarras de finísima estructura entre estos elementos de grano grueso.

En los conglomerados de la base, además del granito y diversas rocas cuarzosas, se hallan, según hemos dicho, un gran número de

cantos, comparables, tanto á las rocas diabásicas que atraviesan el granito, como á los estratos de la parte inferior de la formacion.

Ademas se observan algunas rocas constituidas por grandes cristales de feldespato y mica descompuesta en un magma cripto-cristalino, que es probable procedan de los diques porfidicos que cruzan el granito.

Por otra parte, en union de estos cantos, se observan algunos pequeños fragmentos negros, que parecen ser de pizarras y otras rocas de sedimento, de las que es difícil conocer la procedencia.

Algunos de los cantos de diabasas se encuentran en muy buen estado de conservacion, y permiten que se puedan estudiar los detalles de su estructura.

Uno de estos está constituido por un agregado cristalino de menudos cristales de feldespato triclinico, fragmentos de piroxeno y abundante clorita verde mar. Esta roca presenta ademas algunas concreciones de cuarzo en un estado muy especial.

En el magma de la roca se segregan numerosas concreciones de cuarzo, de forma esferoidal, y cuya extincion es casi siempre completa entre los nicholes cruzados.

Cuando se estudia este cuarzo con sólo la ayuda de la luz natural, en vez de presentar la diafanidad usual, se le observa en extremo turbio, y afecta la apariencia de la silice gelatinosa, que queda como remanente, despues de haber atacado algunos silicatos por los ácidos. Pero cuando se emplean grandes aumentos, se ve que esta opacidad es el resultado de una infinidad de hebras y filamentos en un gran estado de division, que impregnan completamente la sustancia cuarzo-sa. Estas hebras son de color verdoso, y parecen corresponder á la clorita.

Pero el hecho realmente curioso que estas concreciones presentan, es que, hácia su parte central, el cuarzo se hace diáfano, y la sustancia cloritica adquiere los caractéres usuales de la variedad verde mar; mientras que hácia la parte exterior del espacio hialino se acumula la clorita cual si se hubiera efectuado una segregacion de ambas sustancias, y se presenta la concrecion constituida por tres capas concéntricas: una de cuarzo hialino en el centro, otra de clorita verde mar, y otra de la sustancia opaca que ocupa la periferia.

Otras veces el total de la concrecion es diáfano, y entonces sólo en su parte central aparece una agrupacion de filamentos cloriticos.

Las demas diabasitas empastadas en estos conglomerados son se-

mejantes, tanto á las que se encuentran en la localidad en forma de corrientes solidificadas, como las de otros puntos de la provincia.

El cemento que traba estos cantos entre sí, es tambien muy abundante en clorita; y á veces en su estructura se pueden observar concreciones esferoidales de cuarzo, fenómeno semejante al observado en las diabasas empastadas por el mismo cemento.

En la figura 16 (Lam. I,) podrá verse la especial estructura de estas curiosas concreciones.

De la misma manera que en las diabasas hemos visto esferillas de cuarzo con capas concéntricas de clorita, en el cemento se forman otras que empastan una aureola de hierro magnético cristalizado. La estructura de la silice en estas concreciones es en extremo variable, pues mientras unas tienen, con la luz polarizada, un aspecto semejante á la calcedonia, en otras se efectúa la extincion entre los nicholes cruzados simultáneamente en toda la concrecion. Otras veces tiene esto lugar sólo parcialmente, cual si estuviera constituida la masa por segmentos de distinta orientacion.

A semejanza de lo que se observa en el cemento de las rocas detriticas intercaladas entre las diabasas, se ven tambien, en el cemento de los conglomerados, abundantes cristaliticos de feldespato; siendo de notar la extraordinaria abundancia de magnetita que por todas partes aparece; hecho que, como más adelante tendré ocasion de indicar, no deja de tener algun interes para explicar la abundancia de depósitos ferriferos en estos estratos.

Es realmente interesante el estudio de esta parte de la formacion paleozóica; están tan ligados los fenómenos eruptivos á los sedimentarios, que, como más arriba he indicado, parece verse en todos estos accidentes un fenómeno de erupcion concomitante con la deposicion de los sedimentos.

Al ver la estructura de esas rocas detriticas empastando fragmentos angulosos, tanto de las que constituian el subsuelo como de las que á la sazón compenetraban los estratos y se extendian en lechos estratiformes en el fondo de aquel mar, y el todo cimentado por una sustancia que á veces se hace difícil distinguir de las masas eruptivas adyacentes; pareceme confirmar que en toda esta série de fenómenos hay algo análogo á lo observado en ciertas formaciones basálticas de los terrenos modernos, pues en estos parajes se observan grandes masas de basaltos que alternan con lechos de tobas y otras rocas, de tal suerte que, preescindiendo de la diferencia de materiales constitu-

yentes, se presenta un conjunto muy semejante al que hemos observado en la parte media é inferior de la formación cambriana de Andalucía.

Cuando se tiene además en cuenta que este fenómeno se inició precisamente al comenzar el período de hundimiento, que ha permitido la colosal acumulación de los depósitos que estamos estudiando, es fácil comprender cómo en la pasada historia de nuestro globo las acciones volcánicas han podido coincidir con esos grandes hundimientos, dando por resultado cierta relación entre aquellas manifestaciones y la disposición de los primeros sedimentos de la formación.

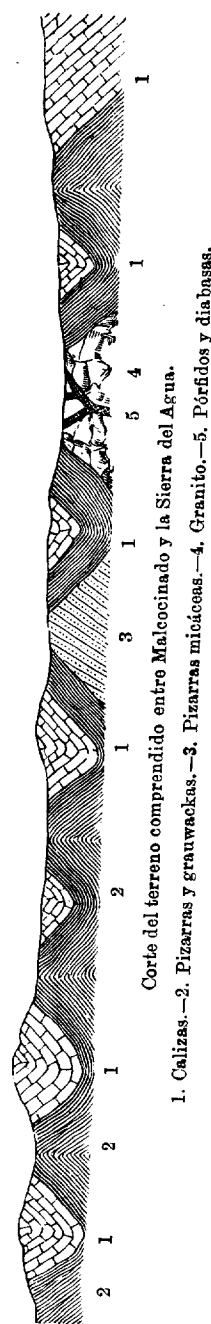
Las intercalaciones de rocas diabásicas pueden considerarse como correspondiendo á los actuales basaltos, mientras que las rocas detriticas parecen corresponder á las recientes tobas que observamos entre los depósitos más modernos; pero como los antiguos materiales han estado sometidos á distintas influencias, se ha dado lugar para que experimenten diversos arreglos moleculares, pudiendo, en virtud de éstos, algunas sustancias pulverulentas que han servido de cemento á los grandes detritus, haber experimentado una nueva cristalización de todos sus elementos, con lo cual, en la actualidad, se hace difícil distinguirlos de las rocas adyacentes, de donde con toda probabilidad proceden en muy gran parte.

Queda, por consiguiente, en mi juicio, plenamente evidenciado que, al comenzar á depositarse los sedimentos pertenecientes al cambriano superior, y al iniciarse el gradual hundimiento que esta parte de la Península experimentó, tuvieron lugar una serie de fenómenos eruptivos, acompañados tal vez de circunstancias semejantes á las que hoy ocurren en ciertos parajes de la tierra; serie de fenómenos que, inaugurándose en aquella remota época, se han prolongado, quizás sin solución de continuidad, hasta el final de la época paleozóica.

La parte superior de la formación cambriana ocupa una gran extensión superficial en la provincia de Sevilla, cubriendo, puede decirse, todo el Nordeste de la misma.

Los estratos de la formación se presentan con una serie de rapidísimos pliegues, invariablemente orientados de N.O. á S.E., y de ello da idea el corte de la página siguiente del terreno comprendido entre Malcocinado y la sierra del Agua, término de Guadalcanal.

En esta parte del sistema, como ya he tenido ocasión de indicar, domina el elemento calizo, si bien el conjunto puede considerarse como constituido por una alternación de lechos de calizas y pizarras,



Corte del terreno comprendido entre Malcocinado y la Sierra del Agua.
1. Calizas.—2. Pizarras y grauwaekas.—3. Pizarras micáceas.—4. Granito.—5. Fórfidos y diabásas.

observándose de vez en cuando alguna que otra capa de grauwaeka interestratificada.

Las calizas son, por regla general, de colores oscuros; y es de notar que las de la parte oriental se hallan en un estado mucho más avanzado de cristalización que las de la parte occidental.

El origen sedimentario de estas calizas está muy de manifiesto, y con frecuencia se observan lechos que, en ménos de dos centímetros de espesor, puede contarse hasta diez ó doce bandas de distinta estructura, y separadas entre sí por una tenue capa de pizarra; demostrando esta estructura, en mi juicio, no sólo una gran lentitud en la sedimentación, sino que además aquella se verificaba en aguas tranquilas.

En algunos sitios del extremo Nordeste de la provincia, está tan marcada la cristalización de las calizas, que fácilmente podrían confundirse con algunas de las que están subordinadas á la formación azóica; sin embargo, es su grano mucho más menudo, y jamás he observado los minerales que con tan gran frecuencia vienen asociados á las calizas de aquella formación.

Especialmente en las cercanías de San Nicolás del Puerto, en las sierras del Guadalcanal y otros sitios, se encuentran algunos lechos que forman un precioso mármol; pero, como regla general, los bancos son de escaso espesor y alternan con otros en que se reconocen los usuales caracteres de la formación.

Uno de los sitios donde mejor puede estudiarse este terreno con todos sus detalles, es en los grandes desmontes del ferro-carril de Mérida, el cual corre á lo largo de la margen izquierda del Huesna, Campayar y la Virgen del Monte; cruza las pizarras calcíferas que, como ya he dicho, parecen dominar allí á las grauwaekas inferiores, y atraviesa la sucesión de calizas y pizarras que forman la parte superior del sistema cambriano.

En este sitio las calizas separadas por capas de pizarras son de colores oscuros, y forman lechos que varían en extremo en su grueso, pues desde algunas, que miden más de un metro, se llega á otras que sólo tienen uno ó dos centímetros. El color de las pizarras es también oscuro, y su espesor como el de las calizas, en las que puede observarse un hecho muy curioso, que á primera vista suele producir alguna confusión, pues consiste en pasar repentinamente el mismo estrato calizo á constituir una arenisca de finísimo grano; mas si se estudia este fenómeno con atención, se verá que más bien que un cambio en la calidad de los sedimentos al depositarse el estrato, parece que esta particularidad se debe á una disolución del carbonato de cal que constituía la roca.

Efectivamente, si se disuelve en los ácidos una parte del estrato que conserve el carácter calizo, se observa que queda un residuo considerable por disolver, y que este sedimento está formado por una sustancia carbonosa y abundantes granillos de cuarzo; y cuando además se examinan en el microscopio láminas delgadas de estas calizas, se ve que están constituidas por una gran cantidad de granillos de cuarzo empastados en el cemento calizo.

En vista de estos hechos, y de la manera cómo se presenta el fenómeno, me parece probable que estas pseudo-areniscas, que parecen venir intercaladas entre los lechos de calizas y pizarras, sean meramente el residuo silíceo que han dejado sin disolver las aguas más ó menos cargadas de ácido carbónico que han filtrado por entre los estratos; tanto más, cuanto que el fenómeno es común, en mayor ó menor grado, á todas las calizas de esta formación en todos aquellos sitios en que han estado expuestas á la acción de los agentes atmosféricos.

Con suma frecuencia se observan afloramientos de capas que, en la superficie, parecen areniscas muy finas, y cuando se rompe la roca, aparecen en el interior los caracteres usuales y comunes de las calizas; coincidiendo generalmente, con este hecho; el que los estratos, en su superficie, adquieren un tinte rojo de bastante intensidad; fenómeno relacionado evidentemente con una peroxidación del hierro, que en gran cantidad contiene la roca al estado de protóxido.

Los colores de estas calizas, como ya he indicado, son oscuros, salvo cuando la cristalización está muy avanzada, en cuyo caso los colores claros son los dominantes, como sucede, por ejemplo, en las cercanías de San Nicolás del Puerto, donde abundan los lechos semi-

cristalinos de un azul claro; habiendo además ejemplos de calizas sin trazas aparentes de cristalización y de color de miel claro, cual sucede subiéndolo al puerto del Contador desde la Fundición de la plata.

Con frecuencia se observa, y con especialidad en las calizas de colores oscuros, que están literalmente cuajadas de cristales de pirita, á veces en octaedros muy bien determinados.

Como consecuencia de la sulfatación y disolución de estos cristales, se nota que en las superficies de esta roca, expuestas á los agentes exteriores, quedan huecos que á veces podrían inducir á error, considerándolas como impresiones de alguna sustancia orgánica.

En la parte oriental, como ya he dicho, es donde la cristalización de las calizas se hace más patente, cual si hubiera alguna dependencia entre este fenómeno y el gran desarrollo de las manifestaciones plutónicas que tuvieron lugar en esa parte del país, mientras estos sedimentos se depositaban; y como comprobación de este hecho puede citarse la frecuencia con que vienen intercalados entre las calizas de las sierras de Guadalcanal, y con especialidad en sus vertientes orientales, numerosos lechos de pizarras cloriticas que se asemejan, en gran manera, á los sedimentos detríticos que ya he descrito, como formando la base de esta misma formación.

A semejanza de las capas azóicas sobre que reposa, esta formación se encuentra atravesada por numerosos filones de cuarzo, que cortan unas veces los estratos en direcciones irregulares, pero otras se intercalan y siguen los planos de sedimentación.

Algunas de las pizarras de la formación presentan en su estructura fenómenos sumamente curiosos: así es que á orillas del Huesna y antes de llegar al camino que conduce á la Hacienda de la Berruga, viniendo de la fábrica del Pedroso, presentan estas pizarras un carácter especial, el de aparecer en una grande extensión los diferentes lechos atravesados en ambas caras por un sistema de líneas paralelas regularmente espaciadas, que penetran á veces tres ó cuatro centímetros en el interior de la pizarra. Otras veces existen dos sistemas de líneas que se cortan bajo diversos ángulos, y entonces queda la pizarra dividida en una serie de pequeños paralelepípedos de gran regularidad. Además, cuando se observan con atención estos lechos de pizarras, se ve que las líneas por ambos lados no se corresponden, si no que vienen á concluir, después de profundizar á veces hasta más de cuatro centímetros, en un lecho interior de caliza.

Este hecho curioso no es, en mi juicio sino un fenómeno produ-

cido por la diferente contraccion de la capa interior de caliza compacta y de la masa arcillosa que por ambos lados la cubre.

Con frecuencia están estas grietas rellenas de cuarzo y en algunos sitios, entre Alanis y Guadalcanal, he observado algunas, cuyo cuarzo ha cristalizado, orientándose el eje cristalográfico normalmente á las caras de la grieta y paralelamente á los planos de estratificación.

Otro hecho de interes en esta formacion es la abundancia de hierro que en toda ella se observa, de tal suerte, que así como en los estratos azóicos se distingue este mineral por la tendencia á formar filones de contacto con las grandes masas eruptivas, en esta afecta con frecuencia la forma sedimentaria.

En las cercanías de Cazalla he visto lechos de grauwackas formados por capas alternantes de color ceniciento y negro. Las primeras están constituidas por los granillos usuales de cuarzo y feldespato de las grauwackas comunes de este periodo, mientras que los negros lo están en gran parte por arenas ferruginosas, parte de ellas en la actualidad son de hematites roja y parda; pero la mayoría siguen al inan, siendo probablemente de magnetita.

Esta sedimentacion del hierro es muy notable, y quizás explique la aparente estratificación entre las calizas de las colosales masas ferríferas del cerro del Hierro, que en este depósito es manganesífero y se presenta alternando con capas de caliza y algunas de sulfato de barita, siendo muy probable proceda de un fenómeno sedimentario contemporáneo á la formacion. No he podido sin embargo, estudiar este yacimiento en condiciones que me permitan resolver el asunto ni aún de una manera aproximada.

En los terrenos inmediatos á la Berruga he observado que las calizas de esta formacion se convierten en menudas brechas, mientras que otras veces son sus fragmentos de gran tamaño. Entre el cerro del Hierro y San Nicolás del Puerto he visto una série de pizarras que parecen ocupar un horizonte superior á la formacion que estoy describiendo. Estas pizarras son arcillosas, friables y de colores verdosos, estando muy trastornadas; y dadas las condiciones en que se encuentran, es muy probable que correspondan al horizonte de graptolites, que ha sido recientemente descubierto en la vecina provincia de Huelva.

DESCRIPCION

DE LOS DEPÓSITOS HULLEROS DE LA PROVINCIA DE SEVILLA.

Prescindiendo ahora de si deban ó no referirse al grupo del Culm, parte de las pizarras que en la actualidad se encuentran enclavadas entre las colosales masas hipogénicas de la parte occidental de la provincia, puede decirse que los depósitos del periodo carbonífero presentan escaso desarrollo en esta comarca, estando representados sólo por pequeños asomos del grupo hullero.

Estos estratos pueden referirse á tres cuencas independientes, entre las que es probable haya existido siempre una separacion completa.

De estas tres cuencas la más meridional, conocida con el nombre de cuenca de Villanueva del Rio, es la única que ha adquirido alguna importancia industrial.

Las otras dos son hasta ahora, á lo ménos en la parte que corresponde á la comarca sevillana, completamente estériles; á una de ellas deben de haber pertenecido todos los restos del sistema carbonífero que se encuentran entre San Nicolás del Puerto y las sierras de Guadalcanal; la tercera parece haber tenido su mayor desarrollo en la provincia de Badajoz, y la representan en la provincia de Sevilla una série de pequeños manchones á lo largo de la base oriental de la sierra de Guadalcanal.

La cuenca de Villanueva ha sido ya estudiada por el ingeniero de minas D. Roberto Kith, y su descripcion, unida á los datos proporcionados por los sondeos efectuados bajo la direccion de los señores Laurent y Dégoussé, han puesto de manifiesto todos sus caracteres, tanto geológicos como industriales. Además, el Sr. D. Edmundo Thierry ha hecho estudios detenidos sobre esta cuenca, y como por mi parte sólo podria contribuir con una repeticion de datos, prescindo de entrar en un estudio detallado, limitándome por ahora á exponer á grandes rasgos los caracteres dominantes en estos depósitos y á deducir las consecuencias que de su estudio se desprendan.

Los caracteres petrográficos de las tres cuencas son bastante semejantes, pues en todos estos depósitos alternan las areniscas de color amarillo, las psamitas, las pizarras, más ó ménos carbonosas, y gruesos bancos de pudingas.

En Villanueva, por ejemplo, los sedimentos hulleros cubren las pizarras antiguas; en San Nicolás reposan sobre las calizas cambrianas, mientras que al Este de las sierras de Guadalcanal los he visto cubriendo unas veces los conglomerados de la base del cambriano, y otras las pizarras antiguas de aquella parte del país.

Uno de los cortes más interesantes de estos depósitos, que he tenido ocasión de observar, se halla en las cercanías de San Nicolás del Puerto.

Los depósitos carboníferos, que en este sitio reposan sobre las calizas cambrianas, están constituidos en su base por pizarras más ó ménos friables de varios colores, claros en general.

Estas pizarras pasan á psamitas, se hacen carbonosas, y alternan con lechos de éstas y de areniscas ricas en restos de plantas, entre cuyos lechos se han llegado á descubrir dos ó tres capas insignificantes de carbon de un grueso que no llega á un centímetro.

Estos sedimentos se trasforman definitivamente en areniscas, y la formación termina por un espesor considerable de pudingas, en las que se encuentran cantos procedentes de todas las formaciones antiguas que actualmente constituyen esta parte de Sierra Morena.

En otros sitios, como por ejemplo sucede en las cercanías del Cortijo de la Berruga, sólo está representado el carbonífero por estratos arenáceos, en los que se descubren con frecuencia troncos de madera fósil, algunos de los cuales parece que deben referirse á la familia de las coníferas.

Dichos troncos deben haber sido de dimensiones considerables, pues en la Berruga he visto uno que medía más de 50 centímetros de diámetro.

La flora de estos depósitos parece ser muy rica, y las grandes sigilarias y calamites de Villanueva son bien conocidas.

En el camino que desde Guadalcanal conduce al pueblo de Azuaga, como á una legua del primero, existe un pequeño manchon hullero muy rico en restos de plantas, encontrándose en él gran variedad de helechos.

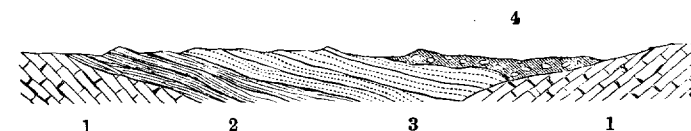
Los depósitos carboníferos de esta parte de Sierra Morena están, relativamente, en el estado en que se encuentran los depósitos inferiores, apenas trastornados, pues cuando más se ven levantados con inclinaciones que no pasan de 45 grados, y con buzamientos unas veces al Sudoeste y otras al Nordeste.

En la cuenca de San Nicolás se observa un hecho muy curioso, y

es que parece haber habido un movimiento oscilatorio en el terreno, mientras se depositaban estos sedimentos, lo que permitía que la formación fuese avanzando más y más sobre un subsuelo gradualmente descendente.

Atravesada la cuenca de San Nicolás por el sitio llamado La Dehesilla, se ve que en vez de tener la forma arqueada y cóncava de un barco, como frecuentemente sucede en los depósitos carboníferos, la serie sucesiva de rocas que hay en el borde occidental, formada por pizarras, psamitas y areniscas, con los conglomerados que las dominan, no vuelven á repetirse por Oriente, al otro lado de los conglomerados superiores, sino que estos terminan de pronto, reposando directamente sobre las calizas cambrianas, cual si estas hubieran formado la playa sobre que se iban acumulando esos gruesos sedimentos que constituyen los últimos estratos de la formación hullera en este sitio.

El corte adjunto dará una idea de la disposición de las capas de esta parte del país, y se verá cómo necesariamente debe el terreno haber experimentado un ligero descenso, mientras se depositaban los sedimentos carboníferos.



Corte de la cuenca carbonífera de San Nicolás del Puerto.

1. Calizas cambrianas.—2. Pizarras.—3. Psamitas y areniscas.—4. Conglomerados.

El hecho culminante que del estudio de estos depósitos parece lógicamente deducirse, es el referente á la no existencia del carbonífero inferior en esta parte oriental de la provincia de Sevilla, á lo ménos en la forma en que actualmente se encuentran en la vecina provincia de Huelva; pues no son de presumir erosiones tan radicales durante el mismo periodo carbonífero, capaces de haber borrado tan completamente toda huella de los depósitos inferiores, con anterioridad á la sedimentación de aquellas pequeñas cuencas hulleras; y por el contrario, todo parece indicar que mientras al Sudoeste de esta localidad se depositaban las pizarras carboníferas marinas, gran parte de la actual meseta central estaba fuera del mar, ó á lo sumo formaba puntos bajos y pantanosos, en donde se acumulaban los sedimentos de las pequeñas cuencas hulleras de esta parte de Sierra Morena.

DESCRIPCION

DE LOS DEPÓSITOS SECUNDARIOS Y TERCIARIOS DEL NORTE DE LA PROVINCIA DE SEVILLA.

Como los depósitos secundarios y terciarios de la provincia de Sevilla adquieren su mayor desarrollo en la margen izquierda del Guadalquivir, y en esta region es donde mejor pueden verse sus mútuas relaciones, me reservo describirlos extensamente cuando emprenda el estudio de esa parte del país, limitándome ahora á dar un ligero resumen de los principales caracteres que los distinguen.

El único representante de los sedimentos de la época secundaria en la parte de la provincia de Sevilla que estudiamos, es la estrecha faja de depósitos del triás, que rellenan la gran depresion por donde corre el rio Biar.

Constituye la formacion una especie de lengüeta que, cubierta en su parte meridional por las rocas terciarias, penetra por entre las dos séries de alturas que dominan el cauce del rio.

El sistema de que hablamos, minuciosamente estudiado por Mr. Lang, está constituido en su base por gruesos bancos de pudingas; hallándose cimentados los cantos que las forman por arenas ferruginosas de un color rojo subido.

Sobre estos conglomerados se suceden lechos de areniscas y arcillas rojas ó abigarradas, y subordinados á ellas se descubren algunos lechos de lignito de muy escasa importancia, industrialmente considerados.

Coronando esta série de lechos detriticos, se observan bancos de calizas, especialmente hácia la parte meridional de la formacion.

Estas calizas, por regla general, tienen colores rojizos; pero algunas veces son casi negras ó flameadas de rojo, y con mucho frecuencia están atravesadas por numerosas vetas de espató calizo.

Casi siempre son compactas; pero se observan tambien algunas de estructura más ó ménos cavernosa.

Los estratos de este período, especialmente hácia el fondo de la depresion, están poco trastornados; pero hácia sus bordes se les ve profundamente dislocados, formando á veces ángulos con el horizonte de más de 45 grados, pero no recto, sino constituyendo capas arquea-

das en forma de barco entre los antiguos terrenos que dominan ambas márgenes del rio.

Como más adelante tendrá ocasion de verse, la especial disposicion de los depósitos secundarios en esta parte del valle del Guadalquivir es de sumo interes, pues parece estar relacionada á uno de los trastornos geológicos que mayor influencia han tenido en el actual relieve de esta parte de la península.

Si se estudia la actual distribucion de dichos depósitos, se verá que con iguales caracteres forman una especie de faja dispuesta á lo largo de la base meridional de la cordillera Mariánica, desde la provincia de Albacete á Portugal, no penetrando jamás hácia el interior de aquella sino en forma de golfo ó bahía, cual se observa en la actual depresion del Biar.

Esta disposicion de los sedimentos secundarios parece indicar que ya en aquella remota época la actual Sierra Morena formaba el límite septentrional del mar, que á la sazón cubria lo que en la actualidad es el valle del Guadalquivir, disposicion que no sólo parece haber persistido durante la época secundaria, sino que dominó en absoluto durante todo el período terciario.

Los depósitos de esta época, que rellenan una inmensa extension del valle, se encuentran reducidos en la margen derecha al territorio conocido con el nombre del Aljarafe, que se extiende por la orilla derecha del rio, desde la Rinconada y la Isla Mayor hasta la provincia de Huelva, y ademas á una estrecha faja que se desarrolla por toda la extension de la misma margen derecha; y á semejanza de lo que sucede con los depósitos triásicos, tampoco llega á penetrar nunca á gran distancia en el interior de la sierra.

Los sedimentos que cubren el Aljarafe están formados por arcillas de color azulado y arenas margosas, que alternan con algunos lechos de caliza grosera.

Uno de los parajes donde con mayor facilidad pueden estudiarse los caracteres del sistema, está á corta distancia de Sevilla, en el sitio llamado Cuesta de la Mascareta. En este lugar la formacion se extiende desde los cerros de Santa Brigida á Coria, y forma en la margen derecha una especie de dique á las grandes avenidas del rio.

La estrecha banda que sigue á este curso de agua por toda la base de la cordillera Mariánica está constituida por una masa de rocas en que predominan las calizas bastas y arenas, sedimentos que reposan por el Norte sobre las pizarras antiguas de la sierra, mientras que

por el Sur cambian los sedimentos y pasan á las arcillas que cubren, no sólo el Aljarafe, sino una gran parte del actual valle del Guadalquivir.

Las calizas bastas de esta parte de la formacion son muy fosilíferas, abundando en ellas los grandes clipeasters y ostreas, entre las que dominan la *Ostrea crassissima* y la *O. longirostris*, observándose hácia la parte más inferior de las mismas calizas, gruesos bancos completamente cuajados de orbitolites: fósiles todos que proclaman el carácter mioceno de esta parte de la formacion terciaria.

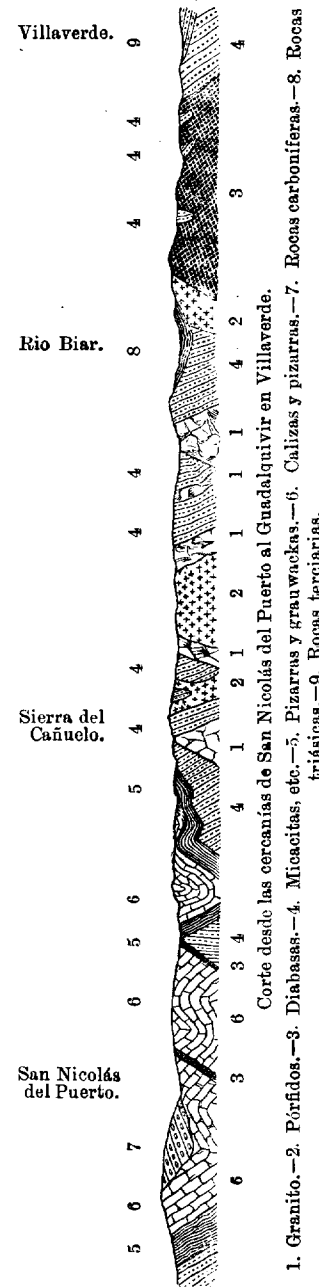
He indicado ya que las calizas bastas y las arenas de esta parte de Sierra Morena parecen cambiarse hácia el Sur en las arcillas y margas que más tarde adquieren tan gran desarrollo en todo el valle del Guadalquivir. Este cambio de sedimentos puede ser resultado de las condiciones en que la sedimentacion se efectuaba, y siendo éstas á su vez dependientes, tanto de las direcciones de las corrientes como de la mayor ó menor distancia de las costas, resulta un hecho análogo al que hoy puede observarse en todos los depósitos litorales en vias de formacion, coincidiendo precisamente dichos cambios conforme se avanza desde lo que á la sazón era costa á la vaguada actual del Guadalquivir.

En los sedimentos de esta época se observa un fenómeno análogo al que, como ya he indicado, tuvo lugar durante el período triásico; fenómeno que, aunque con numerosas oscilaciones, debe de haberse prolongado durante todo el largo periodo de la edad del mundo, en que la meseta central española fué el límite de los depósitos secundarios y terciarios. Pero si bien dicha meseta permaneció fuera del mar, estuvo cubierta durante la época terciaria por los extensos lagos de agua dulce, cuyos sedimentos forman hoy día la mayor parte del suelo de ambas Castillas.

DESCRIPCION

DEL CORTE GENERAL DE LA PROVINCIA, Y OJEADA DE CONJUNTO Á LA ESTRUCTURA DE SIERRA MORENA.

Al terminar estos mal hilados apuntes, pareceme oportuno presentar al lector el adjunto corte general, y dirigir al mismo tiempo una mirada de conjunto á la estructura dominante en esta parte de Sierra Morena, que, aunque sólo abarca una pequeña porcion de la vasta cordillera Mariánica, sintetiza, sin embargo, en sí de una



manera bastante aproximada la constitucion geológica de toda esta agreste region.

El corte á que nos referimos es una seccion vertical en direccion casi constante de N.E. á S.O. desde las cercanías de San Nicolás del Puerto, ya en los límites septentrionales de la provincia, hasta las orillas del Guadalquivir, en la vecindad del pueblo de Villaverde, y muestra á grandes rasgos la estructura intima de aquella parte del pais.

A primera vista se ve que abraza tres porciones distintas, que son precisamente las tres en que he dividido la comarca al hacer el resumen orográfico con que he dado comienzo á este trabajo.

La parte más oriental, entre la fábrica del Pedroso y San Nicolás del Puerto, corta en casi toda su extension la gran protuberancia formada por la base de los terrenos paleozóicos de esta comarca, cuyos sedimentos puede decirse dominan en absoluto en toda esta parte del corte; pues salvo el pequeño manchón de terreno carbonífero al N.E. de San Nicolás del Puerto, el afloramiento de pizarras antiguas en las cercanías de la Fundicion de la plata y las pequeñas salidas de eufótidas y diabasas que atraviesan los estratos del sistema, no se descubre más en toda su extension que una potente série de pizarras grauwackas y calizas.

Forman estos depósitos una sucesion de rapidísimos pliegues orientados de N.O. á S.E., de los-cuales sólo los principales aparecen en el corte.

Dichos pliegues se encuentran en al-

gunos sitios, y con especialidad en las cercanías de la Fundición de la plata, cortados por grandes quiebras que dan lugar en este sitio á que las pizarras arcáicas inferiores vengan aparentemente á cubrir toda la série cambriana.

Desde la fábrica del Pedroso al Biar, el carácter del terreno atravesado cambia por completo; desaparecen los depósitos cambrianos, son reemplazados estos por considerables masas de pizarras antiguas, que á diferencia de las cambrianas están atravesadas por grandes afloramientos de granito, tres de los cuales se descubren entre el Huesna y el Biar.

Obsérvase además en toda esta region un gran desarrollo de rocas eruptivas, representadas por algunos diques diabásicos y grandes afloramientos de pórfidos felsíticos y cuarzosos.

Al llegar á la gran depresión del Biar desaparece todo este sistema de pizarras arcáicas y grandes masas graníticas, bajo la estrecha faja de sedimentos del periodo triásico, que rellenan el fondo de aquella depresión; pero en la márgen opuesta del rio reaparece el granito, asociado á grandes masas de pórfidos cuarzosos.

Después de seguir por breve trecho por estas rocas, se penetra en la colosal manifestación plutónica que cruza toda esta parte de Sierra Morena, desde las orillas del Guadalquivir en Cantillana hasta cerca de las costas del Océano, en el vecino reino de Portugal; y al Sur de dicha manifestación plutónica adquieren su mayor desarrollo los depósitos del Culm, que tan importante papel desempeñan en todo el S.O. de la Península.

Atravesadas estas colosales masas diabásicas con sus trozos de pizarras empastadas, y de cuya edad tan difícil se hace el poder juzgar, pero que es posible sean en parte equivalentes de las de *Posydonomia Becheri*, de la vecina provincia de Huelva, se penetra en los depósitos miocenos, y quedan las dislocaciones que pueden llamarse fundamentales de Sierra Morena cortadas por el espeso manto de depósitos secundarios y terciarios que cubren el actual valle del Guadalquivir.

Examinado este corte con atención, se desprenden de su estudio cuatro hechos fundamentales, que, como más adelante se verá, sintetizan en gran parte la actual estructura de la cordillera Mariánica, y son, puede decirse, las piedras angulares en que estriba la constitución de tan agreste comarca.

A primera vista se observa que la estructura dominante en el corte entre el Huesna y el Biar es muy distinta de la que se descubre entre

este último rio y San Nicolás del Puerto; pues mientras la primera de estas regiones está caracterizada por grandes afloramientos de granito, que con frecuencia han atravesado las pizarras antiguas, desempeñando, por consiguiente, esta roca, con relación á los estratos de esta formación, un papel eminentemente activo; en la otra region el granito casi desaparece por completo, y si sale á la luz es solamente para constituir el subsuelo, sobre el que se ha depositado la potente série de conglomerados y grauwackas cambrianos, y sólo empastados en estos antiguos sedimentos se descubren cantos de granito, que por lo tanto sólo tienen un carácter pasivo entre los estratos del cambriano superior.

Queda por lo tanto fuera de toda duda que con anterioridad á este período habia ya esta parte de Sierra Morena experimentado grandes trastornos, cuyos efectos aparecen orientados de N.O. á S.E., estando caracterizados por la inyección de potentes masas de granito, que penetraron las pizarras antiguas y acompañaron probablemente en aquella remota época á una intumescencia en el terreno, en una extensión de cuyo desarrollo es difícil hoy día poder juzgar.

Con la deposición de los conglomerados de la época cambriana superior y la série de fenómenos eruptivos concomitantes á estos sedimentos, que al tratar de esta formación he tenido ocasión de describir, parece haberse iniciado para esta comarca un período de descenso en el terreno, fenómeno inverso al de intumescencia, que anteriormente habia tenido lugar y que parece haber acompañado á las grandes inyecciones graníticas.

Con efecto, los gruesos cantos empastados en la base del cambriano superior indican depósitos litorales, así como tierras emergidas para proporcionar por su desgaste los necesarios materiales, á expensas de los cuales se han formado esos potentes estratos.

Obsérvase que los depósitos de grandes elementos son reemplazados por otros de menor tamaño, que suceden á estos las grauwackas, y por último, los grandes espesores de pizarras y calizas, sedimentos que indican ya un fondo de mar más profundo que el existente cuando se depositaban los conglomerados; y como además el total de sedimentos acumulados en algunos sitios quizás pase de 2.000 metros, hay que suponer un hundimiento correlativo en el terreno que permitiera esa gradual acumulación de depósitos.

Cuando se toma en consideración toda la agreste zona que constituye la Cadena Mariánica, se ve que este movimiento de descenso

en el terreno no ha debido estar limitado á una pequeña zona, sino que debe haberse extendido hácia Levante, pues en esa direccion adquiere un gran desarrollo toda la série siluriana de las provincias limítrofes de Córdoba y Badajoz.

Queda, por consiguiente, en mi juicio plenamente demostrado que durante el período de tiempo que medió entre la formacion de las pizarras arcáicas y el comienzo de la deposicion de los primeros sedimentos paleozóicos, tuvo lugar en esta parte de la corteza terrestre un profundísimo trastorno, acompañado de erupciones de grandes masas de granito; y que inmediatamente despues comenzó un gradual hundimiento en el terreno; volviendo otra vez, como necesaria consecuencia de este trastorno inverso, á hundirse bajo el nivel de las aguas una gran parte de las tierras, depositándose entónces tanto los sedimentos cambrianos como los silurianos. Este hundimiento, aunque quizas con numerosas oscilaciones, es muy probable que se haya prolongado durante el inmenso periodo en que se depositaron no sólo los materiales de esta region, sino tambien las cuarcitas y pizarras silurianas y los estratos devonianos que hoy se observan en el interior del país; indicando el pequeño desarrollo de los varios afloramientos devonianos que ya en aquella remota época tenia lugar, el definitivo abandono de la meseta central por las aguas del mar, que durante tan largo periodo habian estado cubriéndole en gran parte.

De la misma manera que entre el Biar y San Nicolás del Puerto están de manifiesto estos dos hechos fundamentales, que tan vital influencia han ejercido en la actual estructura de esta parte de la península, así entre el Biar y el Guadalquivir se descubren indicios de otros dos hechos que han contribuido en gran manera al actual relieve de la Sierra Morena.

Cuando se abandonan los depósitos triásicos de la cuenca del Biar y se penetra, como ya he indicado, por entre los materiales correspondientes á la série colosal de manifestaciones plutónicas, las cuales, como sabemos, están próximamente de Este á Oeste, se observa que el orden de fenómenos cambia por completo, siendo desde luego digno de tomarse en cuenta el que precisamente sea al Sur de esta línea en donde se presenta en su mayor desarrollo la série de pizarras pertenecientes á la época carbonífera inferior, mientras que los depósitos de las primeras edades paleozóicas parecen haber tenido un inmenso desarrollo al Norte de esta línea.

Es esto tanto más de notar cuanto que los depósitos carboníferos inferiores, ó son completamente insignificantes ó faltan en absoluto hácia el interior de la meseta central, mientras que los hulleros se hallan limitados á pequeñas cuencas al rededor de ésta, cual si hubiera el terreno formado en este sitio el litoral de aquel extenso mar que parece haber tenido su mayor pendiente al Sudoeste, como en cierto modo lo demuestra el gran desarrollo de depósitos del Culm de la provincia de Huelva y del Algarve y Bajo Alentejo en Portugal.

Es de importancia tambien el cambio que en esta época se estableció en la direccion que afectaron los trastornos de esta parte de la Península, pues mientras las primeras grandes dislocaciones de Sierra Morena se conservan con notable constancia en la línea de N.O. á S.E. casi sin variacion, en los más modernos de esta época domina una direccion próximamente de $0,10^{\circ}$ N., tanto para las diversas masas hipogénicas como en los arrumbamientos que afectaron los pliegues generales de las pizarras del Culm.

Unido este cambio de direccion en los trastornos al gran desarrollo de depósitos de esta época al Sur, y á la carencia de los mismos en la meseta central, lugar hácia donde ya he dicho que los sedimentos paleozóicos inferiores adquirieron un gran desarrollo; contribuye á confirmar la presuncion de que en aquella época experimentó esta parte de la corteza terrestre otro profundo trastorno que podría tal vez representarse como un movimiento de báscula en el terreno que ha hecho oscilar el territorio, y ha permitido que mientras una parte de la actual meseta central salia fuera del nivel del mar, la parte Sudoeste, por el contrario, permaneciese debajo de él hasta recibir la acumulacion de depósitos de dicha época.

No deja de prestar tambien algun fundamento á esta creencia la manera de estar repartidas las pequeñas cuencas hulleras de Villanueva, San Nicolás del Puerto, Llerena, Belmez y Puerto Llano, que aunque de edad evidentemente más reciente que las pizarras del Culm, parecen, sin embargo, haberse depositado en las lagunas y tierras bajas, que tal vez sirvieron de limites al mar de la época carbonífera.

Intimamente unido á este trastorno, surge naturalmente el problema de la edad en que tuvieron lugar las diversas manifestaciones plutónicas que atraviesan el granito.

Segun el Sr. D. J. G. Tarin, en su importante trabajo sobre la provincia de Huelva, las diversas rocas eruptivas de esa region, que son, puede decirse, prolongacion de las de la comarca sevillana, atra-

viesan las pizarras del carbonífero inferior con *Posydonomia Becheri*.

Mr. Lang, en su interesante estudio sobre el trias del Biar, dice, con perfecta razón, en mi juicio, que los depósitos de esta época no han sido jamás atravesados por las rocas eruptivas de la sierra de Castilblanco y otros sitios.

Por consiguiente, la última manifestación de este fenómeno está comprendida entre la época triásica y el carbonífero.

Pero si el límite extremo de este fenómeno está comprendido entre tan próximos horizontes, no sucede lo mismo en la escala descendente, pues se ha visto que en tan remota época como el comienzo del cambriano superior, se encuentran lechos de diabasas interstratificadas entre los sedimentos de ese período.

Existe, por consiguiente, marcada indeterminación en la duración del fenómeno eruptivo de Sierra Morena.

Cuando se considera, sin embargo, el fenómeno en su conjunto, se ve que aunque no es ciertamente posible precisar la edad de cada una de sus manifestaciones, es evidente que han alcanzado el máximo de su acción hacia el final del período carbonífero, pues no sólo las grandes masas de estas rocas están orientadas con notable paralelismo á las dislocaciones de esta época, sino que, como ya he indicado, atraviesan con frecuencia en la limitrofe provincia de Huelva los estratos de esta formación.

Es, por consiguiente, lo más probable que, aunque esta serie de rocas abraza un largo período de tiempo en sus varias manifestaciones, han adquirido, sin embargo, su mayor desarrollo hacia el final ó medio del período carbonífero.

El otro hecho capital que del estudio de este corte se desprende, es la manera cómo toda la serie de fenómenos que desde remota época se han venido sucediendo de N.O. á S.E., se encuentran en este sitio bruscamente cortados por el gran accidente que determina el actual valle del Guadalquivir.

Es verdaderamente notable la manera como se hallan interrumpidos por los recientes depósitos de este valle, los diversos fenómenos geológicos que hemos venido siguiendo en sus varias manifestaciones.

Pero aún llega la curiosidad á excitarse en mayor grado cuando se observa que la dirección que siguen estos depósitos precisamente coincide con la línea de aguas vertientes de la meseta central hacia el valle, y es esta circunstancia de tan vital interés en el actual relieve

de Sierra Morena, que casi puede decirse que entraña en sí la razón del anómalo relieve de esta parte de la Península.

En todos los accidentes que hemos estudiado en la margen derecha del río, hemos visto las capas constantemente orientadas de N.O. á S.E.; pero al llegar á la vaguada se observa un cambio radical en la dirección de todos ellos.

Por la simple inspección de la carta geológica de esta parte de Andalucía, se observa un notable contraste en la dirección de los sedimentos y dislocaciones geológicas que existen en la margen izquierda del Guadalquivir, y los que vienen siendo objeto de este estudio en la orilla derecha, pues en vez de ser dominante la dirección de N.O. á S.E., se nota por el contrario que estos se orientan de O.S.O. á E.N.E., y cortan bajo un ángulo próximamente recto, á casi todas las quebras de Sierra Morena, mientras se extienden paralelamente á la dirección de la línea de aguas vertientes de la cordillera.

Considero este fenómeno de tan alto interés, que creo necesario parar en él brevemente la atención.

Cuando se estudia la vertiente mediterránea de esta parte de Andalucía, y se penetra en las profundas quebradas de la serranía de Ronda y otros agrestes parajes de la cordillera Bética, no puede menos de llamar vivamente la atención la forma y constitución de los sedimentos que forman la base de los depósitos secundarios del país, pues invariablemente se observa en esos parajes que los materiales de esta época se inician por gruesos bancos de pudingas y areniscas del sistema triásico, á los que suceden inmensas capas de margas y calizas liásicas.

Estos bancos de gruesos elementos indican tierras emergidas á la sazón y á corta distancia, que por su desgaste proporcionaban los materiales que hoy los constituyen; y á tales depósitos detriticos suceden potentes lechos de margas y calizas, procedentes de mares más profundos que aquellos en que se sedimentaron los gruesos conglomerados de la base.

Por esta disposición en el conjunto de materiales, se deduce lógicamente que al comenzar la época secundaria experimentó esta parte del continente un largo período de descenso, que en algunos sitios debe de haber alcanzado hasta miles de metros para permitir la colosal acumulación de depósitos secundarios que hoy se observan, constituyendo las altas cumbres de la cordillera Bética, y precisamente en la inmediata vecindad de los conglomerados triásicos.

Si de la vertiente mediterránea se pasa á estudiar la márgen derecha del rio, no será ménos elocuente la série de fenómenos que á nuestra vista se presenten.

Casi desde los orígenes del valle, en la sierra de Segura, se nota una faja de pudingas y areniscas del periodo triásico, que sigue todo el curso de este rio, y constituye á modo de un feston en la actual Sierra Morena, pues sólo penetra rara vez por entre sus quiebras, cual sucede en el Biar, y sólo en un estrecho brazo, mientras que se encuentra casi siempre cubierto en su límite meridional por los depósitos terciarios que paralelamente á ella se extienden por todo el valle del Guadalquivir.

Cuando se toma en cuenta esta repartición de sedimentos y se considera la carencia, al parecer absoluta, de depósitos secundarios en Extremadura y la Mancha meridional, hay razones suficientes en mi juicio para deducir que en aquella época la actual Sierra Morena formaba el litoral de la extensa zona marítima que cubria el valle del Guadalquivir.

Es hecho digno también de tenerse en cuenta, que mientras los depósitos del trias que cubren los límites de la meseta central, como sucede por ejemplo en la provincia de Albacete, están casi en la horizontal, á corta distancia de este sitio, en dirección al valle del Guadalquivir, se hallan en un estado de trastorno extraordinario, como lo han señalado ya desde hace años los Sres. Verneuil y Collomb en su «Geologie du Sud Est de l'Espagne.»

Cuando se considera este brusco cambio de dirección en los accidentes de ambas vertientes del rio, la especie de litoral que la Sierra Morena ha formado desde aquella remota época, en unión de la série de oscilaciones por que han pasado los terrenos de la márgen izquierda, que se traducen en discordancias y acumulación de depósitos de las épocas secundarias y terciarias, que en algunos sitios alcanzan hasta millares de metros de espesor, mientras que la márgen derecha permanecía fuera del nivel del mar sin participar de las oscilaciones que la izquierda ha experimentado; todo induce á suponer que existe una quiebra colosal, que paralelamente al actual valle del Guadalquivir ha roto la solución de continuidad entre ambas márgenes del rio.

La época en que se inició esta falla parece estar comprendida entre el final del periodo carbonífero y el comienzo del triásico, datando de ese remoto tiempo el cambio que observamos en la dirección de

los trastornos de esta parte del país, siendo de notar que así como en las edades paleozóicas tuvieron los trastornos tendencia á orientarse de N.O. á S.E., desde que esta falla se inició se han sucedido con igual constancia, separándose poco de la línea S.O. á N.E.

Como resultado de esta quiebra quedó desde entonces el fenómeno de Sierra Morena roto en dos, y mientras una parte quedaba fuertemente unida á la meseta central española siguiendo sus vicisitudes, la otra experimentaba una série de oscilaciones y compresiones en sus estratos, que se ha prolongado hasta lo que puede considerarse como la época reciente.

Queda, por tanto, en mi juicio, plenamente evidenciado que el relieve actual del valle del Guadalquivir es la necesaria consecuencia de una falla en el terreno, que, orientada de O.S.O. á E.N.E., lo atraviesa en toda su longitud, y cuyos efectos parecen verse de rechazo en la dirección general que sigue la línea de aguas vertientes de la cordillera Mariánica.

Recapitulando la série de fenómenos que en este ligero estudio hemos establecido, veremos que es realmente la Sierra Morena un conjunto complejo de dos séries de perturbaciones distintas, si no por su esencia, por la diferente edad en que se manifestaron y por el contraste que en su dirección afectan, desenvolviéndose una de ellas en los remotos tiempos paleozóicos, mientras que la otra se ha ido desarrollando durante las épocas secundaria y terciaria, no habiendo aún quizás terminado sus efectos.

En un tiempo que se pierde en la oscura noche del pasado, consideramos esta parte del continente sujeta á una série de dislocaciones orientadas de N.O. á S.E., y caracterizadas por la intrusión de grandes masas de granito, y con posterioridad á este fenómeno se observa que al comenzar á depositarse los terrenos paleozóicos, se inició un movimiento de descenso en el terreno acompañado de grandes manifestaciones plutónicas.

Por largo periodo permanecieron grandes extensiones del territorio bajo el nivel de las aguas, y sus dislocaciones sucesivas se orientaban igualmente de N.O. á S.E.; pero hácia la mitad de la época paleozóica se vuelve á presentar otro profundo trastorno, el cual da por resultado el que se depositaran los sedimentos carboníferos inferiores hácia el Sudoeste de la meseta central, quedando el resto, al parecer, libre de los depósitos de aquel mar.

En la actualidad se observa que estos estratos cortan en un án-

gulo bastante grande las anchas zonas azóicas que atraviesan el país, siendo de notar que igual orientación afecta la serie colosal de manifestaciones plutónicas que limitan por el Norte á aquellos sedimentos, y contra la cual parecen estar comprimidos en repetidos repliegues los estratos carboníferos.

Este trastorno viene ya á introducir marcada perturbación en la regularidad hasta entonces dominante en la dirección de los ocurridos en la Sierra Morena, por lo cual, y en la parte occidental de la cordillera, podrían fácilmente confundirse los accidentes debidos á esta dislocación con la dirección general de la línea de aguas vertientes, y considerarse la cordillera como debida á una sola dislocación orientada próximamente de Oriente á Occidente.

A este último trastorno, que aparentemente cierra la época paleozóica, sucede el hundimiento y fractura de la parte meridional de la actual Andalucía, fenómeno que coincide con el comienzo de la serie secundaria, y desde entonces puede decirse que quedaron echados los cimientos de la Sierra Morena con sus varios eslabones orientados de N.O. á S.E., y cortados en ángulo casi recto por el actual Guadalquivir y la línea de aguas vertientes, constituyendo ese ruinoso conjunto conocido con el nombre de cordillera Mariánica.

Como consecuencia de esta serie de trastornos, queda perfectamente explicada la anómala estructura que al estudiar los caracteres orográficos de esa región hemos observado, viéndose la razón de esos eslabones orientados de N.O. á S.E., y que sin llegar á constituir una verdadera divisoria prestan tan especial carácter á esta agreste región.

Si saliendo de la pequeña esfera en que hemos estudiado los caracteres orográficos y geológicos de esta parte de Andalucía abarcamos una extensión más considerable, observaremos que un mismo é idéntico fenómeno preside en toda la extensión de la cordillera, pues si nos fijamos en el Sudoeste de la Península, veremos que la orientación de todas las formaciones geológicas anteriores á la época secundaria que la constituyen, es perfectamente igual á la que domina en la provincia de Sevilla.

Ya en la carta geológica de la Península, de los Sres. Verneuil y Collomb, se delineaba con alguna verdad la orientación de las diversas formaciones de la meseta central; pero desde el tiempo en que apareció la última edición de dicha carta, numerosos datos han venido á esclarecer el reparto de los depósitos de aquella región, y gracias á

la laboriosidad de geólogos, tanto españoles como portugueses, nos es hoy día posible formar un juicio más exacto que en aquella época, de la verdadera disposición de las grandes masas geológicas de nuestro país.

Si nos fijamos en la reciente carta geológica de Portugal, obra de los distinguidos geólogos D. Carlos Ribeiro y D. J. F. N. Delgado, se observará que desde la parte central del reino se descubre una tendencia marcada en las diferentes formaciones antiguas de esa parte de la Península, á orientarse de N.O. á S.E., y se observa con especialidad una ancha faja de terrenos, en su mayor parte arcáicos, atravesados por grandes masas de granito, que con la misma dirección penetra en España y viene precisamente en su prolongación á corresponder á la banda de terrenos igualmente antiguos, que con idéntico rumbo llegan á desaparecer á orillas del Guadalquivir, bajo el espeso manto de los depósitos más recientes del valle.

La propia orientación se observa en los depósitos paleozóicos de la parte meridional de la provincia de Cáceres, estudiada por los señores Egozcue y Mallada; y en la Carta inédita del Norte de Córdoba del Sr. D. E. Thiery, también se nota el mismo fenómeno, siendo, por consiguiente, general la orientación de N.O. á S.E. en todos los depósitos cristalinos y sedimentarios anteriores al carbonífero en esa parte de la península.

Se ve, pues, que en todo el Sudoeste de la meseta central vienen á estar dispuestos los accidentes geológicos más importantes en dirección de N.O. á S.E., aun cuando se hallen bruscamente cortados por la gran falla que determina el valle del Guadalquivir.

Si nos fijamos en la estructura del límite meridional de la meseta central española, vulgarmente conocido con el nombre de Sierra Morena, veremos que por cualquier parte que cortemos esta cordillera, su estructura es constantemente la misma, así es que al descender desde la planicie interior del país á Andalucía por el conocido paso de Despeñaperros, se observa que pasadas las Ventas de Cárdenas forman las cuarcitas silurianas una serie de violentos pliegues orientados de N.O. á S.E., que vienen á chocar contra la masa granítica que aflora en Santa Elena, y que parece extenderse en la misma dirección.

Se descubren por el Sur, descansando en el granito, las pizarras antiguas, cubiertas á poco por los depósitos triásicos y terciarios del valle del Guadalquivir, si bien á corta distancia están dominadas por las cuarcitas silurianas de Baños y sus alrededores.

Cortada la cordillera algun tanto más al Occidente, siguiendo, por ejemplo, el ferro-carril de las Ventas de Almorchon y Belmez, se observa idéntica estructura en el terreno atravesado, pues cuando se dejan atrás las cuarcitas silurianas de las cercanías de Belalcázar, se penetra á poco en la gran masa de granitos y pórfidos de los Pedroches, cuyos últimos afloramientos se observan á orillas del Guadalquivir, entre Marmolejo y Linares; y atravesados estos se penetra en una gran zona de pizarras antiguas, hasta llegar otra vez á las cuarcitas silurianas que salen á luz en las cercanías de Valsequillo, y que parecen prolongacion de la banda siluriana de la sierra de Hornachos y otros sitios de la provincia de Badajoz, que con las pizarras superiores soportan el terreno carbonífero de Belmez.

A corta distancia de dicho sitio viene todo este conjunto de terrenos á chocar contra la gran masa cristalina de la sierra de los Santos, debido á los afloramientos graníticos y porfídicos que atraviesan los antiguos estratos que forman el subsuelo, sobre el cual se han depositado los sedimentos cambrianos superiores que hemos estudiado en la parte oriental de la provincia de Sevilla.

No creo necesario volver á estampar aquí el corte de esta parte del país para que se vea que hay perfecta repetición en la estructura dominante en toda Sierra Morena, si bien en su parte más meridional corta las primeras manifestaciones plutónicas, que tan especial carácter prestan al extremo occidental de esta provincia.

Si se fija el observador en la estructura general de esta cordillera, verá (prescindiendo del corte producido por la gran falla del valle del Guadalquivir) que lo que principalmente la caracteriza es un conjunto de terrenos, afectados sus estratos por grandes trastornos, que atraviesan el país de N.O. á S.E., y que están representados desde Despeñaperros al Biar por cuatro dislocaciones principales.

Una de estas viene á señalarse por las masas graníticas de Santa Elena; la segunda por los afloramientos graníticos de los Pedroches, y la tercera por las grandes masas de la sierra de los Santos; mientras que la cuarta forma parte del fenómeno estudiado en la provincia de Sevilla.

Desde el Biar á Portugal van haciéndose dichas dislocaciones cada vez más pronunciadas, aunque enmascaradas sus manifestaciones por el gran trastorno que parece haber tenido lugar durante la época carbonífera en esta parte del país.

Cuando se toman en consideracion las de toda la série de disloca-

ciones que desde remota época han contribuido á la actual estructura geológica de esta zona montañosa, fácilmente se comprende que si no fuera por la gran falla que da forma al valle del Guadalquivir, la actual Sierra Morena sería sencillamente la prolongacion al S.E. de los actuales llanos, que con sus aisladas sierras constituyen la actual Extremadura y la Mancha, extensiones de terreno que, á pesar de lo trastornado de su suelo, tan degradadas se encuentran por la accion de los agentes exteriores. Pero invariablemente sucede que al llegar á los bordes de la meseta central, ésta aparece como despeñada súbitamente hácia la vaguada del Guadalquivir, y el terreno desciende hasta la gran depresion por donde corre este rio, de una manera más ó ménos violenta, por una série de escarpas ó peldaños, si se permite la frase, que muestran en sus quebradas la constitucion íntima de esa parte de la corteza terrestre, cual puede observarse en pequeño en el desmonte efectuado en la construccion de una de nuestras grandes vías de comunicacion.

La Sierra Morena es, por consiguiente, el resultado de dislocaciones y plegamientos que han tenido lugar en el terreno en época remota, y orientados casi siempre de N.O. á S.E.; pero roto el suelo desde el comienzo de la época secundaria por una falla que corre de O.S.O. á E.N.E., ha resultado que mientras una de las partes descendía en la vertical, y forma hoy dia la márgen izquierda del Guadalquivir, la más septentrional quedaba constituyendo parte de la meseta central, y, subiendo con ésta, ofrece en la actualidad su desgajado borde meridional la série de desfiladeros y barrancos que constituyen la actual cordillera Mariánica.

Si fija el lector la atencion en la estructura general de los terrenos perturbados por estas cuatro grandes dislocaciones, verá que existe una tendencia marcada á establecerse un contacto anormal en el borde Norte de la masa cristalina, mientras que por el borde Sur hay una disposicion mucho más regular, y como ejemplo de este hecho puede citarse el contacto anormal de las cuarcitas silurianas con el granito en Santa Elena, mientras que por el borde Sur está en union con estratos de edad aún más antigua.

Análogo fenómeno se nota en los Pedroches, pues mientras la masa de la sierra de los Santos aflora en la vecindad de los depósitos carboníferos y silurianos de Espiel y Belmez, desde estas rocas hasta el borde Sur de la masa cristalina de los Pedroches media un considerable espesor de pizarras antiguas.

También en la sierra de los Santos reaparecen las pizarras arcáicas, que á su vez quedan cubiertas por los depósitos cambrianos de la provincia de Sevilla, y á orillas del Huesna vemos á esas formaciones volver otra vez á estar en contacto anormal con la masa granítica de la ribera del San Pedro; hecho que se comprueba también cuando se estudia la estructura del terreno entre el Huesna y el Biar, donde hay una exacta repetición del mismo fenómeno.

La sierra del Cañuelo, aún en medio de sus colosales trastornos, presenta en sus estratos una tendencia marcada á venir como á introducirse por debajo del borde Norte de la masa granítica entre esta sierra y el Biar; y entre el cerro del Hornillo y aquella tan marcada depresión se nota idéntica estructura, pues constituyendo la base occidental del cerro se descubre la parte, al parecer, más profunda de la formación arcáica en natural contacto con la masa granítica, mientras que las calizas superiores y las pizarras lustrosas con buzamiento al S.O. van forzosamente á chocar contra la masa granítica que sale á luz en la opuesta margen del río, repitiéndose aquí en sus detalles lo que á grandes rasgos se observa en toda la extensión de la cordillera Mariánica.

Es este fenómeno harto curioso, en mi juicio, tanto más, cuanto que por su generalidad parece de trascendencia.

Al hablar de la serranía de Ronda he indicado el fenómeno que parece presidir á la constitución de la parte meridional del actual valle del Guadalquivir, pudiendo deducirse que esta comarca es el resultado de grandes pliegues en los estratos, acompañados de fracturas de colosal magnitud, así como que los diferentes fragmentos resultantes han experimentado una serie de movimientos y oscilaciones, no sólo en sentido vertical, sino que además todos ellos tienen marcada tendencia á inclinarse hácia el Sur: observándose que la parte más elevada de cada fragmento viene por su borde meridional á estar en contacto anormal con la parte más profunda del segmento inmediato, cual si cada uno de ellos hubiera experimentado un movimiento de báscula sobre su eje, lo cual conduce á que la sucesión de terrenos, como regla general, sea perfectamente normal en dirección al Sur, hasta tropezar con alguna de esas grandes fallas que atraviesan el país.

Se reconoce además que por grandes que sean las discordancias entre los depósitos superpuestos, todos se hallan aprisionados en fallas que evidentemente son de edad mucho más remota que la sedimenta-

ción de muchos de ellos; pero que constantemente se han estado acentuando con la orientación inicial, cualquiera que hayan sido las direcciones de los movimientos orogénicos que hasta época relativamente reciente han tenido lugar en toda la parte meridional del actual valle del Guadalquivir. Cuando se considera en su conjunto la margen derecha del río, se observa un fenómeno semejante en la constitución de esta agreste zona montañosa, y aunque oscurecido en cierto modo por lo remoto del tiempo en que tuvo lugar, así como por las dificultades que presenta el distinguir entre sí formaciones de caracteres petrológicos muy semejantes, se hace, sin embargo, lo suficientemente visible para que no pueda pasar inadvertido.

En toda la zona, desde Despeñaperros á Portugal, puede verse la misma tendencia del terreno á fracturarse y á que los diferentes segmentos resultantes se desvien de la vertical, cayendo todos ellos de una manera más ó menos visible hácia el Mediodía; y ya al tratar de la constitución de la parte meridional del valle, indiqué que el vasto fenómeno de plegamiento, fracturas y estructura unilateral que preside en todo el conjunto de sierras que constituyen la cordillera Bética, me parecía ser simplemente el resultado de colosales presiones laterales que habían comprimido esa parte de la corteza terrestre contra la masa ya incapaz de plegarse de la meseta central española, presiones producidas por la contracción de la masa planetaria, como efecto de su enfriamiento secular, y cuya resultante vertical formaba hoy día las elevadas cumbres de aquella parte del país.

Al contemplar la serie de fenómenos que hemos estudiado en la margen derecha del río, parece verse la repetición exacta, aunque en época anterior, del conjunto de pliegues y fracturas, que tan especial carácter prestan á la parte meridional del valle: una sola diferencia esencial parece distinguir á ambas orillas del río, debida á la distinta edad en que se manifestaron semejantes fenómenos, pues mientras en la derecha se han efectuado los trastornos durante el transcurso de la dilatada época paleozóica, en la margen izquierda abrazan estos un período que comprende á su vez el total del período en que se depositaron los sedimentos secundarios y terciarios, cuyas últimas manifestaciones, como ya he indicado, quizás no han terminado en la época actual.

Es digno de tomarse en cuenta que mientras los trastornos de la época paleozóica se han efectuado con notable constancia de N.O. á S.E., los que han tenido lugar con posterioridad en la parte meridio-

nal del valle, se han orientado casi invariablemente de N.E. á S.O., ó sea próximamente paralelos á la gran falla que determina el valle del Guadalquivir.

Resumiendo, pues, todos los hechos observados en ambos márgenes del río, parece verse en la estructura de la Sierra Morena y tierras adyacentes, el resultado de una serie de compresiones de esa parte de la corteza terrestre contra lo que iba á ser la meseta central española, compresiones que han dado por resultado los movimientos en sentido vertical que hoy observamos, y que acompañados de plegamientos y fracturas y de las colosales manifestaciones plutónicas que hemos estudiado, han dado origen á una de las más agrestes comarcas de la Península.

Ademas, al iniciarse la época secundaria, por razones que no alcanzan aún nuestros sentidos, la direccion de los trastornos cambiaron por completo, quedando separado lo que forma la actual meseta, de lo que con posterioridad habia de ser el valle del Guadalquivir, por la gran fractura que determina esta depresion.

Puede, por consiguiente, definirse á grandes rasgos este valle, diciendo que lo constituye por el N. la pared de la falla que al desgarrarse la meseta central española quedó formando las ásperas pendientes de la Sierra Morena; y lo cierran por el Mediodía la serie de sedimentos que en sus incesantes oscilaciones ha ido recibiendo la parte hundida; sedimentos que, empujados y arrollados contra la resistente mole de la meseta, han ido plegándose y rompiéndose para ocupar el menor espacio posible: entre cuyas dos eminencias se halla la vaguada del Guadalquivir.

José MAC-PHERSON.

Enero de 1879.

LAS ROCAS ERUPTIVAS

DE

VIZCAYA.

Vizcaya, gracias al celo é ilustracion de su Diputacion general, ha sido una de las comarcas de España en que más temprano se iniciaron los estudios geológicos; pues si se exceptúan las cuatro provincias del reino de Galicia, cuya Memoria geognóstica y plano petrográfico trazó D. Guillermo Schulz en 1855, Vizcaya es, en efecto, la primera de las españolas que ha contado con una Memoria y plano geológico de su territorio; trabajo que ejecutó el Ingeniero del Cuerpo de Minas de Bélgica, D. Carlos Collete, por encargo de aquella corporacion, y que se publicó en 1848, cuando la mayor parte de la Península, considerada geológicamente, estaba todavía inexplorada, y sólo se empezaban á conocer algunos trabajos sobre determinadas regiones de ella, llevados á cabo por los Prado, los Schulz, los Ezquerro, ilustres iniciadores de la ciencia geológica en España. La obra de M. Collete, aunque no exenta de errores y falta de precision científica en algunas cuestiones, puede considerarse como un valioso bosquejo petrográfico, y son muy útiles sus datos para quien se proponga estudiar más á fondo la geología de Vizcaya. Respecto á lo que va á ser objeto de este ligero estudio, es decir, á las rocas eruptivas, en la Memoria y mapa de Collete se hallan indicados los puntos bastante numerosos en que asoman á la superficie. Las observaciones de este geólogo han debido ser más tarde confirmadas por D. Amadio Maestre, quien en su Memoria y plano geológico de las Provincias Vascongadas, publicado por la Comision del Mapa geológico de España, señala en Vizcaya rocas eruptivas en los parajes indicados por Collete. En mis repetidas excursiones por Vizcaya he tenido ocasion de observar la mayor parte de estos levantamientos eruptivos, y he hallado tambien alguno que no mencionan Collete ni Maestre. El último de los expresados autores no juzga oportuno entrar en la descripcion y clasificacion de

las rocas que aparecen en esos levantamientos, y las que hace Collete no son siempre completamente exactas, y sobre todo, no se hallan ya al nivel de los adelantos hechos estos últimos años en la litología, gracias al poderoso auxilio del microscopio. Los trabajos de Zirkel, Rosenbusch, Thschermark, Uon Lasaulx y otros, en Alemania; los de Levy en Francia; los de La Vallée, Pousin y Renard en Bélgica; los de los Sres. Mac-Pherson y Quiroga en España, han dado fructuosos resultados, y los hechos deducidos de la observación microscópica de las rocas, han llegado á formar un cuerpo de doctrina, cuyo estudio constituye hoy un nuevo ramo de las ciencias naturales, la *microlitología*.

Me ha parecido, pues, que podría ofrecer algún interés científico el estudio microscópico de las rocas eruptivas de Vizcaya, y sirviéndome de los ejemplares coleccionados por Collete, completados con otros por mí recogidos, he obtenido un número suficiente de preparaciones, á cuyo exámen voy á dedicar la presente nota, sin la pretensión de ofrecer un acabado estudio del asunto.

Séame ántes permitido exponer algunas consideraciones generales acerca de la clasificación de estas rocas y de su yacimiento.

Si se exceptúan las traquitas del monte Axpe, todas las demás rocas eruptivas de Vizcaya ofrecen grandes analogías con las que el Sr. Mac-Pherson en la provincia de Cádiz⁽¹⁾, y el Sr. Quiroga en la de Santander⁽²⁾, han calificado de ofitas por su semejanza con las de los Pirineos, siendo de notar que así como las que en esta región describe Zirkel⁽³⁾, se relacionan, en general, con las dioritas por el predominio del anfíbol, en las de Cádiz y Santander, y en las de Vizcaya entra con el feldespato triclinico como elemento principal el piroxeno, y tienen, por consiguiente, más relación con las diabasas. H. Rosenbusch, en su *Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine*, dando cuenta de los estudios del Sr. Mac-Pherson sobre las rocas eruptivas de Cádiz, cree que deben referirse al grupo de las augito-andesitas por la época moderna de su aparición, y porque el predominio de la augita sobre la hornablenda no permitiereunirlas á las dioritas como las ofitas de los Pirineos descritas por Zirkel. El mismo

(1) *Anales de la Sociedad española de Historia natural*.—Tomo V. Cuaderno 4.º

(2) *Idem id. id.*—Tomo V. Cuaderno 2.º

(3) *Beiträge zur geologischen Kenntniss der Pyrenæen (du D. geol. Gesellsch.*—Tomo XIX, pág. 416, 1867).

Sr. Mac-Pherson ha estudiado las ofitas de las cercanías de Biarritz, encontrando en ellas como parte esencial el piroxeno⁽¹⁾. M. Michel Levy ha publicado recientemente un interesante estudio sobre las ofitas⁽²⁾, y descrito varias de estas rocas procedentes de la región francesa de los Pirineos, en cuya composición el piroxeno desempeña el papel principal, deduciéndose de sus estudios que en aquellas en que predomina el anfíbol es debida la presencia de este mineral á una evolución de la augita, ó sea á una uralitización, y que por consiguiente, todas estas ofitas forman una serie continua con las de Cádiz, Santander y Vizcaya. M. Levy supone que á partir del período terciario, se ha verificado una repetición (*recurrence*) de una gran parte de los tipos presentados por las rocas eruptivas más antiguas, habiendo un largo período de calma en la actividad volcánica del globo, que comprende todo ó parte del triásico, el jurásico, el cretáceo y el principio del terciario. El grupo de las augito-andesitas y las ofitas, representaria, por lo tanto, el tipo moderno de las diabasas, con cuyas rocas presentan las eruptivas de Vizcaya una gran semejanza en su composición mineralógica, particularmente las que ofrecen una estructura completamente cristalina sin los restos del primitivo magma vítreo que en mayor ó menor proporción se observan en otras. Incluso á todas ellas bajo la denominación de *ofitas*, tanto á causa de que se ligan entre sí por grados insensibles, cuanto porque de los diversos estudios hechos sobre estas rocas, resulta que presentan bastante constancia en sus caracteres, constituyendo un tipo bien definido que merece un nombre especial.

Hay además, en algunos de los apuntamientos eruptivos de Vizcaya, otras rocas que provienen indudablemente de la alteración de las ofitas, siendo á estas lo que las wackas son á los basaltos, melafiros y doloritas, y que pudieran denominarse wackas ofíticas.

Dividiré, pues, para su estudio, las rocas eruptivas de Vizcaya en los tres grupos siguientes:

I. *Traquitas.*

II. *Ofitas.*

III. *Wackas.*

(1) *Anales de la Sociedad española de Historia natural*.—Tomo VI. Cuaderno 3.º

(2) *Note sur quelques ophites des Pyrenées*.—*Bulletin de la Société géologique de France*.—Tercera série. Tomo VI, pág. 456.

Con respecto á la edad de las ofitas, no están de completo acuerdo los geólogos que las han estudiado, si bien todos les atribuyen un origen relativamente moderno, pues ninguno las hace retroceder más allá del período triásico. Según el Sr. Mac-Pherson, las de la provincia de Cádiz han removido en su salida los estratos del terreno terciario. Con respecto á las de Vizcaya, es preciso observar que todas ellas se han abierto paso á través de las capas de la formación cretácea, que afectan en esta región una dirección general que puede considerarse como correspondiente al levantamiento de los Pirineos, siendo producto de este importante fenómeno los múltiples y variados accidentes que presentan; y si hemos de dar crédito á las opiniones sobre formación de cordilleras que hoy tienden á prevalecer en la ciencia, esto es, á las que, fundándose en ingeniosos experimentos, atribuyen una importancia capital á las presiones laterales y consideran la aparición de rocas eruptivas como consecuencia de las grietas y fracturas que esas presiones producen en la corteza terrestre, facilitando el acceso de los materiales internos, nos veremos naturalmente conducidos á referir también, á la época terciaria, la aparición de las rocas eruptivas de Vizcaya, viendo en ellas una consecuencia del levantamiento de los Pirineos.

Procederé ya á la descripción de las rocas en el orden arriba indicado.

I.

TRAQUITAS.

Tan solo en uno de los levantamientos aparecen estas rocas. Le gua y media al Norte de Bilbao, surgiendo entre calizas arcillosas y areniscas correspondientes al tramo cenomanense de la formación cretácea, se eleva el monte Axpe en abrupta pendiente sobre la margen derecha del Nervion; su altura no pasa de 90 metros; y la traquita, que constituye la mayor parte de su masa, se ofrece á la vista con un color blanquecino, á veces algo amarillento, y una estructura generalmente compacta que permite su empleo como piedra de construcción.

Observada esta roca con el microscopio, muestra, con notable claridad, la estructura que se ha llamado fluidal, y se descubren en su composición las siguientes partes integrantes:

1.º Feldespato sanidino.—Aparece en secciones rectangulares de

dimensiones mucho mayores que las de los demás cristales que intervienen en la composición de la roca; y estas secciones están generalmente alineadas en el sentido de su mayor longitud; presentan algunos espacios hialinos y otros turbios: empleando fuertes aumentos, se ve que lo que las enturbia es un gran número de inclusiones, en su mayor parte vítreas, de tamaños muy distintos y de figuras sumamente irregulares.

2.º Feldespato triclinico.—Es el elemento dominante, apareciendo en pequeños cristales, cuyo conjunto forma la mayor parte de la roca. Estos cristales están muy enturbados por inclusiones de igual índole que las del sanidino; tanto, que no se consiguen verlos completamente transparentes en las preparaciones: empleando la luz polarizada es como se hace perceptible su naturaleza triclinica, apareciendo las fajas polisintéticas diversa y vistosamente coloreadas. En estos pequeños cristales es donde mejor se descubre la estructura fluidal de la roca: véseles alineados en la dirección de la corriente del magma vítreo; y al chocar con uno de los cristales de sanidino, se divide en dos partes dicha corriente, rodeando por ambos lados los cristales pequeños al mayor, hasta que, después de haber salvado el obstáculo, vuelven á refundirse las dos corrientes en una sola. Con tal evidencia se ofrece este fenómeno, que el observador se imagina sorprender á la roca en el período de su formación.

3.º Cuarzo.—Se presenta en exígua proporción, ya en trozos irregulares, ya en secciones que revelan las formas del dihexaedro, siempre abundante en inclusiones vítreas.

4.º Restos del magma fundamental, ya gris, ya amarillento é incompletamente diáfano.

5.º Hierro magnético.—Aparece en secciones de formas correspondientes al sistema regular; muchos de los cristales están algo descompuestos, tendiendo á transformarse en hierro hidroxidado y adquiriendo un color pardo amarillento. Puede observarse toda la serie de transformaciones desde el hierro magnético puro y de contornos bien delineados hasta las manchas borrosas de hierro hidroxidado. A esta alteración del hierro magnético se debe el color amarillento que presenta la traquita en las superficies expuestas largo tiempo á la intemperie. Cuando los cristales de hierro magnético son de mayores dimensiones que los del feldespato triclinico, se observa en su contacto con estos el fenómeno ántes mencionado; es decir, que la corriente de pequeños cristales se bifurca al tropezar con uno mayor.

En diversos puntos de este levantamiento se presenta la roca bastante alterada, distinguiéndose entre los cristales de feldespato una sustancia arcillosa opaca que debe provenir de la descomposicion de los elementos de la traquita; en esa arcilla abundan los cristales de hierro magnético, en general algo descompuestos y convertidos algunos en limonita. Se ven tambien algunos trozos de un mineral clorítico verde, procedente sin duda de la alteracion de las sustancias anfibólicas ó piroxénicas que suelen formar parte de las traquitas, por más que generalmente no aparezcan en la del monte Axpe cuando está inalterada; es probable, por lo tanto, que en los sitios en que la roca contenia esas sustancias haya sido mayor su alteracion, sucediendo lo que luego veremos que se ha verificado en las ofitas, esto es, que el feldespato ha sido el mineral que más ha resistido á la descomposicion. En dicha roca alterada abunda tambien la caliza en forma de nódulos esféricos y vetas que atraviesan su masa. La alteracion de la traquita procede de las mismas causas que se indicarán al tratar de las wackas, producto de la descomposicion de las ofitas.

II.

OFITAS.

A. Próximas á la vega de Lamiaco, en la desembocadura del Nervion, se alzan las colinas de Lejona, constituidas en su mayor parte por las expresadas calizas arcillosas, entre las cuales asoman á la superficie en varios puntos rocas eruptivas que no han sido indicadas por Collete ni por Maestre. Estos apuntamientos se ligan probablemente entre sí, y están acaso relacionados con el levantamiento traquítico del monte Axpe, que dista poco hácia el Sur; pero la extension que ocupa en la superficie cada uno de ellos es tan limitada, que fácilmente se explica que hasta ahora hayan pasado desapercibidos. La roca que los constituye presenta un fondo de color verde muy oscuro, en el que á veces pueden distinguirse algunos cristales blancos de feldespato. Su exámen microscópico revela los siguientes elementos.

1.º Feldespato triclinico muy abundante, en pequeños prismas entrecruzados en todas direcciones, y que con la luz polarizada presentan las características fajas polisintéticas; abundan estos cristales en inclusiones en su mayor parte vitreas.

2.º Augita: este mineral es muy abundante en la roca, y se presenta en ella bajo diversos aspectos, ya con un color pardo-amarillento, ya con un tinte rojizo muy claro, á veces casi incoloro, y resquebrajado en todos sentidos; polariza la luz con colores sumamente vivos, y comienza su alteracion por los bordes y fisuras, convirtiéndose en una sustancia verde ó verde-amarillenta, y ofreciendo entónces una semejanza grandísima con el olivino en su evolucion á la serpentina; pero su completa insolubilidad en los ácidos y aún en el agua régia, en la que puede estar sumergida la preparacion por espacio de dias enteros sin que el mineral en cuestion se altere en lo más mínimo, demuestra que corresponde realmente á la augita y no al olivino, como podria inferirse por su aspecto.

5.º Hornablanda: de color verde, muy escasa y ligada siempre á la augita, de cuya evolucion procede, distinguiéndose de ella por su diacroismo.

4.º Un mineral clorítico de color verde y no dicroítico, que en algunos puntos presenta una textura fibroso-radiada. Este mineral procede de la alteracion de la augita, con la que está íntimamente ligada, pudiendo observarse el paso de la una á la otra sustancia; generalmente empieza la transformacion por los contornos exteriores y fisuras, y avanza hácia el centro, donde se conserva un núcleo de la augita primitiva y se ofrecen á la vista todos los estados intermedios de esta evolucion, desde la augita pura hasta su completa transformacion en clorita. Estos dos minerales, juntamente con la escasa hornablanda que existe en la roca, no forman cristales bien definidos, presentándose, por lo general, en pequeños trozos irregulares que llenan los espacios que quedan entre los cristales de feldespato.

5.º Hierro magnético: en cristales y variadas agrupaciones que permiten generalmente reconocer las formas del sistema regular. Estos cristales son muy abundantes, y ofrecen á veces dimensiones relativamente grandes; algunos se presentan un poco alterados, transformándose en hematites roja ó parda.

6.º Hierro titanífero asociado al magnético, del que se distingue por su insolubilidad en los ácidos y por las formas alargadas de sus cristales.

7.º Apatita: aparece en delicadas agujas incoloras y pequeñas secciones exagonales, perfectamente delineadas.

8.º Otras secciones regulares ó alargadas, de dimensiones algo mayores y contornos ménos definidos, que se presentan con mucha

escasez, y creo deben referirse al nefelino. Con los nicoles cruzados se oscurecen lo mismo que las anteriores.

9.º Un vidrio isotrópico incoloro, resto del primitivo magma, bastante abundante: en este vidrio hay trozos de una base amorfa verdosa que, empleando fuertes aumentos, muestra una estructura fibroso-radiada. Tanto esta base como el mineral clorítico forman inclusiones en los cristales de feldespato.

De todas las ofitas de Vizcaya es esta la que mayor proporción conserva de la sustancia vítrea.

B. En los términos de Fruniz, Rigoitia, Arrieta y Luno, próximos á la villa de Guernica, aparecen rocas eruptivas que probablemente forman un solo levantamiento, el más importante acaso de todos los de Vizcaya. Las rocas que le constituyen tienen en unos puntos grande semejanza con las de Lejona, mientras que en otros corresponden al grupo de las wackas y proceden de la alteración de aquellas. Las rocas no alteradas son ménos abundantes, por lo ménos en la superficie, y se encuentran principalmente en Fruniz, dominando las wackas en Rigoitia, Arrieta y Luno.

Las rocas de Fruniz son de aspecto muy semejante á las últimamente descritas; y la composición mineralógica que revela su examen microscópico, es también muy parecida, como á continuación puede verse.

1.º Feldespato triclinico con numerosas inclusiones, principalmente vítreas.

2.º Augita, de color rojizo-violado en unos trozos, y completamente incolora en otros, teniendo entonces mucha semejanza con el olivino.

3.º Mineral clorítico de diversas variedades, producto siempre de la evolución de la augita y ligado á ella. Observadas algunas porciones de este mineral con los nicoles cruzados, extinguen completamente la luz; mientras que otras, dotadas por lo general de una estructura fibroso-radiada, dan paso á un débil resplandor de colores variados, principalmente azules, verdes y amarillentos. La augita y la clorita están siempre alojadas en los huecos que determinan los prismas de feldespato.

4.º Hierro magnético.

5.º Hierro titanífero. Estos dos últimos minerales son muy abundantes en la roca, y forman entre ambos variadas agrupaciones de cristales, diseminadas principalmente en el mineral clorítico.

6.º Restos del primitivo magma vítreo: son estos mucho más escasos que en las rocas de Lejona, pues el vidrio completamente isotrópico sólo puede descubrirse en algunos intersticios de los cristales de feldespato. Existe también, aunque en muy corta proporción, una sustancia semi-vítrea que, si bien extingue la luz con los nicoles cruzados, haciendo girar la preparación al rededor del eje del microscopio, da paso en ciertas posiciones á una débil luz azulada.

C. En término de la anteiglesia de Baquio, y á la orilla del mar, existe un apuntamiento eruptivo relacionado con yesos y arcillas rojas. La roca que le forma ofrece próximamente el mismo aspecto que las anteriores, y su estudio microscópico demuestra también una composición muy parecida; en ella intervienen los siguientes elementos:

1.º Feldespato: es el mineral más abundante, y se presenta muy enturbiado por numerosas inclusiones de diversa naturaleza, de modo que solamente con la luz polarizada se hace perceptible su carácter triclinico, apareciendo las bellas fajas polisintéticas.

2.º Augita, ya pardo amarillenta, ya con un tinte rojizo; pero la más abundante es completamente incolora, hendida en todas direcciones y alterada en sus bordes y fisuras.

3.º Hornablenda, más escasa que la augita y ligada siempre á ella.

4.º Mineral clorítico muy abundante y procedente de la alteración de la augita.

5.º Hierro magnético.

6.º Hierro titanífero.

7.º Ligeros indicios del magma vítreo.

D. El valle en que se asienta la villa de Guernica, de los más dilatados y abiertos del escabroso territorio de Vizcaya, parece haber sido uno de los más activos centros de la erupción ofítica, pues en él se encuentran varias colinas formadas por rocas eruptivas y pequeños cúmulos de arcillas kaolínicas, procedentes de su descomposición. Una de estas colinas eruptivas está situada en término de la anteiglesia de Murueta, y la ofita que la constituye presenta un aspecto y estructura bastante distintos de los que ofrecen las anteriormente mencionadas. Su color es mucho más claro, y á la simple vista pueden descubrirse el feldespato blanco y granudo, la hornablenda verde y la augita y la epidota de color amarillento.

El examen microscópico demuestra los siguientes elementos:

1.º Una masa felsítica blanca y turbia: observada con la luz po-

larizada, se resuelve en parte en cristales de feldespato triclinico, percibiéndose confusamente las fajas polisintéticas; mientras que otra parte parece que no ha llegado á individualizarse por completo. Son muchas las impurezas que enturbian la masa felsítica y los cristales de feldespato; entre ellas abundan pequeños fragmentos de sustancias anfibólicas, y se observan numerosas inclusiones, en su mayor parte vítreas; otras que parecen gaseosas por su grueso anillo de refraccion, y quizás hay algunas líquidas.

2.° Augita: se presenta en cristales incompletos de color pardo amarillento; otras veces amarillo claro, y algunas casi incoloro, polarizando la luz con vivos colores.

5.° Hornablenda: casi tan abundante como la augita é íntimamente ligada á ella; su color en dos secciones transparentes aparece verde muy claro de diversos tonos, y observada con el analizador, presenta su característico dicroísmo que le distingue de la augita.

4.° Epidota: ligada á la hornablenda y augita, de cuya evolucion parece proceder; se presenta en trozos irregulares y redondeados de color amarillo verdoso muy claro, con viva polarizacion cromática y marcado dicroísmo.

5.° Hierro magnético: cristales y agrupaciones que descubren las formas del sistema regular; se hallan á veces bastante alterados, viéndose algunos completamente transformados en hematites, y observándose entónces que impurifican los minerales en cuyo contacto se encuentran, prestándoles una coloracion más oscura, amarillenta ó rojiza. El hierro magnético se presenta tambien algunas veces como alineado en las estrias de los cristales de augita y hornablenda.

6.° Hierro titanífero, asociado al magnético, del que se distingue por su insolubilidad en los ácidos.

Estos dos minerales no son en la roca de Murueta tan abundantes como en las otras ofitas.

7.° Apatita: sumamente escasa, aparece generalmente en secciones exagonales que se oscurecen con los nicoles cruzados.

3.° Sustancia vítrea y semivítrea, distribuida con mucha escasez en la masa de la roca.

Esta es, entre todas las ofitas de Vizcaya, la que mayor proporcion contiene de hornablenda, y por consiguiente, la que más relacion guarda con las dioritas.

E. Cerca de la villa de Guernica se encuentra una roca sumamente parecida á la de Murueta en su aspecto exterior; pero obser-

vada con el microscopio presenta una estructura más cristalina, habiendo desaparecido casi por completo la masa felsítica fundamental. El feldespato triclinico se presenta en cristales pequeños, bien determinados y más diáfanos que en la de Murueta. La augita predomina sobre la hornablenda; el hierro magnético y el titanífero son aún menos abundantes que en aquella, y por fin en la de Guernica aparece distintamente el cuarzo con inclusiones líquidas de burbuja movible, viéndose tambien en él delicadas agujas del mineral piroxénico.

F. Al Sudoeste de Bermeo se encuentran tres pequeñas colinas eruptivas que parecen continuacion de las que existen en el valle de Guernica. La roca que constituye estos levantamientos ofrece un color verde muy oscuro, uniforme, apareciendo á la simple vista casi completamente homogénea, por lo que Collete la considera exclusivamente formada de anfíbol. El microscopio revela, sin embargo, una composicion mucho más complicada: hé aquí los elementos que se descubren con su auxilio.

1.° Feldespato triclinico: no muy abundante, en cristales pequeños y bien determinados, aunque enturbiados por numerosas inclusiones, entre las que predominan las vítreas.

2.° Augita: se presenta bajo distintos aspectos; unas veces de color amarillento; otras con un tinte rosado, pero con más frecuencia completamente incoloro.

5.° Mineral clorítico verde, ligado á la augita y procedente de su alteracion: tiene en algunos puntos una textura fibrosa é impregna toda la roca, habiendo penetrado sin duda por las fisuras de los cristales de feldespato. Se ven ademas ramificaciones ó venillas amarillentas de esta sustancia por la masa del mineral piroxénico, ofreciendo entónces grandísima semejanza con la serpentina.

4.° Cuarzo: más escaso que los minerales que quedan indicados; abunda en inclusiones líquidas con burbuja dotada de un rápido movimiento de oscilacion. En una de las inclusiones he observado junto á una burbuja que parece fija, ó muy poco movible, un cristalillo cúbico incoloro, cuya naturaleza no he tenido medio de comprobar.

5.° Hierro magnético.

6.° Hierro titanífero. Estos dos minerales son muy abundantes en las rocas de Bermeo y forman grupos de cristales diseminados principalmente en el mineral clorítico.

7.° Escasos restos de las sustancias vítreas y semivítreas.

G. En uno de los apuntamientos próximos á Guernica existen también rocas que tienen mucha semejanza con las de Bermeo, pues se componen de casi idénticos elementos, aunque, en general, se halla el mineral piroxénico ménos alterado, y por consiguiente, no abunda tanto el clorítico. El exámen microscópico descubre en esta roca los siguientes elementos:

1.º Feldespato triclinico con iguales condiciones que en las rocas de Bermeo.

2.º Mineral piroxénico de color rosado claro é incoloro.

3.º Hornablenda ligada al piroxeno; poco abundante.

4.º Mineral clorítico verde y verde amarillento, formando ramificaciones por la masa del piroxeno.

5.º Cuarzo con inclusiones líquidas de burbuja movable.

6.º Hierro magnético.

7.º Hierro titanífero. Estos dos minerales, cuya proporcion en las rocas que estudiamos parece guardar una relacion directa con la de la clorita, no son tan abundantes como en las de Bermeo, pues ya se ha dicho que en las de Guernica el piroxeno está ménos alterado, siendo, por lo tanto, más escaso el mineral clorítico.

8.º Sustancias vítreas y semivítreas. Conservan estas rocas un vidrio completamente isotropo, del que se descubren algunos restos entre los fragmentos del piroxeno. Entre los cristales de feldespato se observa también una sustancia semivítrea que en ciertas posiciones da paso con los nicoles cruzados á una débil luz azulada.

H. En los términos de Gantegui, de Arteaga y Cortezubi, aparecen también varios apuntamientos eruptivos de muy corta extension, atravesados algunos por la carretera que se dirige á Guernica. Las rocas que los constituyen tienen mucha semejanza con las de Bermeo, pues están constituidas por los mismos elementos mineralógicos, y estos aparecen con idénticos caracteres. En las de Arteaga y Cortezubi no se observan, sin embargo, las sustancias vítreas, que aunque muy escasas, pueden reconocerse en las de Bermeo.

I. En el límite de Vizcaya y Guipúzcoa, extendiéndose por esta última provincia hácia las villas de Elgoibar y Plasencia, y bajando en la de Vizcaya por la vertiente oriental del valle de Marquina, existe un levantamiento eruptivo que excede á los anteriores en extension y altitud. Las rocas presentan un color verde oscuro, y en este fondo se pueden distinguir algunos cristales blancos de feldespato. Las preparaciones obtenidas con ejemplares procedentes de Barinaga, localidad

enclavada en este levantamiento dan, observadas al microscopio, la siguiente composicion:

1.º Feldespato triclinico, en cristales pequeños, que en todas direcciones cruzan la roca. Estos cristales aparecen algunas veces bastante diáfanos; otras enturbiados por numerosas inclusiones, en su mayor parte vítreas; abundan también los fragmentos del mineral clorítico que han debido penetrar por sus fisuras. En la luz polarizada oírecen casi todos estos cristales muy distintamente las coloraciones polisintéticas, y aunque alguna vez la sustancia feldespática se oscurece con los nicoles cruzados, haciendo girar la preparacion, aparecen con más ó ménos claridad las características fajas de diversos colores.

2.º Augita de color rojizo-violado.

3.º Un mineral clorítico de hermoso color verde (viridita?), íntimamente ligado á la augita, pudiendo observarse el paso de la una á la otra sustancia. Este mineral es el más abundante en la roca, y entre él y la augita llenan por lo general los espacios irregulares que determinan los cristales de feldespato.

4.º Cuarzo: muy escaso, en trozos irregulares y con inclusiones líquidas.

5.º Hierro magnético.

6.º Hierro titanífero. Estos dos minerales se presentan, ya en cristales aislados, ya en grupos de pequeños cristales diseminados principalmente en el mineral clorítico.

7.º Apatita: muy abundante, apareciendo en las preparaciones bajo la forma de delicadas agujas incoloras, y pequeñas secciones exagonales de contornos perfectamente definidos.

8.º Caliza: bastante escasa y en forma de pequeños nódulos y vetas.

La presencia de este último mineral, que debe mirarse como de formacion secundaria, indica un principio de descomposicion en la roca.

J. Cita Mr. Collete un dique de ofita que corta muy oblicuamente á las calizas arcillosas cretáceas en el paraje llamado Iruzubieta, media legua al Sudoeste de Marquina. Los ejemplares por él recogidos presentan casi idéntico aspecto que las rocas de Barinaga, y su exámen microscópico muestra una estructura cristalina, entrando en su composicion el feldespato triclinico, un mineral clorítico, que ocupa los espacios que quedan entre los cristales de feldespato, y

hierro magnético con algo del titanífero diseminado en la clorita. Aunque en esta roca no se descubre la augita, juzgando por analogía, es presumible que el mineral clorítico, tan abundante en ella, proceda de su evolución.

K. Según el mismo autor, existe al Sudeste de Santurce y en la orilla del mar, un dique de diorita de seis ó siete pies de espesor, que corta casi perpendicularmente á las capas de caliza arcillosa; pero la roca que lo forma no corresponde por su composición á la diorita, pues sus principales elementos son el feldespato triclinico y el piroxeno, nó el anfíbol, como debiera suceder para que la roca mereciese realmente esa denominación. Su exámen microscópico muestra los siguientes elementos:

- 1.º Feldespato triclinico, que es el mineral dominante.
- 2.º Augita de color pardo, en general algo descompuesta.
- 3.º Hierro magnético.
- 4.º Hierro titanífero.
- 5.º Algunas laminillas de mica potásica.
- 6.º Apatita muy abundante.
- 7.º Restos de la base felsítica amorfa.
- 8.º Caliza.

L. A corta distancia de este dique ofítico aparece otro que no ha sido hasta ahora mencionado, y que ofrece muy análogos caracteres. Está situado al Sur de la villa de Portugalete y en la márgen izquierda del Nervion, cortando también las indicadas capas de caliza arcillosa. La roca que lo constituye tiene un color verde, debido á la abundancia de la clorita, siendo los demás elementos que intervienen en su composición los mismos que se acaban de nombrar en la descripción que precede.

III.

WACKAS.

A. Se ha dicho ya que en los términos de Rigoitia, Arrieta y Luno, abundan las wackas procedentes de la alteración de las ofitas piroxénicas. El estudio microscópico de estas rocas es muy interesante, pues permite observar paso á paso los tránsitos graduales de las unas á las otras. El mineral que en ellas resiste más á la descomposición es el feldespato, que siempre puede reconocerse, aún en las más al-

teradas; en cambio la augita desaparece por completo en las wackas, quedando únicamente como señal de su existencia el mineral clorítico á que dió origen. Este último, cuando está más avanzada la descomposición, se transforma gradualmente en una sustancia arcillosa gris opaca, sucediendo entónces que toda esa arcilla queda salpicada de pequeños cristales de hierro magnético, ya aislados, ya agrupados, generalmente en líneas rectas. Se presenta con mucha abundancia el espato calizo, rellenando las cavidades de las rocas, y por último, existen también en ellas minerales del grupo de las zeolitas, que á veces forman círculos concéntricos con la caliza.

Examinadas estas rocas á la simple vista, sólo se descubre en las más alteradas un fondo pardo muy oscuro, en el que se destacan secciones circulares de tamaño variable, las unas blancas, constituidas por la caliza, y las otras verdes, por los minerales cloríticos y zeolíticos, de que se ha hecho mención. En uno de los ejemplares coleccionados por Collete aparece en esas secciones la malaquita. Es bien conocida esta estructura amigdaloides en las rocas piroxénicas descompuestas, y en ellas suelen presentarse minerales muy variados rellenando sus cavidades.

La indicada transformación de estas rocas puede explicarse fácilmente.

El agua atmosférica, cargada de ácido carbónico, ha atacado á la larga los diversos silicatos, apoderándose el ácido carbónico de la cal y la magnesia para formar la caliza, y probablemente la dolomia; la sílice y alúmina restantes han formado un silicato hidratado de alúmina, ó sea la arcilla, último término de la descomposición: el hierro de los silicatos, y principalmente del mineral clorítico, rico en óxidos de este metal, ha quedado en forma de hierro magnético, que impregna toda la roca, y sobre todo su parte arcillosa.

En contacto con las rocas eruptivas de Arrieta y Luno, y particularmente de las de Rigoitia, existen criaderos de hierro de alguna importancia ⁽¹⁾. El estudio de las alteraciones de esas rocas nos puede dar mucha luz sobre el origen de ellos. Examinando atentamente los minerales de estos criaderos, pueden desde luego distinguirse dos

(1) Las malas condiciones para el transporte, y la calidad de sus minerales, inferiores á los de Somorrostro y cercanías de Bilbao, principalmente por contener algo de fósforo, no asignan un porvenir industrial inmediato á estos criaderos, que han sido objeto de varias concesiones.

variedades: los unos forman parte de la misma masa eruptiva; los otros son producto del metamorfismo de las rocas sedimentarias que con ella están en contacto. Después de repetidos ensayos he logrado obtener secciones algo transparentes de los minerales de la primera variedad; su estudio microscópico demuestra que no son más que las expresadas wackas muy cargadas de óxido férrico; en ellas se distinguen los núcleos de caliza y restos del mineral clorítico; la parte arcillosa de la roca se ha cargado de hierro magnético por el procedimiento ya indicado, y este mineral se ha alterado después oxidándose y transformándose en óxido férrico que impregna toda la roca. Cuando esta mineralización es más completa, no pueden obtenerse secciones transparentes, de modo que sólo son susceptibles de observarse al microscopio los ejemplares menos ricos en hierro; mas su estudio es suficiente para esclarecer la manera cómo se forman todos estos minerales. De los de la segunda variedad tampoco pueden obtenerse secciones transparentes; pero indicando su aspecto y yacimiento, que no son más que las calizas arcillosas y pizarrosas, á través de las cuales ha surgido la erupción, muy impregnadas de óxido férrico, puede sospecharse con fundamento que este metamorfismo es una consecuencia de las referidas alteraciones de la roca eruptiva, que no sólo han dado por resultado el impregnar su propia masa con los óxidos de hierro de sus silicatos, sino que esos óxidos, libres ya de sus combinaciones, se han comunicado también á las rocas sedimentarias inmediatas, concentrándose en determinados puntos, bien sea arrastrados química ó mecánicamente por las aguas, ó bien quizás en virtud de acciones moleculares, cuya manera de obrar no nos es aún bastante conocida.

B. Entre Elorrio y Elgueta, y á través de las expresadas calizas arcillosas, se han abierto paso también las rocas eruptivas. Su composición es aquí muy análoga á la de las wackas de Rigoitia, Arrieta y Luno, pudiéndose observar en ellas las mismas circunstancias que se han hecho notar en éstas, é iguales alteraciones en sus elementos.

Como prueba de metamorfismo en las rocas de contacto, indica Collete que las calizas arcillosas adquieren un color rojo, lo que proviene sin duda de haberse cargado de óxido férrico por el procedimiento referido al tratar de los minerales de Rigoitia. También dice el mismo autor que esas calizas se convierten en algunos puntos en dolomías, cuyo metamorfismo debe ser igualmente efecto de la alteración de la roca eruptiva, pues formando la magnesia parte de la

base de sus silicatos, principalmente de la augita y la clorita, al descomponerse éstos gradualmente hasta convertirse en una sustancia arcillosa, la magnesia, unida al ácido carbónico que arrastran las aguas atmosféricas, se habrá combinado con el carbonato cálcico de las rocas inmediatas para formar la dolomía.

C. Entre Marzana y Axpe-Arrazola se eleva una colina cónica constituida por una roca muy análoga á las que se acaban de describir; en ella son muy abundantes los nódulos de caliza, que debe mirarse como un mineral secundario; además del feldespato triclinico puede reconocerse también en esta roca el monoclinico. Los demás elementos ofrecen iguales fenómenos que en las rocas anteriormente mencionadas.

Vemos, pues, que, exceptuadas las traquitas del monte Axpe, compuestas principalmente de sustancias feldespáticas, considerando como minerales accidentales el cuarzo, la apatita, etc., que se presentan en corta proporción en algunas de las rocas mencionadas, y prescindiendo del hierro magnético y titanífero, común á casi todas las eruptivas, en las de Vizcaya entran como elementos principales la plagioclasa y el piroxeno, dando este mineral origen á otros secundarios, como son la hornablenda y la epidota en algunas rocas, y la clorita en casi todas. La manera de agruparse estos elementos es también constante en las rocas de Vizcaya, ocupando el piroxeno y los minerales que de él se derivan los espacios irregulares que determinan los cristales de feldespato, lo que hace presumir, según ha expresado ya el Sr. Mac-Pherson al tratar de las rocas eruptivas de Cádiz, que el piroxeno se ha individualizado antes que el feldespato, y que al cristalizar éste ha arrollado á su alrededor los pequeños cristales y fragmentos de la sustancia piroxénica. En algunas de estas rocas la individualización ha sido completa, y en otras han quedado restos más ó menos considerables del magma fundamental.

Queda indicada la composición mineralógica de las rocas de todos los apuntamientos eruptivos que conozco en Vizcaya. Collete cita otro cerca de Orduña, aunque, según se expresa, no ha observado la roca *in situ*; á pesar del viaje que, con el exclusivo objeto de hallarlo, he hecho á aquella localidad, no me ha sido dado encontrar la roca eruptiva. Bajo la potente formación de calizas arcillosas correspondientes al ramo senonense, que forman la renombrada Peña de Orduña, se presenta con mucha abundancia el yeso, siendo de presumir que su origen sea debido al metamorfismo que sobre esas rocas han ejercido

las emanaciones sulfhídricas que han debido acompañar á la erupcion. Es muy frecuente la presencia de esa sustancia junto á los apuntamientos ofíticos, y la hemos hecho notar tambien en el de Baquio.

Atendiendo á la corta extension de muchos de los levantamientos eruptivos citados en el curso de este trabajo, no será de extrañar que exista algun otro hasta ahora no descubierto. De todos modos, son bastante numerosos los mencionados para comprender la influencia que en alguna época han debido ejercer sobre esta hermosa comarca los fenómenos eruptivos, y los que con ellos se relacionan, contribuyendo á darle los caracteres que tan acreedora le hacen al estudio del geólogo como á la admiracion del hombre dado á contemplar las bellezas de la naturaleza.

RAMON ADAN DE YARZA.

LAS MINAS DE SOMORROSTRO

POR

EUG. BOURSON

INGENIERO REPRESENTANTE DE LA SOCIEDAD FRANCO-BELGA
DE LAS MINAS DE SOMORROSTRO.

Con este título se ha publicado recientemente en la *Revue universelle des mines de la metalurgie*, etc. ⁽¹⁾, que con tanta aceptacion dirige Mr. Ch. de Cuyper, una interesante Memoria, que por referirse á uno de nuestros más importantes criaderos metalíferos, merece que de ella se dé cuenta en el BOLETIN DE LA COMISION DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.

Comienza el autor el trabajo exponiendo á manera de introduccion algunas consideraciones generales acerca de la importancia de los criaderos de hierro, de las vastas aplicaciones de este metal y de la necesidad de buscar minerales de excepcional pureza, reclamados por el descubrimiento de Bessemer, con el que concuerda la explotacion en grande escala de las minas de Cerdeña, de la isla de Elba, de Mokta en Argel y de Somorrostro en España, y dice á continuacion:

«Se han publicado ya estudios bastante detallados sobre los principales criaderos; pero uno de los más importantes, tanto por la enorme masa de mineral que contiene como por su excelente calidad, el criadero de Somorrostro no ha sido todavía objeto de una descripcion técnica. Para suplir esta falta escribimos la presente noticia.»

Nos parece que esta declaracion peca por demasiado absoluta, pues aparte de la Memoria de Collete ⁽²⁾ y de un modesto trabajo

(1) *Revue universelle des Mines*, etc. Segunda série, tomo 4.º

(2) Reconocimiento geológico del Señorío de Vizcaya.—Bilbao, 1848.

nuestro inserto en el tomo 4.º de este BOLETIN (1), en el cual se dan noticias bastante detalladas acerca de la constitucion geológica del criadero, y que el autor cita más adelante, tomando de él algunos párrafos del texto y el plano y cortes que le acompañan, se podian haber mencionado tambien los trabajos de los ingenieros Amar de la Torre, Aldana, Maestre, etc. Además, con anterioridad á la publicacion de la Memoria de Mr. Bourson, hemos dado á luz en colaboracion con el auxiliar facultativo de minas D. Francisco Arias, un plano geológico y topográfico que comprende toda la zona minera más importante de Vizcaya bajo el punto de vista industrial (2). No son, pues, tan insignificantes como el autor supone los trabajos relativos á la descripción de las minas de Somorrostro, y con respecto á su estudio geológico muy poco es lo que hallamos de nuevo en su memoria.

Dando ésta una ligera idea de nuestra legislación de minas, y elogiando los principios liberales en que se funda, en un capítulo que lleva por epigrafe *Las Minas de Somorrostro*, despues de hacer constar que son conocidas desde tiempos muy remotos, citando al efecto un conocido texto de Plinio, se expresa en estos términos:

«*Situacion.* Las minas de Somorrostro están situadas en una pequeña cordillera de montañas poco elevadas, cuya direccion general es N.O. á S.E., conocidas en el país bajo el nombre de Triano.

»El centro de las minas se encuentra próximamente á 4 kilómetros al Sudeste del pueblo de Somorrostro, que las da nombre; á 12 kilómetros O.N.O. de Bilbao, y á 7 kilómetros O.S.O. de Portugalete, villa situada en la desembocadura del Nervion.

»El criadero de Somorrostro, propiamente dicho, tiene por seccion una elipse más ó ménos regular, cuyo eje mayor dirigido O.50°N. á E.50°S., llega próximamente á 5 ½ kilómetros, y á 2 kilómetros el menor. La potencia en profundidad no es conocida; sin embargo, trabajos de explotacion ejecutados por la Sociedad franco-belga de las minas de Somorrostro, acusan una potencia de 52 metros, y algunas labores antiguas llegaron hasta 75 metros sin salir del mineral.»

(1) Apuntes geológicos acerca del criadero de hierro de Somorrostro en la provincia de Vizcaya.—*Boletín del Mapa Geológico de España*. T. IV. Madrid, 1877.

(2) Bosquejo geológico y topográfico de la zona minera más important de la provincia de Vizcaya.—Bilbao, 1878.

Hace bien el autor en agregar como nota al último aserto, que no ha podido esclarecer este punto por estar las galerías inferiores inundadas desde hace mucho tiempo, pues sin negar en absoluto que en determinados puntos pueda alcanzar la masa de mineral el espesor que se le asigna, creemos que su potencia media es mucho más reducida, y los cortes naturales que presentan las escarpas del terreno, indican que el criadero es superficial, segun hemos procurado demostrar en el trabajo á que ántes aludimos. Continúa el autor:

«Siguiendo la direccion arriba indicada, se encuentran: al Noroeste, las masas de Onton, Castro y otras ménos importantes; al Sudoeste, las de Alonsótegui, Basauri, Zarátamo, Ollargan y Bolueta; y al Oeste, la de Galdámes.

»Estas diferentes masas constituyen en conjunto el criadero de las cercanías de Bilbao, y se puede decir que este se compone de una serie de masas en forma de rosario (1), y siguiendo una direccion sensiblemente paralela al rio Nervion.»

El capítulo siguiente lleva por título *Menas*, y en él se distinguen las conocidas en el país con los nombres de *vena* ó *galería*, *campanil* y *rubio*; de este capítulo transcribiremos íntegro el cuadro de análisis de los expresados minerales, en nuestra opinion el más completo que hasta ahora se ha publicado, y que juntamente con el que señala la naturaleza de los minerales que predominan en cada una de las principales minas de Somorrostro, forma acaso la parte más nueva é interesante de la Memoria que analizamos.

«Las menas de Somorrostro se dividen en tres especies tipos:

- 1.º »La vena ó galería.
- 2.º »El campanil.
- 3.º »El rubio.

»Las dos primeras especies son variedades diferentes del peróxido de hierro poco hidratado (2) (hematites roja); el rubio pertenece á la clase de los peróxidos de hierro hidratados (hematites parda).

»*Vena.*—La vena es de color violado negruzco, con estructura frecuentemente cristalina: contiene á veces cavidades tapizadas de la-

(1) No nos parece muy apropiada la calificación de criadero en forma de rosario, tratándose de masas irregulares, superficiales y separadas por grandes soluciones de continuidad.—(N. del T.)

(2) Estos minerales son anhidros; pues no pueden considerarse como hidratados al contener alguna cantidad de agua higroscópica.—(N. del T.)

minillas negras y brillantes de oligisto especular. La vena proviene probablemente de la descomposicion lenta y completa del hierro carbonatado espático, cuya cristalización romboédrica conserva á menudo muy aparente. Cuando se presenta en masas algo potentes, se le encuentra en las regiones inferiores del criadero ⁽¹⁾; pero se halla tambien este mineral mezclado ya con el campanil, ó ya con el rubio. En el último caso no está su contacto inmediato con éste, sino que casi siempre se halla separado de él por una salbanda de arcilla.

»La vena se divide en vena dura y vena dulce, segun sea más ó ménos dura; en todos casos, es entre todos los minerales de Somorrostro el que mayor dósís de metal contiene.

»Es el único mineral que extraían los antiguos explotadores, y el que alimentaba las forjas catalanas. Hasta el año de 1850 el campanil se abandonaba por no considerarse bastante puro ni fusible.

»Su nombre de galería procede de que se explotaba por galerías. Es buscada todavía la vena dulce para el tratamiento por el procedimiento Chenot ⁽²⁾, en algunas fábricas del país y de las Landas.

»El transporte de este mineral es muy costoso, pues es tan deleznable que es preciso conducirlo á lomo.

»*Campanil*.—El campanil puede ser considerado como un carbonato espático, cuya descomposicion no es completa. Se distingue, en efecto, del precedente por una proporción mayor de carbonato de hierro, lo que le da mayor dureza. Tiene un color rojo que tira un poco á morado, lo que basta para distinguirlo de la vena, mucho más oscura.

»El campanil se encuentra en la parte superior del criadero, en masas generalmente potentes; está á menudo en contacto con la caliza de recubrimiento; pero su dósís de metal y su pureza aumentan sensiblemente con la profundidad.

»Es el mineral más buscado, porque reúne á una gran pureza y á una riqueza elevada, un arranque mucho ménos costoso que el de la vena.

(1) Generalmente se le encuentra en los parajes más húmedos.—(N. del T.)

(2) En la fábrica del Cármen de Baracaldo, única en Vizcaya que poseía hornos del sistema Chenot, se hallan estos apagados desde hace algunos años, y se han derribado varios de ellos. La vena dulce sigue beneficiándose en las fábricas de Astepe (Zornoza) y Usansolo (Galdácano), por el procedimiento Tourangin.—(N. del T.)

»*Rubio*.—El rubio forma la parte superior y constituye afloramientos á menudo muy elevados; ejemplo notable es el afloramiento de la *Concha 7*, que tiene una altura media de 65 metros, y ha sido reconocido en más de 450 de longitud. La estructura de este mineral es cavernosa, y sus cavidades están llenas de tierra y arcilla, lo que hace que el contenido de metal sea ménos elevado.

»La vena, el campanil y el rubio son las tres especies que se encuentran con más frecuencia en Somorrostro; pero los dos últimos tienen tendencia á pasar á la vena en profundidad.

»Estas nuevas variedades son conocidas con los nombres de *campanil avenado* y *rubio avenado*; en calidad participan de las especies constituyentes.

»*Carbonato espático*.—Se encuentran de cuando en cuando en profundidad, trozos de hierro espático, á veces manchados de piritas ligeramente cobrizas; pero este mineral no está diseminado en la masa, y su color francamente rubio ó gris le distingue suficientemente de los otros minerales para poder ser eliminado cuando se presenta.

»Los siguientes análisis indican la composición de las diversas menas de Somorrostro:

Análisis de los diferentes minerales de Somorrostro.

CUERPOS CONSTITUYENTES.	ES- PÁTICO.	RUBIO.		RUBIO AVENADO.			CAMPANIL.				GAMPANIL AVENADO.		VENA.					
	Nombres de minas.																	
	Concha 6.	Concha 3.	Concha 1.	Caldames.	Caldames.	Concha 8.	Barga.	Alhóndiga.	Persocuita.	San Bernabé.	San Miguel.	Cósur.	Persocuita.	San Bernabé.	Altura.	Alhóndiga.	Barga.	Outon.
Agua.....	24,20	40,75	40,08	11,55	8,84	7,55	12,44	5,50	4,80	9,70	10,65	6,0	4,40	7,15	6,90	5,05	5,00	13,60
Acido carbónico.....	1,90	6,65	»	»	»	0,65	»	3,50	3,50	»	»	»	1,20	0,85	0,40	0,85	0,40	»
Residuo insoluble.....	7,00	2,70	2,8	7,22	13,76	3,50	3,9	1,00	1,00	5,00	6,60	3,2	1,00	2,50	3,00	1,20	1,20	12,60
Alúmina.....	»	»	»	2,18	2,26	»	»	»	»	»	1,90	»	»	»	»	»	»	»
Cal.....	2,10	0,75	0,8	0,30	0,32	0,71	Trazas	4,00	4,00	»	4,50	4,6	1,40	1,00	0,50	1,00	0,50	Trazas.
Magnesia.....	0,15	0,20	»	»	Trazas.	»	»	»	0,50	0,50	1,25	»	»	0,40	0,20	0,20	0,40	Idem.
Óxido de manganeso.....	0,80	1,40	1,00	0,03	Idem.	1,00	0,6	1,20	0,70	1,00	1,96	1,9	1,00	1,10	1,00	4,30	0,70	0,30
Óxido ferroso.....	46,10	»	»	»	»	»	»	»	»	»	Trazas	»	»	»	»	»	»	»
Óxido férrico.....	17,64	83,70	84,00	78,35	74,70	83,30	82,0	4,85	83,70	80,95	74,20	84,00	91,05	86,20	87,20	90,70	91,70	72,60
Azufre.....	0,165	0,135	»	0,02	0,096	0,035	Trazas	0,074	0,045	0,055	0,02	»	0,045	0,017	0,075	0,035	0,075	0,28
Fósforo.....	»	0,01	Trazas	0,03	0,08	0,015	Idem.	»	»	0,010	0,01	Trazas	0,015	0,025	0,025	»	0,02	Trazas.
Hierro metálico.....	48,20	58,60	58,80	54,84	32,29	59,75	57,8	4,40	58,65	56,70	52,00	58,80	63,75	60,35	61,25	63,50	64,20	50,82
Manganeso.....	0,60	4,10	0,72	0,02	Trazas.	0,72	0,4	0,85	0,50	0,72	1,40	0,13	0,71	0,80	0,72	1,05	0,50	0,23
Total de metal.....	48,80	59,70	59,52	54,86	52,30	60,47	58,3	0,25	59,15	57,42	53,40	58,93	64,46	61,35	61,97	64,55	64,70	51,05
Término medio de metal..	48,80	56,59					59,40		57,83					62,90		60,56		
Residuo (Silice..... insoluble (Alúmina.....	5,95 1,05	2,50 0,20	2,80 »	7,22 2,18	13,76 2,26	2,55 0,95	2,9 1,0	1,00 »	1,00 »	4,67 0,83	6,60 1,90	3,20 »	1,00 »	2,20 0,30	2,35 0,65	1,05 0,15	1,20 »	12,60 »
Analizado por.....	Cockerill	Cockerill	Krupp	Montgomery	Braconier	Cock.	Denat	Cock.	Cock.	Cock.	Cock.	Krupp	Cock.	Cock.	Cock.	Cock.	Cock.	Escuela de mi- nas de Paris.

Se hace referencia despues por el autor, á un plano y un corte que acompañan á su trabajo. En el plano, que está trazado en escala de $\frac{1}{15.000}$, se figuran las concesiones y se indican por medios de trazos los límites de la masa de mineral; estos son, con ligerísimas modificaciones, los mismos que aparecen en el plano geológico que en escala de $\frac{1}{50.000}$ va unido á nuestros *Apuntes*. El corte indica los resultados de sondeos practicados en una parte del criadero, en que el mineral se presenta cubierto de tierras y arcilla. Continúa el autor diciendo:

«Se admite que la masa de mineral del criadero de Somorrostro, propiamente dicho, se descompone como sigue: $\frac{6}{10}$ de rubio, $\frac{3}{10}$ de vena y $\frac{1}{10}$ de campanil; pero si se tienen en cuenta todos los criaderos de las cercanías de Bilbao, el rubio entra en proporcion mucho mayor.

»El cuadro siguiente indica con bastante exactitud las diferentes especies de mineral que se encuentran en las principales minas. El mineral rubio se representa por una R, el campanil por una C, y la vena por una V. Es evidente que este cuadro es tan solo aproximado en su mayor parte. Es el resultado de observaciones hechas en vista de las excavaciones antiguas y de las nuevas labores:

Diversas especies de minerales existentes en las principales minas de Somorrostro.

NOMBRES DE LAS MINAS.	Naturaleza de los minerales.			Minerales pre- dominantes.	NOMBRES DE LAS MINAS.	Naturaleza de los minerales.			Minerales predominantes.
Aurora	»	V	C	V	La Lejana.....	R	»	»	R
Adela.....	»	V	»	R	Las Venerillas..	R	»	»	R
Alhóndiga.....	R	V	C	V	María.....	R	»	»	R
Altura.....	R	V	C	V	Marquesa.....	»	V	C	V
Amadeo.....	R	»	»	R	Marta.....	R	»	»	R
Amalia.....	R	V	»	R	Mefistófeles.....	R	»	»	R
Amistosa.....	R	V	»	V	Mendivil.....	R	»	»	R
Asuncion.....	R	V	»	R	Moruecos.....	R	»	»	R
Basilio.....	R	»	»	R	Nicanora.....	»	V	C	R
Barga.....	R	V	C	V	Norma.....	R	»	»	C
Begoña.....	»	»	C	C	Olvido.....	»	V	C	V
Berango.....	R	»	»	R	Orconeras.....	R	V	»	V
Bienvenida.....	R	»	»	R	Parcocha.....	R	V	»	V
Bilbao.....	R	V	»	R	Pacífica.....	R	V	»	V
Buena Fortuna..	R	V	C	V	Petronila.....	R	V	C	R
Buena Estrella..	»	V	C	V	Perseguida.....	R	V	»	V
Caballo.....	»	V	C	C	Pickivick.....	R	V	»	R
Cármenes.....	R	V	»	R	Plácido.....	R	V	»	R
Carolina.....	R	»	V	R	Primitiva.....	R	»	»	R
Catalina.....	»	V	C	C	Pobre.....	R	»	»	R
César.....	»	V	C	C	Rubia.....	R	»	»	R
Conchas.....	R	V	»	R	Ser.....	»	V	C	C
Confianza.....	R	V	C	R	Socorro.....	»	V	C	C
Concepcion.....	R	»	»	R	Sol.....	R	V	C	V
Convenio.....	R	»	»	R	San Antonio....	»	V	C	C
Cristina.....	»	V	C	V	San Benito.....	»	V	C	V
Despreciada.....	R	V	»	V	San Bernabé....	»	V	C	C
Diana.....	»	V	C	C	San Fermin....	R	V	»	V
Dudosa.....	R	»	»	R	San José.....	R	V	»	V
Elena.....	R	V	»	R	San Mateo.....	R	»	»	R
Escarpada.....	R	»	»	R	San Miguel....	»	V	C	C
Inocencia.....	R	»	»	R	San Martín....	R	V	»	V
Inesperada.....	R	»	»	R	Trinidad.....	K	V	»	V
José.....	R	»	»	R	Union.....	R	»	C	R
Josefina.....	R	»	»	R	Ventura.....	R	»	C	R
Josefita.....	R	V	»	V	Victoriana....	R	V	C	R
Julia.....	R	V	»	R	Victoriana....	R	V	»	R
Juliana.....	R	»	»	R	Vigilante.....	R	V	C	V
Justa.....	R	V	»	V	Vulcano.....	R	»	»	R

El capítulo que con el epígrafe de *Reseña geológica* sigue inmediatamente al que hemos trascrito, comienza diciendo:

«Se han emitido diversas hipótesis acerca de la formación y de la

configuración del criadero de Somorostro; creemos de interés resumir aquí las principales, pero antes de entrar en más detalles conviene dar algunos cortes de los terrenos.»

Al efecto se acompañan tres: el primero, trazado en dirección S. 51° E., y el segundo de E. á O., no son los más á propósito para dar clara idea de la situación del criadero, por separarse mucho de la dirección normal á la estratificación, y en el tercero, comprendido entre la cima del monte Triano y la estación de Ortuella, no hallamos toda la exactitud apetecible. Es verdad que el autor confiesa que estos cortes no ofrecen más que una ojeada sobre la situación, «porque no se ha hecho todavía ningún estudio geológico completo.»

En seguida transcribe las páginas que Collete dedica á Somorostro; copia á continuación la primera parte de nuestros *Apuntes*, en que tratamos de dar una sucinta idea de la constitución geológica de Vizcaya, é inserta nuestro plano y cortes geológicos del criadero, determinándose precisamente allí donde explicamos el origen hidrotermal de los minerales que en él se encuentran, y agregando por su propia cuenta los párrafos que siguen:

«Creemos que de estos diferentes estudios se puede deducir que el orden de sucesión de las capas de abajo para arriba es el siguiente: 1.°, psamitas, calizas, areniscas micáceas; 2.°, calizas compactas; 3.°, calizas y psamitas arcillosas.

«El mineral se ha encontrado siempre hasta ahora encima de las areniscas micáceas y debajo de las calizas arcillosas, es decir, que se encuentra en el mismo horizonte geológico que la caliza compacta, que unas veces le recubre y otras es recubierta por él.

«Creemos que está fuera de duda que estos minerales han sido depositados por manantiales termales durante el período cretáceo (1).

«Estos manantiales, muy cargados de carbonato de hierro, han rellenado todas las cavidades de la caliza, y el mineral ha constituido depósitos que han tomado la forma de las excavaciones preexistentes.

(1) Los minerales de Somorostro son indudablemente de formación posterior á la de las rocas cretáceas en que arman, y sin negar terminantemente que hayan podido depositarse durante los últimos períodos de esa época, nos inclinamos más á la idea de que los fenómenos geiserianos á que hemos atribuido su origen, guardasen alguna relación con las erupciones traquítica y ofítica, de que se ven señales en la desembocadura del Nervión, y que creemos de época más reciente.—(N. del T.)

«La vena y el campanil han debido ser depositados los primeros, y el rubio en un período posterior y por manantiales de temperatura ménos elevada (1).

«Se han emitido, como decíamos, diferentes hipótesis con respecto á la configuración y formación del criadero.

«Se puede admitir que la masa de vena y de campanil formase parte primitivamente de una capa horizontal, cubierta después por las psamitas y calizas del período cretáceo; que esta capa haya sido después levantada por los movimientos del suelo que han dado origen al relieve de las montañas, y que, finalmente, las fisuras ocasionadas después de este levantamiento hayan dado acceso á manantiales que produjese la cubierta exterior (chapeau) de mineral rubio.

«Según esta hipótesis, la vena y el campanil se extenderían poco en profundidad, pero se podría hallarlos de nuevo bajo las pizarras y calizas que constituyen el fondo del valle (2).

«Se puede admitir también que después de depositarse en capas horizontales las psamitas, areniscas y calizas, estos terrenos sedimentarios hayan sido removidos con rotura y formación de vastas cavidades, en las cuales se hayan depositado las masas de venas y campanil transportadas por manantiales termales que brotaban de una fisura central. Fisuras posteriores y el enfriamiento natural de los manantiales hubieran dado origen al mineral rubio.

«Según esta hipótesis, el espesor de la masa de mineral aumentaría desde los contornos hácia el centro (3).

«Esta segunda manera de ver nos parece la más probable y la que mejor se aviene con la marcha general del criadero y con los trabajos en él ejecutados, como puede verse en el corte natural que exis-

(1) Nosotros atribuimos el mismo origen á todos estos minerales, y creemos que sus distintas propiedades se explican por la distinta naturaleza de las rocas sobre que se han depositado. De ahí que en contacto con las calizas, como rocas más atacables por los manantiales cargados de carbonato ferroso disuelto á favor del ácido carbónico, se presenten las mayores y más puras masas de campanil.—(N. del T.)

(2) Esta teoría no nos parece bastante fundada, y en el corte geológico que el autor presenta en su apoyo, ó para su explicación, hay algo más de ideal que de positivo.—(N. del T.)

(3) No hallamos fundada la creencia de que el espesor del mineral aumenta hácia el centro de la masa. Esta, en su parte principal, afecta la forma de una meseta algo inclinada hácia el N.E., y su espesor aumenta en el sentido de la pendiente.—(N. del T.)

te en la mina *San Miguel* y por las labores emprendidas en la mina *San Bernabé* por la Sociedad franco-belga de Somorrostro.

»En la *San Bernabé* el mineral campanil y vena se halla cubierto en un término medio por cinco metros de tierra vegetal y caliza arcillosa, y el muro hallado á 52 metros del techo está formado por las calizas y areniscas cenomanenses. Una ligera contraccion ha debido, no obstante, tener lugar despues de depositarse el mineral, contraccion producida probablemente por la evaporacion del agua en exceso, y el mineral se ha separado del muro. Este espacio de tres centímetros próximamente se ha rellenado con una caliza lamelar blanca inyectada posteriormente á la contraccion. Nos inclinamos á creer que esta caliza blanca se presentará frecuentemente en el muro del mineral, producida por las mismas causas, y en este caso sería un indicio casi seguro del fin de la sustancia explotable. En la mina *San Miguel* el techo es semejante al de la precedente, y la potencia del mineral reconocido alcanza hoy á 24 metros. No creemos que exceda mucho de esta cifra, pues es probable que la caliza cenomanense de la *San Bernabé* venga á limitarla pronto ⁽¹⁾.

»*Muro y techo del mineral.*—Se puede considerar la caliza y la arenisca como muro natural del mineral. Allí donde este muro natural es la pizarra, se ha producido una quiebra en la caliza, quiebra rellena por el mineral, que se presenta entónces en contacto con la caliza; pero, lo repetimos, éste no es más que un caso particular ⁽²⁾.

»El techo, cuando existe, es la caliza arcillosa arenácea mucho más blanda que la precedente, y de color que se acerca más al gris. Decimos cuando existe, porque, en general, el mineral asoma á la superficie, ó bien se encuentra bajo una ligera capa de tierra vegetal.

(1) Forman parte de una de las láminas los cortes de las indicadas minas, cuya explicacion acabamos de trascribir. Debemos advertir aquí que estas dos minas estan situadas hácia el límite N.E. del criadero, ó sea donde mayor espesor ofrece la masa mineral.—(N. del T.)

(2) No sabemos á punto fijo cuál de las rocas que aparecen en Somorrostro es la que el autor califica aquí de pizarra (schiste). Si se refiere á las psamitas y areniscas micáceas inferiores á las calizas compactas, el caso que cita no es tan particular como supone, pues en muchos puntos se ve que la masa de mineral descansa sobre éstas, y que en otras está constituida por las mismas muy impregnadas de óxido de hierro.—(N. del T.)

»El mineral rubio forma muchas veces escarpas de gran altura, sobre todo en las minas *Concha*, *Cármen* y *Prevision*, y en diversas minas de Galdames.»

Aquí termina el autor su reseña geológica y comienza á tratar del sistema de explotacion, medios de transporte, costo y precio de los productos, sistemas de embarcaderos, condiciones del puerto, etc., etc., presentando sobre estas cuestiones numerosas y variadas noticias que hacen muy recomendable su trabajo; pero en el cual no hemos de seguirle, habiéndonos propuesto examinar tan sólo la parte que se refiere al estudio geológico del criadero.

R. A. DE Y.

NOTA

SOBRE LAS MINAS DE HIERRO DE BILBAO

POR M. BAILLS,

INGENIERO DE MINAS.

La creciente exportacion de los minerales de hierro de Vizcaya, su excepcional pureza, la abundancia de aquellos criaderos y los grandes trabajos ejecutados por las compañías concesionarias para facilitar los trasportes hasta el puerto de Bilbao, llaman con justo motivo la atencion de los ingenieros extranjeros, y son varias las revistas científicas é industriales que de estas minas han tratado recientemente.

Hemos dado cuenta de la Memoria de Mr. Bourson inserta en la *Revue universelle des mines*, y ahora nos toca analizar la que lleva por título el epigrafe con que encabezamos estas líneas, y ha aparecido en los *Annales des mines* en la segunda entrega correspondiente al presente año de 1879.

Divide Mr. Baills su nota en cuatro capítulos: en el primero (geología), trata de la situacion de los criaderos, rocas en que arman, composicion de los minerales y forma de su yacimiento; en el segundo (historia), se dan breves noticias acerca del origen de su explotacion, recordando la autorizacion de D. Juan II á favor de la casa de Salazar, para trabajar en sus veneras; se reseñan tambien las pretensiones de la citada casa sobre todas las venas de Somorrostro; los pleitos que se originaron con los pueblos de las Encartaciones hasta llegar á una transaccion en el siglo pasado; la prohibicion de extraer vena fuera del reino; los derechos que en diversas épocas se han cobrado por su exportacion, etc., etc.; agregando, ántes de cerrar este capítulo con un cuadro estadístico que demuestra el rápido incremento de la produccion, las siguientes palabras que conviene rectificar: «Pero á principios de 1870 el estado español cambió de táctica. Apro-

vechándose de una cláusula del convenio de 1859, que reconocía á Vizcaya la plena posesion de su territorio, *salva la unidad constitucional de España*, extendió á esta provincia la ley de minas española, y quitó al Señorío los criaderos de Somorrostro para concederlos á compañías nacionales ó extranjeras, no sin excitar vivas reclamaciones. Lo cierto es que el Gobierno central reivindicó sus derechos á los criaderos metalíferos de Vizcaya, hácia el año 1844, de cuya fecha datan los primeros registros hechos con arreglo á la ley general del reino. El Señorío habia ántes en las juntas de Guernica de 1827, hecho un reglamento de minas en que se adoptaban los principios de la ley española de 1825, y en virtud del cual correspondia á la Diputacion general el otorgar las concesiones mineras.

En el tercer capítulo (explotacion), se trata del sistema de laboreo seguido hasta 1864, que consistía principalmente en galerías inclinadas para buscar la vena dulce, único mineral que se beneficiaba hasta que empezaron á abrirse canteras á cielo abierto para el arranque del campanil; se habla tambien del ferro-carril minero de Triano, propiedad de la Diputacion, que comenzó á funcionar en 1864, y de las condiciones en que en él se verifica el transporte; se citan despues las diversas compañías que han adquirido concesiones en estos criaderos, y los ferro-carriles y vías aéreas que han construido; reproduciendo un plano del Sr. Marco Martínez, y señalando en él con diferentes signos las concesiones de cada empresa. Por último, se dan algunas noticias relativas á las condiciones del puerto, y á los diversos medios que para mejorarlo se han proyectado.

El capítulo 4.º contiene algunos detalles sobre el tratamiento directo de los minerales de Somorrostro por el procedimiento Chenot, ya completamente abandonado.

Tales son los puntos que toca la nota de M. Baills, y de los cuales sólo nos proponemos examinar los que tienen relacion con la geología, ó sean los contenidos en el capítulo 1.º

Comienza éste indicando la situacion geográfica de los criaderos, y trata despues de las rocas en que arman, citando como primer estudio geológico el reconocimiento hecho por M. Collete, segun el cual, «los terrenos sedimentarios de esta provincia se distinguen, sobre todo, por sus caracteres mineralógicos, y se incluyen en el liás y la creta. Los bancos de caliza margosa sobre que está edificada la villa de Bilbao se refieren á la formacion liásica. Las capas cretáceas en número de siete, comprenden de abajo para arriba: psamitas azules,

calizas compactas con *Caprina* y *Diceras*, areniscas micáceas, calizas arcillosas, calizas pizarrosas, arcillas pizarrosas, calizas arcillosas.

» Los estudios posteriores de MM. de Verneuil, Colomb y Triger, continúa diciendo el autor, las investigaciones aún más recientes de D. Amalio Maestre y el descubrimiento de numerosos fósiles bien determinados, permiten hoy una clasificacion exacta de los terrenos. En efecto, en las capas números 1, 2 y 4 se han encontrado, principalmente en Portugalete, los fósiles siguientes: *Sphaerulites foliaceus*; *Requienia laevigata*; *Caprinas*; *Diceras*, *Nerineas* y *Orbitolites*; por consiguiente, este grupo, inclusa la capa núm. 5, desprovista de fósiles, pero intercalada entre las hiladas 1 y 2, corresponde al tramo cenomaneuse. Es, como se ve, la creta media, y entre los estratos se encuentran con frecuencia delgados lechos de lignito. En las capas números 5, 6 y 7, que se prolongan por la provincia de Alava, se encuentran el *Micraster coranguinum* y el *Echinocorys vulgaris*. Este grupo es el equivalente del senonense ó creta superior. La creta inferior falta completamente en Vizcaya; no se vé allí ni el neocomienense, ni la arenisca verde, ni el gault. Entre los dos pisos de la creta se ha producido el levantamiento del monte Viso, cuyos efectos ha comprobado M. Dufrenoy en la vertiente Sur de la cordillera Cantábrica en el desfiladero de Pancorbo. Un levantamiento ulterior del sistema de los Pirineos ha removido el conjunto de estos terrenos. De aquí resulta una discordancia transgresiva y una orientacion diferente para los dos citados pisos. La pretendida faja liásica de Bilbao reposa visiblemente en estratificacion discordante sobre las hiladas de la creta media, y debe ser, por lo tanto, colocada en la creta superior.» Aplicando estas deducciones á los límites señalados por Collete para las diversas rocas, acompaña el autor á su trabajo un croquis geológico en diminuta escala de los terrenos de Vizcaya, entre los que se distinguen los dos grupos de la creta, las rocas plutónicas y los minerales de hierro.

Varias son las observaciones que tenemos que hacer á estas apreciaciones del autor. En primer lugar, algunas de las rocas que él refiere al senonense pertenecen al cretáceo medio, tales como parte de las designadas con los números 5 y 6, pues que en ellas se encuentran fósiles idénticos á algunos del número 4. Las capas número 5, constituidas por areniscas, reemplazan en muchos puntos y con gran desarrollo á las del núm. 4, viniendo encima de las calizas compactas del núm. 2. Esta formacion es el equivalente de la parte superior

de la arenisca verde, contra lo que el autor supone al asegurar la falta del grupo inferior de la creta de Vizcaya. No se observa en este país la discordancia de estratificación citada entre los grupos cretácicos, medio y superior, viéndose las calizas arcillosas del núm. 7 con *Micraster coranquinum* y *Ananchitis ovata*, muy desarrolladas en la *Llanada* ó meseta central de Alava, reposar en estratificación concordante con las rocas del cretáceo medio, que buzando al Sur constituyen la vertiente Norte de las montañas que en Vizcaya y Guipúzcoa forman la divisoria de aguas entre el Atlántico y el Mediterráneo. La escasez de los fósiles en gran parte de las capas no ha permitido hasta ahora marcar con toda exactitud los límites de los dos pisos, ni comprobar la distinción del turonense como miembro del cretáceo medio; tan desarrollado, que M. de Verneuil aprecia su espesor en unos 300 á 900 metros. En cuanto á la pretendida faja liásica de Bilbao, hace tiempo se ha referido al cenomanense, pues está compuesta de calizas arcillosas en las cuales se hallan algunos fósiles idénticos á los señalados en Portugaleta. La frecuencia de las fallas en toda esta comarca, ha podido ser causa de que se indique una discordancia de estratificación, que en nuestro concepto no existe.

Sigue el autor haciendo la distinción de los minerales de Vizcaya en las tres clases principales de *campanil*, *vena* y *rubio*, indicando las propiedades de cada una de ellas é insertando varios análisis de las mismas. Creemos que sería una repetición inútil el traducir aquí estos párrafos de la nota, pues hemos insistido ya sobre este punto, tanto en nuestros *Apuntes geológicos acerca del criadero de Somorrostro*, como al dar cuenta de la Memoria de M. Bourson, y por lo tanto pasamos á transcribir lo que dice sobre el *Yacimiento*: «Estos tres tipos de minerales se distinguen de una manera más notable aún por su distribución en el criadero, y por su yacimiento. El campanil se descubre principalmente en la parte del monte Triano que se extiende hácia el Océano. Está cubierto por una caliza azul clara, de fractura astillosa, muy dura y con frecuencia llena de fósiles, cuyas conchas son negras, muy quebradizas, y no pueden destacarse de la roca. Sin embargo, se ha podido reconocer en estos fósiles la *Requienia lavigata*, lo que establece la identidad de estas calizas con la capa núm. 2 del cretáceo medio, ántes mencionado. La superposición se observa regularmente en los frentes de las canteras de las minas *San Miguel*, *César*, etc., abiertas en la vertiente Norte de Triano. La misma caliza forma la cresta de esta montaña y se pro-

longa en la dirección de San Juan de Somorrostro hasta Pucheta, marcando así la divisoria de aguas del Nervion y del río de Somorrostro. En la vertiente meridional se extiende de una manera continua, mientras que se interrumpe en la septentrional para hacer lugar á los afloramientos del mineral, no viéndose más que trozos esparcidos como partes de una misma capa levantada y rota. En resumen, la caliza de *Requienia* constituye el techo normal del campanil y es posterior á él. En cuanto al yacente de este mineral, no es conocido hasta el día; ninguna labor á cielo abierto ha profundizado hasta encontrarle, ni se ha practicado ningun sondeo de investigación. El único hecho bien averiguado y patente, sobre todo en la mina *San Miguel*, es que en profundidad tiende á pasar á la vena dulce.

A la inversa del campanil, el rubio no tiene techo, pero se conoce su yacente. Es un mineral que se halla en la superficie. Forma crestones salientes en los declivios del monte Triano, principalmente en la mina *San Benito* y se prolonga hácia el Sur de esta montaña en elevadas escarpas. Marca los afloramientos del mineral de hierro, y está juxtapuesto á la caliza de *Requienia*, pero nunca cubierto por ella; siendo el del rubio muy visible ya que el mineral descansa directamente sobre una arenisca pizarrosa micácea, en la cual se ven incrustados nódulos de siderosa descompuesta. Esta capa constituye el lecho de numerosos arroyos que corren por el fondo de los valles, principalmente en las concesiones de la Orconera, y pasa por debajo de la montaña para reaparecer hácia el Sur cubierta por la caliza de *Requienia*. Es la hilada núm. 1, situada en la base del terreno cretáceo medio, la más antigua de Vizcaya, y parece formar el yacente de todo el mineral.

En cuanto á la vena dulce ó mineral de galería, se halla, por el contrario, á cierta profundidad. Siempre debajo del campanil ó del rubio, con los cuales aparece asociado en los criaderos.

No creemos que las calizas compactas designadas con el núm. 2 puedan considerarse como el techo propiamente dicho del campanil, pues en las canteras de las minas *San Miguel*, *Catalina*, *César*, etc., se ve este mineral cubierto tan sólo por las calizas margosas designadas con el número 4, que en esta comarca reposan directamente sobre las del núm. 2. El campanil ocupa, por lo tanto, el mismo horizonte que éstas, viéndosele en íntima relación con ellas; y si bien es cierto que en algunos sitios se halla parcialmente cubierto por estas calizas, en otros sucede lo inverso. Las psamitas azuladas, que en esta región

y hacia la provincia de Santander tienden á pasar á verdaderas areniscas, forman en Somorrostro el yacente, no sólo del rubio, sino, en general, de toda la masa ferruginosa. En cuanto á la vena, creemos que debe considerarse como una alteracion más completa del carbonato ferroso, que suponemos origen de los criaderos, debida á la accion lenta de las aguas subterráneas, pues ya hemos repetido que se le halla en los parajes más húmedos del criadero.

El autor atribuye también un origen hidrotermal á todos estos minerales, considerándolos formados por manantiales cargados de carbonato ferroso, y niega, como lo hemos hecho nosotros, la hipótesis de que el rubio sea posterior á los otros minerales. Pero si en estos puntos estamos enteramente conformes con sus apreciaciones, no participamos de su opinion cuando, siguiendo á Collete, supone á los criaderos de hierro posteriores á las psamitas ó areniscas azuladas y anteriores á las calizas compactas, pues nosotros los creemos de origen posterior á las rocas en que arman, y si no es en Somorrostro, en otros puntos se les vé enclavados en distintas hiladas de la formacion cretácea. El hallarse más relacionados con las calizas que con las demas rocas, nos lo explicamos por el hecho de ser éstas las más susceptibles de ser atacadas por manantiales hidrotermales.

Hechas estas aclaraciones, seguiremos transcribiendo las palabras del autor hasta terminar su capítulo 1.º, agregando como notas las observaciones que algunos de sus asertos nos sugieren.

«Segun lo que precede, no cabe duda de que estos minerales se depositaron primitivamente en estado de carbonato ferroso por medio de manantiales termales (1). La edad de los criaderos es ménos evidente. Se ha emitido la hipótesis de que el rubio es posterior al campanil y á la vena dulce, habiendo formado estos últimos minerales en su origen una capa ó masa cubierta por la caliza de *Requienia*. Nada ménos justificado que esta distincion en dos clases de minerales de distintas edades. Se encuentra, en efecto, en Somorrostro una série completa de minerales que representan el paso progresivo

(1) La reaccion entre el carbonato cálcico y el ferroso es muy dudosa, á lo ménos en las condiciones en que se pueden verificar los estudios en el laboratorio, y la sustitucion de uno por otro, caso de tener lugar, no se haria sin cambios muy notables de volúmen que hasta ahora no se han señalado en Vizcaya. Conste de una vez para todas al establecer teorías respecto al origen de los minerales ferruginosos de Somorrostro.—(Nota de la Direccion del Mapa Geológico.)

sivo del rubio al campanil y á la vena dulce. El mineral llamado *vena arrubiada*, como lo indica su nombre, reúne á la riqueza de la vena dulce las impurezas del rubio. En los criaderos, esta clase de minerales se encuentran también en una situacion intermedia, de suerte que la transicion de una clase de mineral tipo á la otra es continua. Parece, pues, lógico considerar á los criaderos de Somorrostro como formando en su origen una capa única de carbonato ferroso intercalado entre las areniscas pizarrosas (yacente del rubio) y las calizas de *Requienia* (techo del campanil), que constituyen la base del cretáceo medio, removida despues por levantamientos posteriores y trasformada segun las condiciones físicas y químicas en que fué colocada en tres categorías principales de minerales. El más profundo estuvo más exento de las acciones exteriores; permaneció más cristalino, más puro, más blando, y constituyó la vena dulce (1); y mientras que la roca metalifera, directamente colocada bajo la caliza, producía el campanil, la de la superficie, puesta á descubierto por los levantamientos, expuesta á todos los agentes atmosféricos, se cargó de una proporcion mayor de agua y de materias impuras hasta llegar á formar el rubio. La transformacion en peróxido se ha hecho por lo demas hasta una profundidad muy grande, pues en ninguna parte se ha encontrado todavía el carbonato (2). El espesor de la capa debe ser muy grande á juzgar por los crestones de rubio, que no miden ménos de cien metros de altura. Tal es también, sin duda, el espesor de la capa subterránea, que por galerías inclinadas se ha reconocido hasta una profundidad de 70 metros próximamente. Un sondeo en el centro de Triano, determinando el yacente de la vena, podria resolver esta cuestion (3).

(1) La estructura cristalina de la vena no es tan marcada como la del campanil, el cual conserva mejor la del hierro espático de que procede.

(2) El carbonato ferroso se encuentra con frecuencia en Somorrostro, aunque no en grandes masas que puedan explotarse por separado. En mayor cantidad se ha encontrado en algunas minas de Iturrigorri y Miravilla, y también en el Regato.

(3) Este espesor nos parece exagerado. Si bien es cierto que algunos crestones de rubio se aproximan á esa elevacion, debe tenerse en cuenta que no se hallan en posición horizontal, y que, por lo tanto, esa dimension no representa su verdadero grueso; y aunque en algunos puntos pueda tal vez alcanzar la masa el espesor que el autor señala, el término medio debe de ser mucho más reducido, como se deduce de los cortes naturales y denudaciones del terreno.

»El banco de mineral vuelve á encontrarse al N.O. de Triano, en el contrafuerte de Galdames, donde aflora, en una longitud de 1.100 metros en direccion y con unos 100 metros de espesor, cubierto por las mismas calizas. El mineral es rubio en la superficie, segun la regla ordinaria, pero ninguna labor importante de reconocimiento habia aún descubierto la transformacion que sufre en profundidad. Los hechos son más positivos en el grupo de Ollargan, al S.O. de Bilbao. Estas minas se encuentran localizadas en las tres colinas de Miravilla, Morro y Ollargan, cuyas cúspides están alineadas con las del monte Triano. El mineral que se explota á cielo abierto difiere bastante por su aspecto de los que hemos descrito. En la superficie se presenta las más veces bajo la forma de un mineral amarillo, arenoso-arcilloso, de muy fácil arranque (1).»

»He aquí un análisis del mineral de Ollargan:

Peroxido de hierro.	:	70,10
Oxido de manganeso.		5,66
Silice.		15,66
Alúmina.		6,55
Cal y magnesia.		0,80
Agua y pérdidas.		5,60
<i>Total.</i>		<u>100,15</u>
Hierro metálico.		<u>49,07</u>

»Hay muestras que dan hasta 54 por 100 de hierro, y es el mineral preferido para los hornos de carbon vegetal; es hidratado y representa el equivalente del rubio. A veces pasa á un mineral duro y compacto, verdadera hematites roja, que ofrece mucha analogía con el campanil, y es llamado así por los obreros. Este hecho se observa en una de las canteras de Martínez, en el monte Ollargan. Por lo de-

(1) En Ollargan la parte más rica del criadero está constituida por hematites roja y parda en trozos sueltos, formando una especie de aluvion, y mezclado con arcilla y una tierra vegetal muy ferruginosa. Se descubren también masas compactas de hematites pardas sobre todo. El mineral suelto procede indudablemente de las masas, las cuales, á consecuencia de ser ménos consistente que las otras la roca que les sirvió de matriz, han sufrido una fuerte denudacion.

mas, estos minerales están en relacion con las mismas hiladas sedimentarias ántes citadas. En Miravilla, sobre todo, se descubren bancos ferruginosos casi verticales en contacto inmediato con estas mismas rocas. Estas pruebas parecen suficientes para deducir que los criaderos de Galdames y Ollargan ocupan la misma situacion geológica señalada para las minas de Somorrostro.»

R. A. DE Y.

DATOS GEOLÓGICOS

ACERCA

DE LA PROVINCIA DE LEON,

RECOGIDOS DURANTE LA CAMPAÑA DE 1878 Á 1879.

Al reseñar, aunque muy sucintamente, el año anterior las observaciones hechas y datos recogidos durante la campaña de 1877 á 1878, señalé con especial cuidado que sobre las naturales dificultades que presenta todo estudio que se refiere á una grande, al par que montañosa y quebrada en alto grado, extension de terreno, cual sucede con la provincia de Leon, que abarca 16.000 kilómetros cuadrados de superficie próximamente, se presentaba otra de no menor importancia para su estudio geológico. Era ésta, la falta completa de una carta geográfica que, mereciendo alguna confianza, pudiera servir de base para trazar en ella las líneas limites de las diversas formaciones que la naturaleza ha puesto al descubierto, y por tanto al alcance y estudio del geólogo.

Manifesté al propio tiempo que, á fin de subsanar en cuanto fuera posible semejante falta, y aprovechando los trabajos y noticias que de antiguo poseia, así como los nuevamente adquiridos en virtud de recientes excursiones, habia bosquejado una carta general de dicha provincia. La falta de algunos datos y la premura del tiempo son causa de que no se halle exenta de errores; pero estos irán desapareciendo á medida que se vayan haciendo nuevos reconocimientos en los viajes que anualmente practico como Ingeniero de la Comision del Mapa Geológico, y podrá sin duda alguna servir de base para el trazado de los mencionados limites.

Dedúcese de aquí que la campaña que se reseña ha debido comprender, y realmente ha comprendido, dos partes: una geográfica, y geológica la otra. De ambas voy á tratar, aunque muy ligeramente.

Tiende, como queda dicho, la primera á la adquisicion de datos propios para ir corrigiendo los defectos de que es natural adolezca la carta trazada, y la segunda á las observaciones inherentes al estudio y señalamiento de los distintos terrenos de que está formado el suelo de la provincia. Los trabajos que hacen referencia á la parte geográ-

fica son de suyo delicados y complejos, y habida consideración á que el carácter principal de la comisión que se me ha encomendado estaba pura y especialmente encerrado en el estudio geológico, era preciso emplear procedimientos breves y rápidos, pero sin renunciar por esto á alcanzar el mayor grado posible de certeza y exactitud.

No podía emplearse, como se ve de las apuntadas condiciones, ni el teodolito ni ningún otro instrumento de precisión, viéndonos obligados á emplear una brújula nivelante que, aun cuando de diámetro bastante regular, no aprecia en ambos limbos más que ángulos de minuto en minuto.

En vista de circunstancias tales, el procedimiento empleado ha sido: considerar como puntos fijos y definitivamente determinados los vértices señalados y calculados ya por el Instituto geográfico, y referir á ellos, así como á las longitudes de los lados que los mismos representan, tanto las pequeñas triangulaciones que hemos creído conveniente y necesario efectuar, cuanto los datos topográficos que habia precisión de adquirir. Bajo este sistema resultan hechos los horizontes que en la libreta de campo aparecen señalados con las siguientes denominaciones: Teso de Mayuelo, cerrejon situado al S.O. de Benavides, y formado por el terreno terciario; cerro de La Perdiguera, situado al N.O. del dicho Benavides, y sobre la misma formación; cerro del Otero, islote diorítico al extremo S. del pueblo de Riolago; Peña de la Cal, constituida como su nombre lo indica por capas de caliza carbonífera, situadas al S.E. del mencionado Riolago; Alto de la Solana, areniscas pardas carboníferas que presentan impresiones de calamites y otros fósiles de la misma formación, situadas al N.E. de la Ermita de Carrasconte; Alto de la Cerca, paraje donde alternan capas calizas y pizarras arcillosas de color oscuro, pertenecientes al sistema carbonífero, al E. de la Majua; Puerto de Ventana, en las pizarras y areniscas del período de la hulla; Pico Penouta, altura notable situada al S. de Riolago y formada por capas de arenisca ferruginosa que á consecuencia de su gran contenido en hierro, puede constituir un mineral beneficiable; Peña Ferrera, cerro de gran altura formado por cuarcitas de color pardo y situado al S.O. del susodicho Riolago; Peña de Trascastro, en la caliza con crinoides situada al S. de Las Murias y al E. de Quintanilla de Babia; Vértice de Velilla de la Reina, sobre el terciario, que forma el páramo que se extiende hácia la parte septentrional de la provincia; Peñon de Cebrones, sobre pizarras silurianas; Vértice Moncalvo, punto de gran ele-

vación y en el que confluyen las provincias de Leon, Zamora y Orense, constituido por el gneis; Cerrejon, situado al Oeste del establecimiento balneario de las Bouzas de Rivadelago, en el granito; Orilla Sud del lago de Rivadelago, constituido por el mismo granito; Alto de Biscudillo, ó sea Peña Negra, es una cuarcita de color blanquecino que contiene fucoides, y por último, en el cerro de San Mateo, altura formada por la caliza carbonífera y situada al E. de la Pola de Gordon.

Con dichos horizontes, directamente relacionados con los vértices de Peña Ubiña, Catoute, Velilla de la Reina, Sierra Gimenez, La Guiana, Teleno y Moncalvo, se han situado multitud de pueblos y puntos culminantes y muchos detalles referentes á corrientes de aguas, caminos generales y vecinales, cerrejonos y marcha general que afecta la estratificación de las capas.

Hasta aquí lo que hace referencia á la parte de corrección de la carta general: paso ahora á la segunda, ó sea á la referente á las observaciones geológicas.

Saliendo de Astorga, y marchando por la carretera en dirección al Hospital de Órbigo, pueblo situado en la orilla derecha del río Órbigo, no se ve en todo el tránsito, así como á derecha é izquierda, ó sea hácia el N. y el Mediodía, en una gran extensión, mas que el terreno terciario cuyos componentes son: en la parte superior las arcillas rojas; debajo la capa que contiene los cantos rodados, generalmente de cuarcita, que descansa sobre otra capa de arcilla comunmente de color amarillento. En dicho pueblo dejé la carretera que hasta entonces habia seguido, y torciendo al N., ó sea aguas arriba del mencionado río, pasé por los pueblos de Benavides, Gavilanes, Palazuelo, Turcia, Armellada, La Milla del Río, Carrizo, Cimanés, Azadon, Sacarejo, Villarroquel, Espinosa de la Ribera, Rioseco de Tapia y Tapia, todos situados á ambas orillas del Órbigo y que se encuentran dentro del terreno terciario. En toda la distancia que media entre ellos no se advierte variación alguna en la posición y colocación de las bandas que la forman y quedan ya señaladas.

En el último pueblo, ó sea en el de Tapia, se halla el contacto entre el terciario y el carbonífero. En efecto, en las mismas casas del pueblo, pero á la salida ya para La Magdalena, se encuentra al descubierta tanto el kaolin cuanto las areniscas del mismo, cuyas capas constituyen generalmente el límite meridional de la formación carbonífera. Al N. de estas y en estratificación concordante, se muestran las pizarras arcillosas de color pardo y negro, alternando con las are-

niscas pardas con impresiones de calamites y otros fósiles característicos de dicha formacion hullera, cuyos estratos afectan en general la direccion de E. 16° N. á O. 16° S., siendo su posicion casi vertical. Esta formacion, por un lado, se dirige hácia la Collada de Olleiros, tomando despues en direccion á La Pola de Gordon, y por el otro marcha la línea en direccion al Castillo de Santa Maria de Ordax, Callejo y Adrados, para ir despues, sin duda alguna, á buscar el manchon carbonifero del valle de Ponjos, del cual hice mencion en los datos ya publicados referentes á la campaña de 1877 á 1878.

Continuando la marcha aguas arriba del rio Luna, se va siempre hasta un kilómetro más al N. de Garaño, sobre una serie alternante de pizarras, areniscas y capas de carbon, elementos geognósticos esenciales de que está formada la cuenca conocida en el pais bajo la denominacion de Cuenca de Otero de las Dueñas, ó del Luna, sin duda por ser este el rio que la atraviesa casi por su medio. En Garaño termina esta formacion por un grueso banco de conglomerado. Los pueblos de Carrocera, Santiago Millas, Otero de las Dueñas, Viñayo, La Magdalena, Canales, Quintanilla Bobia, Soto, Sorriba y algun otro, se hallan comprendidos dentro de la mencionada cuenca.

Preséntase, caminando en direccion al puerto de Ventana, situado en la cordillera Cantábrica y que sirve para la comunicacion entre las provincias de Leon y Oviedo, una alternacion de pizarras de diversos colores, areniscas, cuarcitas y grandes bancos de caliza de color blanco unas veces, oscuro y aun rojo oscuro otras. Las cuarcitas, cuando no forman grandes bancos, sino que, por el contrario, se presentan en capas cuyo espesor máximo suele ser de un decimetro poco más ó ménos, son por lo regular fosilíferas, predominando en ellas de ordinario las plantas llamadas *Fucoides*.

Los ejemplares coleccionados en la excursion que se describe y marcados con los números 45, 46 y 47, ponen de manifiesto lo anteriormente expuesto. Dichos ejemplares, que son de cuarcita de color pardo, procedente del valle de La Urz, término de Santa Eulalia, pueblo situado en la márgen derecha del rio Luna, contienen en abundancia y en buen estado de conservacion, el *Hartania Hallii*, Goëpp. sp., ó sea el *Arthropycus Hartani* de Conrad.

Esta planta fósil, cuyo representante en la época actual no es conocido, segun Schimper y Credner, es una de las más importantes de la formacion siluriana.

Si, como es de presumir, por más que hoy no se posean aún da-

tos bastantes para poder adelantar juicio exacto y cabal acerca de tan interesante problema, dicha planta pertenece á determinado nivel del terreno siluriano; á fin de armonizar este horizonte con el conocido ya bajo la denominacion de «Fauna primordial,» por ser en sus capas donde se presenta la primera vida animal; con razon fundada podria considerarse aquel con el nombre de Flora primordial, puesto que en él es donde al parecer comienza la primera vida vegetal.

Este importante fósil, que no habia sido aún hallado en los terrenos de España, ó por lo ménos en los de las montañas de Leon, lo encontró por primera vez el que suscribe esta reseña, el dia 2 de Agosto de 1878, en el sitio y término que quedan señalados.

Sé que este hecho no tiene la importancia de un nuevo descubrimiento para la ciencia; James Hall en su «Natural history of New-York,» página 46, le menciona y describe, así como Schimper en su «Paléontologie végétale», tomo I, página 196; de manera, que no le menciono sino como un feliz hallazgo que no deja de tener cierto interes, puesto que su existencia en las capas de cuarcita de las montañas de Santa Eulalia de la provincia de Leon, y en las de Medina, en los Estados-Unidos de América, puntos situados á tan gran distancia uno de otro, y separados por anchurosos y profundos mares, pone en nuestras manos medios adecuados para poder hacer un estudio comparativo del origen y formacion de las rocas de ambas localidades.

¡Cuán admirable, fecundo y vasto campo abre á la deducion semejante estudio comparativo! ¡Qué de consecuencias, qué de importantes deducciones no sacarán de él los partidarios de esa escuela que tiene por base la ley de la evolucion! Mas para no extralimitarme de la condicion de este trabajo, dejaré esta clase de consideraciones para la Memoria general de la provincia de Leon, que he de redactar con los materiales que aquí no hago más que señalar.

No obstante lo expuesto, y dada la circunstancia de ser éste el primer ejemplar que de semejante planta fósil poseemos, creo estar en el caso de detenerme á hacer su descripcion, por más que ésta tenga que ser muy á la ligera, y tratar sólo de comprobar, en cierto modo, lo que Hall dice de ella.

Schimper, cuya obra ha aparecido veintiseis años despues de la escrita por Hall, pues la del primero es de 1869, y la otra de 1845, la coloca entre las algas, y Hall, describiendo el ejemplar encontrado en Medina, se expresa en la forma siguiente: «Esta planta fósil se compone de fuertes, redondos y articulados tallos, que se dividen

»cerca de la base en numerosas y largas ramas, las cuales presentan
 »más ó ménos curvatura, y disminuyen tan gradualmente, que apare-
 »cen por lo comun de las mismas dimensiones por todas partes, sien-
 »do su diámetro ordinario de media á un cuarto de pulgada. Tambien
 »suelen encontrarse algunos tallos de uno á dos piés de longitud, lle-
 »gando entónces su diámetro á una pulgada. Ni por la condicion de
 »la roca en que se ha descubierto, ni por el estudio de los pocos
 »ejemplares encontrados, han podido reunirse datos bastantes para
 »determinar claramente su modo de crecimiento, pudiéndose decir
 »únicamente, en vista de la aglomeracion que de individuos se nota
 »en los puntos donde se presenta, que ha debido ser extremadamente
 »prolífica. En muchos casos, las arrugas transversales ó articulaciones
 »se hallan bastante ó enteramente gastadas, dejando la superficie casi
 »lisa, y las ramas suelen á menudo presentarse como comprimidas,
 »dando así lugar á la presencia de un surco longitudinal, el cual, sin
 »embargo, no debe mirarse más que como un fenómeno accidental.»

Y en efecto, al comparar los ejemplares recogidos con la anterior descripción, obsérvase desde luego su completa conformidad, y se vé claramente por el espesor que presentan las ramas acumuladas, que es por lo general de 17 á 20 milímetros, y aún algo más, la repetida sucesion de los depósitos. El diámetro de las ramas es de siete á ocho milímetros, y las articulaciones en algunas de ellas claras, evidentes y perfectamente determinables. Lo que no se nota en ninguna es esa compresion longitudinal ó surco, cuyo fenómeno las hace aparecer como bilobadas; mas como este carácter es puramente accidental, segun lo dice Hall, nada importa su falta. Por lo que he podido observar durante mi rápida excursion, dicho fósil cubre superficies bastante grandes, lo cual prueba de una manera evidente el poder prolífico que se le señala en la descripción á que me refiero.

No es ciertamente Santa Eulalia el único lugar donde existen las cuarcitas con fucoides: contiénelos tambien las próximas al lago de Riolago, las de la falda Norte de Penouta, las situadas á la parte del Oeste de Torre de Babia, las inmediatas al Barrio de Arévalo, las que forman la llamada Peña del Agril y algunas otras más; y los contienen en abundancia, como puede verse en los ejemplares que de ellas hay en la coleccion de rocas cogidas durante la última campaña.

Tampoco son las cuarcitas de color más ó ménos oscuro las únicas en que pueden estudiarse dichos fósiles; se hallan igualmente, aunque no tan bien conservados, en las cuarcitas blancas que forman

la Peña Negra, punto notable por su altura, y situado en la divisoria de las provincias de Leon y Zamora, y de cuyo sitio proceden los números 56, 57 y 58 de la coleccion.

Preséntanos tambien las grandes y potentes capas de arenisca ferruginosa de que están formadas las peñas de Penouta y Ferrera, situadas ambas al Sur de Riolago. Mas, segun mi modo de ver, los contenidos en estas no pertenecen al género *Arthrophyucus*, sino al *Palæophycus* (*irregularis?*), que tambien parece corresponde á la misma formacion siluriana. Estas areniscas, que por su gran contenido en hierro, que es á veces de 50 y 60 por 100, pueden llegar á ser objeto de beneficio, se extienden considerablemente, pues á partir de Villafeliz, pueblo donde se las encuentra por primera vez, segun el itinerario que vengo marcando, puede seguirselas casi sin interrupcion por un lado hasta bastante más allá de Cabrillanes, y por el otro, ó sea hácia el Este, no tan sólo se las ve atravesar la divisoria de los ríos Luna y Bernesga, sino tambien este último rio, pasando luego por el pueblo de Villamanin, punto en que han sido explotadas por cuenta de la fábrica de Mieres, en Astúrias. Hoy están completamente abandonadas.

Como á unas tres leguas más á Levante, en el Valle de Valdecesar, situado entre los pueblos de Correcillas y Valdepiélago, que principia en la divisoria de aguas de los ríos Torio y Curueño, á cuyo último rio vierten sus aguas, vuelven á aparecer las mencionadas areniscas ferruginosas, prolongándose despues hácia Boñar. Dos bandas, por lo ménos, existen de esta clase de roca; una, la que acabo de señalar, y la otra, que se presenta más al Norte, pasa por los pueblos de Torre de Babia y La Riera.

Cuando se adelanta más hácia la cordillera y se llega á la Babia, los elementos petrográficos cambian por completo; aquí ya no se presentan á la vista del observador más que capas de una caliza de color oscuro en general y fétida la mayor parte de las veces, que en estratificación concordante alterna con las de arenisca parda, pizarrillas negras y algunos bancos de hulla. Esta formacion carbonifera, que no es más que la continuacion de la del Valle de Teberga, en Astúrias, al penetrar en la provincia de Leon por el llamado puerto de Ventana, lo hace por medio de una estrecha banda que así que ha penetrado en el territorio de dicha provincia, extiende y desarrolla sus limites, tanto hácia la parte de Levante cuanto á la de Poniente. La occidental, que primeramente sigue la direccion del S.O., pasa al Este de Torrestio, va en seguida á buscar á Genestosa y, arqueándose aquí al Oeste, se

dirige hacia La Majúa, Cospedal y Robledo, en cuyo punto hace una especie de seno, limitado por las capas de cuarcita que forman los elevados picos del Picaracho, Peña Escrita, La Cabeza de Huergas, Alto del Abedular, La Forcada, Bujeco y algún otro. La banda oriental la forma otra línea que pasando por los notables puntos de Becerera, Vértice de Peña Ubiña y Peña Ubiña Pequeña, va á morir en las areniscas devonianas del puerto de la Cubilla, y trazando aquí una curva de gran radio se dirige hacia el puente de Orugo, al Norte del cual, y como á unos dos kilómetros, pasa la línea para ir despues hacia Riologo en busca de la que viene por Bujeco, cerrando y quedando así determinado el perímetro del mencionado manchón.

Más al Oeste, y como á unos cinco kilómetros de distancia del anterior, en término de Quintanilla de Babia, en el sitio llamado el Campo de la Mora, donde tiene su nacimiento el río Luna, se presenta otro manchón carbonífero y de no pequeña extensión. Se extiende desde el dicho Campo de la Mora por Carrasconte, Rioseuro, Robles, Sosas, Villablino, San Miguel, Caboalles de Arriba y de Abajo, y termina por un lado en la Collada de Cerredo y por otro en el puerto de Leitariegos.

Hemos recogido varios fósiles pertenecientes á esta formación durante nuestra rápida campaña; pero hemos observado que los que más abundan, fuera de los troncos de calamites, que se encuentran profusamente, son: el *Sphaenophyllum Schlotheimi* y el *Asterophyllites foliosus*. De ambos hemos recogido buenos ejemplares.

Terminado el ligero reconocimiento que me habia propuesto hacer del río Luna, pasé con el mismo objeto al río Bernesga, que corre al Levante del primero.

Caminando desde Leon hacia el Norte, ó sea en dirección al puerto de Pajares, hasta la Robla, no se presenta más que el terreno terciario, cuya composición en nada varía de la que dejamos apuntada al principio de este escrito; esto es, las arcillas rojas en la parte superior, debajo la capa que contiene los cantos rodados, y por último, otra capa de arcilla comunmente de color amarillento subido.

Desde la Robla, marchando por la carretera general de Leon á Oviedo, que pasa por Alcedo, Puente de Alba, Peredilla y Huergas, hasta un kilómetro antes de llegar á la Pola de Gordon, á uno y otro lado del río Bernesga, se observa una alternación perfectamente marcada de capas de caliza, roja generalmente, con cuarcitas de color pardo. Viene seguidamente, pero discordante con la anterior, la for-

mación carbonífera caracterizada por sus pizarrillas negras llenas de impresiones de hojas de helechos; por las capas de arenisca parda con troncos de calamites; sus gruesos bancos de hulla, grasa unas veces, y semigrasa ó de llama larga otras, no faltando tampoco la seca. Sus grandes moles de caliza carbonera se extienden por los pueblos de Vega de Gordon, Santa Lucía, Ciñera y Lavid, y se dirigen despues hacia Levante, pasando su límite septentrional por el Norte de los pueblos de Valle, Villar, Coladilla, Vegacervera, Villalfeide y Correcillas; y el meridional, por el cerro de San Mateo, Llombera, Orzonaga, La Valcueva, Abiados y Campohermoso. En esta cuenca, que es, sin género de duda, de gran importancia y porvenir para la industria leonesa, se cuentan hoy de ocho á diez afloramientos de otras tantas capas de hulla, cuyo espesor varía desde un metro, que es lo comun, hasta diez metros, que es el que tiene una de las capas de los llamados Puertos de D. Diego, en término de Llombera. La situación y condiciones de esta poderosa capa, que dista del pueblo de Santa Lucía, y por lo tanto de la línea férrea, unos tres kilómetros, no pueden ser más favorables; pero á pesar de esto y de hallarse demarcada y concedida hace tiempo, no se laborea.

Sin embargo de la riqueza que encierra esta cuenca, escasas y de poca importancia son las labores que hay establecidas en ella, pues á excepcion de dos minas situadas en el término de Ciñera, que sólo se explotan con el fin de obtener los productos necesarios para cubrir el corto consumo que hasta hoy tiene el ferro-carril asturiano, las demas, ó están completamente paralizadas, ó cuando más se practican en ellas ligeras escavaciones para surtir de carbon el cortísimo mercado de la capital y el consumo de los herreros.

Continuando la marcha aguas arriba del Bernesga, desde Lavid se ve reaparecer la sucesión alternada de areniscas, areniscas ferríferas, cuarcitas blancas de grano grueso, pizarras arcillosas, cloriticas y silíceo-arcillosas. Al llegar á Villamanin, el estrecho valle se ensancha notablemente, y el río que hasta aquí habia venido fuertemente encauzado y encerrado entre duras rocas y elevadas sierras, se desarrolla y dilata por la extensa vega de Villanueva de la Tercia, pueblo situado al pié de grandes y elevados macizos calizos que se alzan entre las psamitas y pizarras carboníferas. Esta nueva banda del terreno de la hulla se extiende hacia Levante y pasa por Barrio, Cármenes, Pontedo y Campo, cuyos dos últimos pueblos se encuentran ya situados en las márgenes del río Torio.

Más al Norte, ó sea desde Camplongo hasta Busdongo, se repite la alternacion de calizas, areniscas, pizarras y cuarcitas, cuyos estratos marchan generalmente de Este á Oeste, con inclinacion bastante grande al Sur.

Para terminar esta breve reseña deberia decir algunas palabras acerca de la existencia de la fauna primordial en esta provincia, cuyo descubrimiento se debe á la laboriosidad del eminente geólogo D. Casiano de Prado. Mas hecho tan interesante merece atencion especial y un estudio muy detenido; y áun cuando la he seguido casi sin interrupcion desde Villamanin, punto en que por primera vez se encuentra (segun mi itinerario) hasta Vegacervera, pasando ántes á la parte Norte de los pueblos intermedios de Valle, Villar y Coladilla, y no obstante haber recogido algun orthis y una cabeza de *paradoxides?* creo no tener bastantes datos para fijar de una manera clara su posicion, aunque sí para confirmar su existencia. Me limitaré, por lo tanto, á manifestar el órden de sucesion que presentan sus estratos en un cerro próximo al puente de Valdepiélagos, por ser éste el punto que con más detencion he examinado. La caliza de que se compone el expresado cerro presenta una estratificacion bien marcada, y sus estratos, que son por lo general de poco espesor, se hallan, marchando de Norte á Sur, en el órden siguiente: 1.º Caliza espática, por lo regular de color blanco, ó de un color amarillento claro. 2.º Caliza espática tambien, pero de color rojo oscuro, y fosilífera. 3.º Capa estrecha de pizarrillas de diversos colores. 4.º Otra más estrecha aún de pizarra clorítica. 5.º Capa semejante á la del número tercero. 6.º Una capita de caliza, conteniendo nódulos silíceos. Y, por último, otra capa compuesta de pizarrillas de colores diversos. La direccion general que afectan estos estratos suele ser de N.O. á S.E., con buzamiento al N.E., si bien á un kilómetro de distancia próximamente de este punto, en la ermita de la Mata de la Bérbola, la posicion es muy distinta, pues arrumban de N.E. á S.E.

Nada más diré acerca de punto tan interesante, reservándome tratarle despues que haya terminado la campaña inmediata, pues para entónces habré adquirido los datos que hoy faltan.

LUIS N. MONREAL.

Madrid 27 de Junio de 1879.

RESEÑA FÍSICA Y GEOLÓGICA

DE LA PARTE NO.

DE LA

PROVINCIA DE GUADALAJARA.

En el mes de Junio de 1877, al practicar la demarcacion de varios registros de minas, tuvimos ocasion de recorrer la parte NO. de la provincia de Guadalajara. Con este motivo pudimos hacer algunas observaciones sobre la constitucion física y geológica del suelo de esta region, lo que más tarde nos permitió señalar sobre un mapa los límites de los diferentes terrenos que en ella pudimos reconocer. Así formamos un ligero bosquejo, que fué remitido á la Comision ejecutiva del Mapa geológico. Posteriormente, obedeciendo las indicaciones del señor Director de la misma, hemos tratado de reunir y ordenar los datos y noticias adquiridas en nuestra expedicion. Con ellos á la vista hemos redactado estos apuntes, que sólo podrán considerarse como una mera explicacion de nuestro bosquejo, y de ningun modo como una descripcion de la comarca, pues el objeto principal que nos llevó á recorrerla no nos permitió disponer del tiempo necesario para hacer de ella un detenido estudio, y por otro lado lo montuoso y áspero de su suelo oponian á cada paso nuevas dificultades á nuestras investigaciones.

Los Sres. Aránzazu y Calderon nos han precedido en el estudio geológico de este país, y hemos podido comprobar la mayor parte de los hechos que dichos señores dejaron consignados; pero hemos adquirido algunas noticias más detalladas acerca de la geografía de esta region, y de la estructura geológica de su suelo en determinados sitios, por lo cual nos hemos permitido hacer algunas rectificaciones en las líneas de separacion de las diferentes formaciones señaladas en el bosquejo del Sr. Aránzazu.

Daremos por muy bien empleado nuestro modesto trabajo si llega á ser de alguna utilidad á los que en su día, con mejores elementos y en circunstancias más favorables, hagan el estudio detenido de esta region tan interesante, ya se considere desde un punto de vista cien-

tífico, ya sea este punto de vista industrial, pues á una variada composición mineralógica, reúne la circunstancia de que existan en ella criaderos metalíferos de gran importancia.

OROGRAFÍA.

SIERRAS.—MESAS.—VALLES.

La comarca que ha sido objeto de nuestras observaciones es la que principalmente se conoce con el nombre de *La Sierra*, en la parte occidental de la provincia de Guadalajara. Limitanla por el Norte las sierras de Ayllon, Pela y Torreplazo, que sirven de divisoria á las cuencas del Duero y Tajo, y separan á esta provincia de las de Segovia y Soria; forman su límite occidental la serie de cordilleras que la separan de la de Madrid, y termina por el Mediodía y por el Este en la region llamada La Campiña del Henares y en la carretera de Jadraque á Soria. Comprende, pues, toda la cuenca del Jarama, desde su nacimiento hasta su union con el Lozoya, y casi toda la vertiente derecha de la del Henares, al que suministra un buen caudal de aguas con los numerosos afluentes que le envía.

Su orografía es la continuación de la que constituye en la provincia de Madrid la cordillera Carpeto-Vetónica. Penetra ésta en la de Guadalajara por el ángulo NO., formando en los términos de El Cardoso y Peñalba de la Sierra un gran núcleo montañoso, en el que se hallan las mayores alturas de la provincia. Hacen parte de él los picos de la Excomunion, de Sierra Cebollera, de Hoyos-duros y Montesclaros, constituidos por rocas gnéissicas, cuyas cúspides se elevan á más de 2000 metros sobre el nivel del mar. Cuatro ramales principales parten de este núcleo en distintas direcciones.

Uno de ellos, que aparece como prolongacion de la Sierra Cebollera, se dirige hácia el S.SE., sigue el confin occidental de la provincia, dividiendo las aguas de los rios Jarama y Lozoya, y termina al Norte de Alpedrete de la Sierra. En él se hallan el Collado de la Hiruela, formado por las micacitas, y las sierras de la Puebla de la Mujer Muerta, entre cuyos escarpados cerros, constituidos por las pizarras y cuarcitas silurianas, descuella el Pico de La Tornera (1855 metros).

Al N. de Peñalba se desprende de la Carpetana otro ramal en direccion al SE., que en una extension de más de cuatro leguas forma

la divisoria de los rios Jarama y Sorbe. Forman parte de él las sierras de Valverde, la Cordillera del Ocejon, arista de pizarras de más de cinco kilómetros de longitud y dos de altura sobre el mar, y los cerros que se elevan al N. del pueblo de Almiruete. Desviase de este punto con direccion al E., y se extiende hasta cerca de Alcorlo, por los términos de Santotis, Fraguas y Robredarcas, haciendo de ellos el terreno más escabroso é intransitable de esta region.

Casi del mismo punto que el anterior arranca en direccion al E. el tercer ramal, que forma las sierras de La Huerce y Valdepinillos, la cordillera del Alto-Rey y todo el conjunto de cerros que se extienden al S. de Atienza. Son notables entre ellos el Recuenco, el Otero, el de Terecuende y otros en término de Robledo; las sierras de Narros y la Peña de La Bodera (1506 metros), constituidos todos por rocas silurianas, y separados unos de otros por estrechos y hondos barrancos. Al N. de este grupo se eleva completamente aislado el Padrastrero de Atienza, altura de forma cónica constituida por bancos de rocas cretáceas, cuya cúspide se alza 1272 metros sobre el nivel del mar.

El cuarto ramal se extiende hácia el NE., formando la sierra de Ayllon: en ella se encuentra el puerto de Riaza (1474 metros), que facilita la comunicacion entre esta provincia y la de Segovia. La divisoria de ambas se continúa hácia el E. con la sierra de Pela, constituida por rocas cretáceas, en la que existe también una estrecha garganta llamada puerto del Grado ó de las Cabras, al N. de Cantalojas. Siguen luego en la misma direccion que la anterior las sierras de Torreplazo y Torremochuela; estas se hallan formadas exclusivamente por rocas de la época secundaria, y en ellas no se observan los agudos picos y las escarpadas laderas que tanto caracterizan á las formadas por rocas silurianas; presentan, por el contrario, un contorno más redondeado, y pendientes más suaves y accesibles, excepto en las inmediaciones de Paredes, donde las calizas jurásicas, que allí alcanzan gran desarrollo, forman numerosas y altas escarpas, por encima de las cuales pasa la línea divisoria de las provincias de Guadalajara y Soria.

Otras ramificaciones ménos importantes ofrece en la provincia la cordillera Carpetana, que contribuyen á hacer más marcada la topografía de esta region; pero en rigor no son otra cosa que derivaciones secundarias de las que hemos enumerado. A este orden pertenecen las sierras de Umbralejos, La Nava de Jadraque y Palancares, próximamente paralelas á la del Ocejon, y de la que deben considerarse

como estribaciones. Con las sierras de la Puebla de la Mujer Muerta se enlazan asimismo una serie de alturas que se extienden por los términos de La Vereda, La Vihuela y Valdesotos, llegando hasta las márgenes del Jarama; es notable entre ellas el cerro de San Cristóbal, que se eleva al Sur del pueblo de Colmenar, y está formado por bancos de rocas cuarzosas.

Entre estas líneas de cordilleras se halla comprendido un suelo sumamente fragoso, surcado por multitud de barrancos y torrenteras, que se abren paso entre colinas y cerros de pendientes muy fuertes, coronados con frecuencia por desnudos crestones. Suelen encontrarse, sin embargo, algunos espacios, cuyo suelo es bastante regular, y que constituyen verdaderas llanuras, si bien de corta extensión. La mayor de todas es la que forma la mesa situada en la vertiente meridional de Sierra Pela, y comprende los términos de Cantalojas, Campisábalos y Villacadima; su extensión es de más de 60 kilómetros cuadrados, y está cubierta en gran parte de frondosos pinares. El macizo que soporta esta mesa puede considerarse como una derivación de dicha Sierra Pela, y está constituido por bancos de rocas calizas casi horizontales. De él forma parte la Muela de Somolinos, al pie de la cual se halla el pueblo de este nombre.

Otra mesa, no tan extensa como la anterior, ocupa los términos de Tamajón y Sacedoncillo, entre las cuencas del Jarama y del Sorbe. Las rocas que la forman son continuación de la faja cretácea, que limita por el Mediodía la región alta de la cordillera Carpetana, y que en este punto hace una entrada ó golfo en la formación siluriana, penetrando hasta el pueblo de Almiruete.

El pueblo de La Toba está situado en el centro de otra meseta que se eleva entre el río Cañamares y el barranco del Congosto, por donde corre el Bornoba. Su extensión no bajará de cuatro kilómetros cuadrados, y su suelo es también calizo como el de las anteriores. Por el E. y O. limitan esta llanura altísimas escarpas, y por el S. un ligero declivio que acaba por confundirse con la vertiente general de la Sierra.

Fuera de estas tres, no se encuentra en el país extensión alguna de terreno que pueda calificarse propiamente de llanura. Existen, sí, algunas zonas cuyo suelo, sin dejar de ser áspero y quebrado, dista mucho, sin embargo, de presentar las grandes fragosidades que forman el carácter distintivo del resto de la región. Tal es, por ejemplo, la que se extiende desde el pie de la sierra del Ocejón hasta el bar-

rango por donde corre el Jarama. La constituye un suelo ligeramente ondulado, pero entrecortado por numerosos afloramientos y crestones de las rocas silurianas. Comprende una superficie de 14 ó 16 kilómetros cuadrados, y sirve de asiento á los pueblos de Majalrayo, Campillo, Campillejo y otros varios. Defendida de los fuertes vientos del N. por la citada barrera del Ocejón y las sierras de Valverde, disfruta de una temperatura media, superior á la de los terrenos que le rodean; á lo que debe en parte el privilegio de tener una población más numerosa y mejores condiciones agrícolas.

Deben mencionarse también en este lugar la pequeña planicie que se extiende al N. de Hiendelaencina y al O. del cerro del Otero, y los llanos que ocupan los alrededores de Zarzuela. Una y otros se hallan sobre un manchón de rocas gnéicas que aparece al S. de la cordillera del Alto-Rey, y están surcadas por numerosas ramblas y arroyadas afluentes á los barrancos que los rodean.

Finalmente, entre las grandes alturas que forman el relieve de esta región, encuéntrase algunas depresiones bastante espaciosas y con pendientes suaves, que constituyen verdaderos valles. Uno de los más notables es el que comprende casi todo el término de El Cardoso, y está enclavado entre elevados cerros de rocas gnéicas. Por él corre el Jarama un trayecto de más de 15 kilómetros, desde cerca de su nacimiento hasta su entrada en los terrenos silurianos cerca de Colmenar. Los frondosos bosques de robles y hayas que cubren el suelo, y los numerosos arroyos que descienden de las alturas vecinas, hacen de este valle uno de los sitios más amenos de la provincia en los meses del estío. Una gran parte de sus terrenos está ocupada por la magnífica dehesa de Santuí, notable por la riqueza y variedad de su vegetación forestal.

Más espacioso que el anterior es el que se extiende desde cerca de Galve hasta las inmediaciones de Atienza. Se halla comprendido entre la cordillera del Alto-Rey, que forma la vertiente meridional y las de Sierra y Torreplazo que forma la septentrional. En él se hallan situados los pueblos de Somolinos, Albendiego, Ujados y Miedes y otros, cuyos terrenos son los que ofrecen mejores condiciones agrícolas y los más feraces de toda la región de la sierra.

En el término de Palmaces se encuentra otro pequeño valle, que forma el cauce del río Cañamares, en una longitud de más de 5 kilómetros, desde su salida de los barrancos del terreno gnéico cerca de Angón, hasta que llega al pie de la meseta de La Toba.

Terminaremos esta ligera reseña, haciendo notar la estrecha relación que tiene la configuración topográfica del suelo de esta región con su estructura geológica. Los materiales silurianos, que son los que desempeñan en ella un papel más importante, se caracterizan por sus formas ásperas y riscosas, sus pendientes rápidas y abruptas, y sus líneas de sierras de gran elevación y de perfiles caprichosamente recortados. Las rocas triásicas, que siguen en orden de importancia á las silurianas, se prestan mejor á la formación de anchurosos valles; en tanto que las mesetas y altas llanuras, limitadas por grandes declives, son las formas propias de la formación cretácea.

Alturas sobre el nivel del mar de algunos puntos de la parte NO. de la provincia de Guadalajara.

LOCALIDAD.	SITUACION GEOLÓGICA.	ALTITUD.
Cerro de la Excomunion..	Gneis.....	2161
Sierra Cebollera.....	Idem.....	2125
Pico Ocejon.....	Pizarras silurianas.....	2063
Idem de la Tornera.....	Idem y cuarcitas.....	1885
Alto-Rev.....	Idem id.....	1835
Puerto de Riaza.....	Idem id.....	1474
Bocigano.....	Gneis.....	1470
Campisábalos.....	Creta.....	1400
Peñalba.....	Micacita.....	1345
Laguna de Somolinos.....	Creta.....	1349
Peña de La Bodera.....	Pizarras y cuarcitas silurianas..	1306
Majalrayo.....	Pizarras silurianas.....	1293
Ujados.....	Areniscas triásicas.....	1291
El Padrastró de Atienza...	Calizas cretáceas.....	1272
Atienza.....	Idem.....	1210
Robredárcas.....	Pizarras y cuarcitas silurianas..	1191
Almiruete.....	Idem id.....	1164
Tordelloso.....	Areniscas triásicas.....	1124
Cañamares.....	Pórfido.....	1122
La Bodera.....	Cuarcitas y pizarras silurianas..	1117
Hiendelaencina.....	Gneis.....	1082
Tamajón.....	Idem.....	1072
Cardenosa.....	Calizas y areniscas cretáceas....	1041
La Toba.....	Calizas cretáceas.....	1040
Pálmaces.....	Areniscas triásicas.....	910
Valdesotos.....	Pizarras silurianas.....	787

NOTA. Algunas de estas alturas las encontramos diseminadas en los escritos de los Sres. Prado, Verneuil, etc.; otras han sido deducidas de varios proyectos de carreteras que nos ha facilitado la Oficina de obras públicas de la provincia, y el resto han sido halladas directamente.

HIDROGRAFÍA.

RIOS.

Son muy numerosas las corrientes de agua que cruzan esta región, pero casi todas de escasa importancia. La irregularidad de su régimen y la rápida pendiente de su cauce, les dan el carácter de torrenciales. Muchas de ellas son temporeras, y persisten solamente en las épocas del deshielo.

Estas corrientes dan origen por su reunión á cuatro ríos de alguna importancia: al Jarama, que penetra en la provincia de Madrid, y al Sorbe, Bornoba y Cañamares, que afluyen al Henares dentro de la de Guadalajara.

Jarama.—Nace este río en la vertiente oriental de la Sierra Cebollera, junto al puerto de El Cardoso, en rocas gnéisicas. En los siete primeros kilómetros de su curso sirve de límite á las provincias de Guadalajara y Madrid; atraviesa el valle de El Cardoso, y, desviando su dirección hácia el SE., penetra en la formación siluriana, cerca de Colmenar de la Sierra; en el término de este pueblo recibe las aguas del río Jaramillo, formado por varios arroyuelos de las sierras de Riaza; pasa después por El Vado, y, engrosado con las aguas que le envían las sierras de la Puebla de la Mujer Muerta, por la derecha, y la cordillera del Ocejón, por la izquierda, se dirige al Monasterio de Bonaval, en el término de Retiendas. A corta distancia de él se le incorpora el Arroyo del Palancar, que atraviesa la cuenca carbonífera de Valdesotos. Entra después en los materiales del período cretáceo, y, desviando su curso hácia el O., llega al confin de la provincia de Madrid, donde se une al Lozoya.

Sorbe.—Las vertientes de la sierra de Ayllón dan origen á dos riachuelos llamados el Sonsaz y de la Zarza, que se unen entre Valverde y Cantalojas, formando el río Sorbe. El curso de este río es casi invariablemente hácia el Sur. Atraviesa primero la formación siluriana por los términos de Valverde, Umbralejos y Palancares, situados al pié del Ocejón, sirviéndole de cauce un profundo barranco abierto entre altísimos peñascos de cuarcita. Cerca de Muriel abandona el sistema siluriano y continúa su marcha entre areniscas de la formación cretácea, formando su cauce en este trayecto algunos ensanches que constituyen pequeñas vegas de regadío. Su unión con el

Henares se verifica en el término de Humanes en terreno terciario.

Recibe el Sorbe por la izquierda las aguas de algunos torrentes de las sierras de La Nava y de Santotis, y por la derecha las de varios arroyos que bajan de la cordillera de Ocejón. Es notable entre éstos el conocido por la Chorrera de Valverde, que forma al O. del pueblo de este nombre una vistosa cascada de más de 50 metros de altura, despeñándose de una escarpa de cuarcitas. Ningun otro afluente de importancia viene á aumentar el caudal del Sorbe, pues á su salida del sistema siluriano se estrecha su cuenca en tales términos, que en Muriel apenas llega su anchura á cuatro kilómetros, no pasando de seis en lo restante de su curso.

Bornoba.—El origen de este rio es la Fuente del Manadero, cerca de Somolinos, que brota en la vertiente de la mesa de Campisábalos con un caudal casi constante de 2000 litros por minuto. A poca distancia de su nacimiento llegan sus aguas á una depresión del terreno, formándose de este modo una pequeña laguna, cuya superficie es próximamente de una hectárea, y la profundidad máxima de 13 metros. Las aguas que de ella salen descienden por la vertiente de dicha mesa y forman varios saltos que se han utilizado para el establecimiento de algunas industrias. La fábrica de fundición de Somolinos dispone de uno de 50 metros de caída: otros de ménos consideración dan movimiento á un martinete de cobre y á algunos batanes escalonados entre aquel pueblo y Albendiego. Cerca de éste se unen á las aguas de El Manadero las de un riachuelo que desciende de las alturas de Galve y Los Condemios.

Así formado el rio Bornoba corre con dirección al SE. al pié de la vertiente septentrional de la cordillera del Alto-Rey, entre pizarras y cuarcitas silurianas: llega al término de Prádena, en el que recibe el arroyo Pelagallinas y varios torrentes que bajan de dicha cordillera; desvíase con dirección al S., y corre embarrancado por espacio de cinco kilómetros en una estrecha cañada abierta entre cuarcitas. A la terminación de esta cañada se halla establecida la fábrica de beneficio de minerales «La Constante,» donde sus aguas ponen en movimiento varias ruedas hidráulicas. Sigue despues su marcha por el sistema gnéísico de la comarca de Hiendelaencina, encauzado entre altas y escarpadas márgenes. En el término de Alcorlo entra en la formación cretácea, y atravesando el estrecho del Congosto, desciende por el valle de este nombre á incorporarse con el Henares al Sur de Jadraque, en terreno terciario.

Dos afluentes de importancia vienen á acrecentar el caudal del Bornoba. Uno de ellos, llamado rio de Zarzuela, nace en las sierras de La Huerce, y engrosado con algunos derrames de la falda meridional del Alto-Rey, que se le unen en los términos de El Ordial, Las Navas y Zarzuela, desagua en el Bornoba entre este pueblo y Hiendelaencina. El otro, conocido con el nombre de Riondo, es un verdadero torrente, que recoje las aguas de otros de ménos importancia de las sierras de Robredárcas, Simillas y Arroyo de Fraguas, y las vierte al Bornoba entre Alcorlo y el Congosto (1).

Cañamares. Fórmase este rio por la reunión de varios arroyos que nacen en las rocas triásicas de la sierra de Torreplazo en los términos de Romanillos, Miedes y Ujados. Pasa por los pueblos de Cañamares y La Miñosa, atravesando un manchón porfídico que existe entre ellos, y recogiendo en este trayecto las aguas del torrente Matallana, que baja de las alturas de Tordelloso. Corre despues por un hondo y tortuoso cauce, abierto en las rocas silurianas de los términos de Narros y en las gnéísicas del de La Bodera. Cruza el término de Palmaces por un pequeño valle del período triásico, recibiendo por la izquierda el arroyo del Castillo, que desciende de las alturas próximas á Angón, y por la derecha las aguas torrenciales de las vertientes de los cerros Otero, Teregordo, etc. Dos kilómetros al S. de Palmaces, entra el Cañamares en la formación cretácea, y poco despues en el terreno terciario, cerca de Pinilla. Y continuando su curso entre capas yesosas y calizas, llega á juntarse al Henares cerca de Castilblanco.

Estos cuatro rios participan del carácter torrencial de las corrientes á que deben su origen, no tan sólo por la rápida pendiente en que se mueven, y que se aproxima en todos ellos al uno por ciento, sino también porque su caudal varía notablemente en las diferentes épocas del año. En los estiajes, el Cañamares queda casi completamente en seco, y el Sorbe sufre también menguas de consideración. El Jarama y el Bornoba son los que ofrecen variaciones ménos extremadas, circunstancia que se explica por la persistencia de las nieves en las elevadas cimas donde aquel toma sus primeras aguas, y por la constancia de los manantiales que á éste dan origen.

(1) En el mapa geográfico de esta provincia, del Sr. Coello, aparecen reunidos estos dos afluentes, ántes de juntarse con el Bornoba: en nuestro bosquejo hemos representado su verdadero curso con la aproximación que nos ha sido posible.

GEOLOGÍA.

La constitucion geológica de esta parte de la cordillera Carpetana es bastante compleja. En ella se hallan representadas casi todas las formaciones correspondientes á las diferentes épocas de la historia de nuestro planeta; pues al lado de las rocas de origen plutónico, la série sedimentaria ofrece los sistemas estrato-cristalinos de la época primaria; los periodos siluriano, devoniano y carbonífero de la de transición; los triásico, jurásico y cretáceo de la secundaria, y los depósitos diluviales de la cuaternaria. En cuanto á las formaciones correspondientes á la época terciaria, no se las observa en estas alturas, aunque aparecen muy potentes á un nivel más bajo, formando casi por si solas el valle del Henares.

Como en otro lugar dejamos indicado, no podemos presentar de este territorio un estudio geológico tan completo como deseáramos, teniendo que limitarnos á dar de sus diferentes formaciones una idea general, sin descender á minuciosos detalles.

ROCAS ERUPTIVAS.

Al O. de Atienza, en el espacio comprendido entre esta villa y el rio Cañamares, se ven varios afloramientos de rocas eruptivas, próximos á la línea de contacto de los materiales triásico y de transición. Ocupan en total una superficie de 15 kilómetros cuadrados. El mayor de todos se extiende por los términos de Cañamares y La Miñosa, cuyos pueblos se hallan situados sobre él. Otro forma entre Tordelloso y Alpedroches una alta cresta, llamada en el país La Peña Negra, que se eleva entre bancos de arenisca roja. En los cerros que limitan por el O. el término de Atienza, asoman otros afloramientos más pequeños entre las pizarras devonianas. Finalmente, entre Ujados y Cañamares, en ambas orillas del rio de este nombre, se ven tambien numerosos asomos de igual naturaleza.

La roca que los constituye es un pórfido compuesto de una pasta de color verde oscuro con cristales blancos de feldespato. Contiene ademas numerosas hojuelas exágono-rómbicas de mica negra, y algunos granates de color vinoso. En La Miñosa se encuentra una variedad de esta roca, cuya pasta es de color rojo de guinda.

La erupcion de estos pórfidos debió ser posterior al depósito de las

rocas silurianas y devonianas, cuyos estratos han dislocado y trastornado por completo, y anterior al de los materiales triásicos, que no parecen haber sufrido alteracion alguna por aquella causa.

En el término de Colmenar de la Sierra se ven tambien entre las rocas silurianas algunas manchas del pórfido verde oscuro; pero tienen ménos desarrollo que en los puntos antes señalados.

Aunque se ha citado por algunos la existencia de varios asomos de granito eruptivo en las inmediaciones de Atienza, no lo hemos podido comprobar sobre el terreno, siendo posible que se haya tomado como tal alguna variedad de los pórfidos dichos, á causa de las numerosas hojuelas de mica que suelen contener.

PERIODO ESTRATO-CRISTALINO.

La faja de materiales correspondientes al periodo estrato-cristalino que ocupa la parte NE. de la provincia de Madrid, penetra algo en las de Segovia y Guadalajara. Su limite dentro de ésta, forma próximamente una semicircunferencia que, partiendo de su confin occidental al O. de Colmenar de la Sierra, pasa al N. de este pueblo, sigue aguas arriba el curso del rio Jaramilla, y va á entrar en la provincia de Segovia, al S. del puerto de Riaza. Se hallan, pues, comprendidos dentro de esta línea El Cardoso, Bocigano, Peñalba, Cábida y la Hiruela Vieja.

Unos 24 kilómetros más al E. vuelven á aparecer al descubierto las rocas de esta edad, constituyendo dos manchones distintos. Ocupa el uno la comarca de Hiendelaencina, y se extiende por los términos de Gascuña, Bustares, El Ordial, Las Cabezadas, Zarzuela, Alcorlo, Congostrina y La Constante. El otro se halla al E. del anterior, separado de él por una faja de rocas silurianas de cinco kilómetros de anchura; su contorno forma una línea muy sinuosa, que cruza los términos de Narros, La Bodega, Cardenosa, Rebollosa y Angón. Tanto estos dos manchones como la faja siluriana que los separa, están cubiertos en parte por una capa de diluvium local de variable espesor, á través de la cual asoman alguna vez las rocas antiguas.

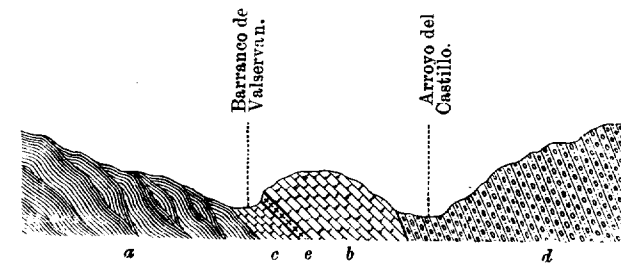
La dominante en los tres manchones es el gneis, que ofrece algunas variedades. El gneis ordinario, de estructura pizarrosa, es el que más abunda en los distritos metalíferos de Hiendelaencina y La Bodega. Es tambien frecuente en ellos la variedad porfiroide, que contiene cristales aplastados de feldespato.

En los cerros de la Cebollera y de la Excomunion, y en todas las alturas que se elevan al N. del valle de El Cardoso, hay un gneis en masa, cuyos elementos no están mezclados tan íntimamente, ni dispuestos con tanta regularidad como en el ordinario, circunstancias por las cuales es ménos pizarrosa la roca. Esta variedad suele contener algunos granates de pequeño tamaño, alojados entre las hojas de mica; también se encuentra en ella la distena en corta cantidad dentro de la masa del cuarzo.

El gneis micáceo, en que abunda la mica á expensas del feldespato, forma en el manchón del O. la zona más inmediata al sistema siluriano, la cual comprende el valle del Cardoso, y parte de los términos de Colmenar, Bocigano, Peñalba, etc. Hacia la línea de contacto de ambas formaciones, el gneis pierde por completo su feldespato, y se convierte en micacita. Forma esta roca gruesos bancos en la dehesa de Santuí, y cerca del río Jaramilla. La variedad que más abunda es la que contiene el cuarzo unido á la mica en láminas de poco espesor. La que está compuesta de mica solamente, es mucho más rara que la anterior. Junto al pueblo del Colmenar, se encuentra una micacita poco ó nada cuarzosa, de color verde manzana, de estructura pizarrosa, cuyas hojas presentan canaladuras ó estrias muy finas, y contienen numerosos cristallitos de granate. Esta variedad parece ser el primer grado del tránsito á los filadios de los períodos inferiores al siluriano.

En la comarca de Hiendelaencina es muy poco frecuente el gneis micáceo, y ménos aún la micacita; pero en el manchón más oriental, forman estas rocas las alturas que en el término de Angón se elevan al O. del arroyo del Castillo. En el barranco de Valservan, próximo á este arroyo, se ven al descubierto en uno de los cortes del terreno, varias capas de micacita sin cuarzo, de color verde oscuro, y completamente cuajadas de granates, algunos de los cuales llegan á tener 15 milímetros de diámetro. El espesor total de estas capas no baja de 8 metros; algunas contienen además de los granates gran cantidad de antíbol negro, y aún llegan á perder la mica casi por completo, siendo reemplazado por esta sustancia; la roca se convierte así en eclogita. Entre las capas de micacita se encuentran otras de verdadera talquita que, como aquellas, son también granatíferas. Sobre este conjunto de pizarras cristalinas, se ven en la misma localidad algunos bancos de oficaliza de color gris verdoso, de grano fino, atravesada por vetillas de cuarzo; el espesor total de dichos bancos no excede de 6 metros.

La cuarcita, que también figura aquí entre las rocas del período estrato-cristalino, se encuentra asimismo en varios manchones en la provincia. En la dehesa de Santuí suele verse en capas de poco espesor y de colores claros, entre la micacita, y en el barranco de Valservan forma una serie de bancos, cuyo espesor total es de 20^m: la roca en unos se presenta muy compacta y en otros es ménos tenaz y contiene numerosas hojuelas de mica. Estos bancos se apoyan en estratificación concordante sobre las micacitas y oficalizas, y parecen formar el límite superior del sistema estrato-cristalino por esta parte, hallándose en contacto con los sedimentos de formaciones posteriores. La disposición relativa de unos y otros se pone de manifiesto en el adjunto corte.



a. Gneis micáceo.—c. Micacita granatífera y anfibólica.—e. Oficaliza.—b. Cuarcitas.—d. Areniscas y arcillosas cretáceas.

El cuarzo abunda en este terreno más que la cuarcita y se encuentra en forma de masas, capas, filones ó vetas. Su color es, por lo general, blanco de leche, aunque también le hay trasluciente y de color róseo. Las masas y filones suelen contener numerosas geodas ó cavidades tapizadas de cristal de roca.

Además de los filones de cuarzo, atraviesan las rocas gnéicas otros que son metalíferos, y que dan especial interés á esta formación. En ella se hallan enclavados los ricos criaderos de Hiendelaencina, que han presentado casi todas las especies conocidas de minerales de plata. En los términos de La Bodera, Congostrina, Alcorlo y Gascuña, son ó han sido objeto de explotación otros filones ménos notables, cuyo mineral beneficiable es la galena argentífera. En el manchón del O. no se ha encontrado hasta ahora filon alguno que haya atraído la atención de los industriales mineros, á excepción de uno de pirita de hierro con algo de galena y ganga cuarzosa que existe en el Puerto de El Cardoso, y sobre el cual se han hecho más de una vez infructuosas tentativas.

PERIODO SILURIANO.

Los materiales del período siluriano son los que ocupan mayor espacio en esta región, y, como hemos dicho al tratar de la orografía de la misma, también forman casi todas las líneas de cordilleras que la cruzan. Por el N. y O. penetran en las provincias de Segovia y Madrid rodeando la faja estrato-cristalina que existe hacia los confines de ambas. Dentro de la de Guadalajara está circunscrita la formación por una línea que, partiendo del Puerto del Grado, pasa al O. de Cantalojas, y después, con dirección al E., atraviesa los términos de Condemios, Albendiego, Ujados y Atienza, llegando al de Cincovillas, desde el cual vuelve hacia el S.O. por Riofrio, Cardenosa, Alcorlo, Muriel, Almiruete, Retiendas y Tortuero, terminando en el confin de la provincia de Madrid al N. del Pontón de la Oliva. No toda el área comprendida dentro de esta línea está ocupada por el sistema siluriano exclusivamente, pues este se halla interrumpido en una extensión bastante considerable por las rocas gnéicas y las porfídicas que se han abierto paso á través de las correspondientes al período de que tratamos, estando además cubierto en algunos puntos por formaciones más recientes.

Las pizarras y las cuarcitas comparten entre sí la constitución petrológica de este período, aunque en desiguales proporciones. Las pizarras son las que alcanzan más desarrollo en superficie y en espesor; y forman por sí solas montañas enteras. Se observan algunas diferencias en la estructura y aspecto exterior de estas rocas, como consecuencia sin duda de las modificaciones que han sufrido posteriormente á su sedimentación, y que han alterado más ó menos profundamente sus caracteres primitivos. Las que se presentan dentro de la provincia de Guadalajara, pueden reducirse á los cuatro tipos siguientes:

1.º Filadíos de aspecto semi-cristalino, brillantes, de color verdoso, y divisibles en hojas onduladas, poco consistentes y de muy poca amplitud. Es frecuente esta variedad en los términos de la Nava de Jadraque, Semillas, Arroyo de Fraguas y Las Cabezadas, donde alternan con las cuarcitas.

2.º Filadíos de color azulado oscuro, de brillo satinado, divisibles en hojas grandes y delgadas, que tienen cierta sonoridad y bastante solidez para ser aplicables á la construcción de cubiertas y pa-

vimentos. Forman algunos bancos en las inmediaciones de Robredárca y abundan en el término de Prádena, donde son objeto de explotación en no pequeña escala.

3.º Pizarras arcillosas de color azulado, á veces bastante oscuro, más blandas y ménos brillantes que las anteriores, más alterables á la acción de los agentes atmosféricos y divisibles en hojas pequeñas y poco resistentes. Es la variedad más abundante de todas. La falda septentrional del Alto-Rey, la occidental del Ocejón y la cumbre del mismo, la sierra de Ayllón, el cerro del Recuenco y otros muchos, están formados por ella casi exclusivamente.

4.º Pizarra carbonosa, de color negro, ménos coherente que todas las anteriores, deleznable alguna vez y con núcleos de piritita de hierro encerrados en su masa. Se presenta en el término de Tordelloso y en el de La Miñosa, donde se ha explotado en pequeña escala para la fabricación de lapiceros. El Sr. Prado la encontró también en el puerto del Infante, en el confin de la provincia de Segovia.

Estas variedades, como se deduce del exámen de sus caracteres, se refieren respectivamente á los filadíos cristalinos, filadíos tegulares, pizarras arcillosas y pizarras ampelíticas.

No es ménos notable la diversidad de caracteres con que se ofrecen las cuarcitas. La que más abunda y se halla más esparcida, acompañando siempre á las otras variedades, es la cuarcita ordinaria ó común, de color blanco amarillento ó agrisado que se presenta en bancos ó capas de textura compacta. Hay algunas cuarcitas, aunque muy raras, en las cuales se señala muy distintamente la textura granuda de grano fino, ofreciendo un tránsito á las areniscas. Otras hay cuya masa está agrietada en todas direcciones y se deshacen en pequeños trozos angulosos y cortantes, cubiertos generalmente por un tenue barniz ferruginoso de color rojo oscuro. Se encuentra también una variedad que tiene el aspecto de una brecha compuesta de pequeños cantos cuarzosos, y cuyo cemento está formado en su mayor parte por el óxido de hierro. Finalmente, esta sustancia se ha introducido en la masa de algunas cuarcitas en tal cantidad y de una manera tal, que la impregna casi por completo, ó forma en ella una red de venas y filoncillos concrecionados: los trozos de la roca que han sido envueltos por el óxido se han transformado en areniscas de color rojizo. Esta notable variedad se presenta con abundancia en La Matilla, del término de Cañamares, donde constituye una verdadera mena de hierro que se ha tratado de beneficiar en la ferrería de So-

molinos: forma también algunos bancos en el cerro de La Cabrera, junto á La Nava de Jadraque, y se la ve asimismo, aunque en menores cantidades, en la Peña de la Boderá y en otros sitios.

La penetración del óxido de hierro en las hendiduras ó en el interior de la masa de las cuarcitas, que como vemos ha cambiado algo sus caracteres, haciéndolas sufrir en cierto modo una especie de metamorfismo, ha alcanzado también á las capas pizarrosas que alternan con ellas. En la zona que comprende los términos de Robredárcas, Arroyo de Fraguas y La Nava, se encuentran algunas pizarras y filadidos tan cargados de aquel mineral, que han perdido casi del todo la fisibilidad y coherencia, haciéndose desmoronadizos. En otros sitios, y esto es lo más general, la alteración no ha sido tan grande, habiéndose reducido simplemente á un cambio de coloración.

El cuarzo acompaña también á las rocas silurianas del mismo modo que á las del sistema estrato-cristalino. Ya se presenta en capas cuyo espesor raras veces llega á 0,50, intercaladas entre las cuarcitas casi siempre; ya forma venas que se ramifican en la masa de estas; ya, en fin, constituye verdaderos filones de gran espesor que atraviesan todas las capas del terreno. Cuando estos filones se presentan entre las pizarras forman crestones salientes por haber resistido mejor que ellas á la acción de los agentes exteriores. Cerca de Umbralejos existen varios, y entre ellos uno de 1,50 de espesor que se halla á descubierto en una longitud de más de 60m. Al S. del pueblo de La Vereda se observan otros cuyo grueso no bajará de 2,50. En el término de Almiruete hay también algunos filones de cuarzo, que en otro tiempo se explotaron con destino á la fábrica de vidrio que existió en Tamajón. La dirección media de estos filones es casi al N., oscilando entre el N.NE. y el N.NO.

El espesor que presenta la formación siluriana dentro de esta provincia no baja seguramente de 600m. Los tramos inferiores que se apoyan directamente sobre las rocas estrato-cristalinas, están formados en su mayor parte por las cuarcitas; pero en los niveles superiores van siendo cada vez más raras estas rocas, y áun llegan á desaparecer casi por completo, viéndose grandes espesores de terreno, formados casi exclusivamente por las pizarras. Así, sobre el manchón gnéusico de la comarca de Hiendelaencina, se ven apoyadas las cuarcitas que asoman en la vertiente meridional y en la cúspide del Alto-Rey; sobre ellas descansa á su vez la potente masa de pizarras que forma la vertiente meridional. Al O. del mismo manchón las cuarci-

tas predominan en toda la zona que se extiende hasta el Pico Ocejón, en cuya vertiente oriental forman numerosas escarpas que lo hacen inaccesible por este rumbo: en la opuesta se ve solamente un inmenso pizarral que se prolonga hasta cerca del río Jarama. Análoga disposición se observa en las zonas silurianas que rodean los afloramientos gnéusicos de El Cardoso y de La Boderá. Respecto á las pizarras, se nota que los filadidos se encuentran entre las rocas cuarzosas de la base, en tanto que las pizarras ampelíticas aparecen en los tramos superiores que ofrece este terreno: dentro de la región que estamos considerando, la pizarra arcillosa se encuentra en todos los niveles, y el filadido tegular forma algunos bancos entre las rocas arcillosas.

Los fósiles son mucho más escasos en este período geológico de la provincia de Guadalajara que dentro de la de Madrid. Por nuestra parte, solo podemos mencionar una especie de *Cruciana* hallada en un trozo de cuarcita desprendida de la vertiente del Ocejón, en el término de Umbralejos, y algunas impresiones de *Graptolitos* en las pizarras ampelíticas de La Miñosa, entre los que pudimos reconocer algunos del *Monograpsus priodon* y del *M. Nilsonii*. El Sr. Prado encontró también restos de algunas especies de este género en las pizarras del Puerto del Infante, en el límite de la provincia de Segovia.

Los criaderos metalíferos son quizá tan numerosos en este sistema como en el estrato cristalino; pero su importancia industrial es casi nula, sin que hasta ahora pueda citarse uno tan sólo cuya explotación haya dado resultado favorable. El que más ha llamado la atención es uno que existe en el término de Tamajón, de pirita arsenical argentífera con galena y pirita cobriza y ganga de baritina. Hace algunos años se practicaron sobre él algunas excavaciones y hasta se ensayó el establecimiento de una pequeña fábrica para la desplatación de sus minerales; hoy se halla todo en completo estado de abandono. Entre Muriel y Sacedoncillo hemos tenido ocasión de observar otro filón que contiene pirita de hierro y cobre gris antimonial, con ganga cuarzosa, y cuyo espesor no bajará de 0,50. En la falda occidental del Ocejón y junto al río Sonsaz, en el término de Cantalojas, hay varios filones de pirita ferro-cobriza, sobre los cuales se han hecho algunas labores superficiales. Finalmente, los filones que forma el cuarzo en este terreno, suelen contener cortas cantidades de minerales metálicos, especialmente de galena, lo cual ha motivado en más de una ocasión infructuosos reconocimientos, en que se han invertido sumas de consideración.

Otra de las sustancias metálicas que se encuentra en estas rocas, aunque sin formar en ellas criaderos bien definidos, es el oro. Desde hace algun tiempo era conocida la presencia de este metal, aunque en pequeñas cantidades, en las rocas silurianas de Almiruete. Recientes descubrimientos han demostrado tambien la existencia de rocas auríferas en La Nava de Jadraque, Arroyo de Fraguas y Robredárcas, principalmente en la primera de estas localidades. El oro se presenta en ellas, unas veces diseminado en su masa y en tal estado de dispersion, que sólo los ensayos pueden acusar su presencia, otras en particulas perceptibles por medio de la lente, y otras, en fin, en granos bien discernibles á simple vista, que suelen llegar hasta 0,001 de longitud. Las capas de cuarzo son las que parecen contenerle en mayor cantidad; pero tambien en las cuarcitas y pizarras se han hallado ejemplares bastante ricos. Es indudable que estas rocas auríferas han sido beneficiadas en la antigüedad, á juzgar no sólo por los indicios de excavaciones que en gran número se encuentran en aquella comarca, aunque todas superficiales, sino tambien por los restos y herramientas encontrados entre los escombros.

PERIODO DEVONIANO.

En las alturas que existen al O. de Atienza se encuentran unas pizarras arcillosas de color pardo amarillento y poco coherentes, que difieren notablemente de las del resto de la region. Esta circunstancia, y la presencia entre ellas de algunas capas de caliza de color ceniciento claro, nos induce á considerar aquel conjunto como devoniano, si bien no podemos alegar en apoyo de esta opinion prueba alguna paleontológica, desconociendo ademas sus relaciones estratigráficas, muy difíciles de señalar con certeza por los dislocamientos y trastornos que ha ocasionado en aquellos sitios la erupcion de los pórfidos. Estas supuestas pizarras devonianas se prolongan hácia el S. formando una pequeña banda de forma semilunar, atravesada en una longitud de 600^m por el camino de Atienza á Tordelloso.

Vemos, pues, que dentro de la zona que han alcanzado nuestras investigaciones, sólo con alguna duda puede señalarse la existencia del período devoniano, y esto en un espacio muy limitado. Fuera de ella, en la continuacion de la misma cordillera carpetana, está plenamente confirmada por las observaciones de los señores de Verneuil y Aránzazu.

PERIODO CARBONÍFERO.

El sistema carbonifero se presenta tambien en esta parte de la provincia de Guadalajara; pero tan reducido en extension y espesor, que apenas contribuye en una minima parte á la constitucion geológica de la misma. A él pertenecen dos pequeños manchones que descansan sobre las rocas silurianas en las inmediaciones del Jarama. El uno se halla próximo al pueblo de Valdesotos, en cuyo término se presentan sus materiales al descubierto en las orillas del arroyo Palancar, estando en contacto por el E. con la formacion cretácea. El otro forma una pequeña faja al N. de Bonabal, dentro del término de Retiendas.

Las areniscas son las rocas que más abundan en estos manchones. Son una verdadera agregacion de pequenísimos granos de arena cuarzosa, y tienen, por lo general, un color ceniciento: casi todas son micáceas; en algunas hay ademas particulas carbonosas, y constituyen entonces la roca llamada psamita, propia de esta formacion. Las areniscas que se hallan hácia la parte inferior del terreno, suelen contener guijarros de cuarzo, mientras que las inmediatas á las capas de combustible se impregnan con frecuencia de una sustancia bituminosa. Alternando con estas rocas se ven algunas capas de arcillas y margas, pero ménos abundante que aquellas. Intercaladas en este conjunto existen dos capas de combustible, bastante separadas una de otra, cuyos afloramientos se descubren en algunos cortes del terreno, y cuyo espesor rara vez excede de 0^m,15. La hulla, que en corta cantidad se encuentra en ellos, es bastante grasa; pero en muchos puntos desaparece y se halla reemplazada por unas pizarras arcillosas muy cargadas de betunes, que les comunican la propiedad de arder.

En las márgenes de alguno de los barrancos que afluyen al Palancar, al NO. de Valdesotos, se ve en la base de los depósitos carboníferos un conglomerado de cantos de cuarcita y pizarras, que les sirve de substratum. En el término de Retiendas, las areniscas de la formacion carbonifera descansan directamente sobre las pizarras silurianas.

El espesor que alcanza el sistema en los dos manchones citados es muy pequeño. En el de Valdesotos no llega á 20^m, y en el de Retiendas puede afirmarse que no excede mucho de este límite. En uno y otro se encuentran fósiles vegetales característicos de esta forma-

ción pertenecientes á los géneros *Sigillaria*, *Lepidodendron*, *Calamites*, etc.

Varias han sido las tentativas de explotación que se han hecho en diferentes ocasiones sobre las capas de hulla citadas; pero todas han fracasado ante la escasez con que se presenta el combustible. Hacia el año de 1865 la «Compañía central de Alumbrado», bajo la razón social de «S. Cantí y Compañía», se propuso utilizar por medio de la destilación las materias hidrógeno-carbonadas que contienen las pizarras más bituminosas, cuya composición, según la Memoria-proyecto redactada por la misma sociedad, es la siguiente:

Carburo de hidrógeno líquido.	15
Idem de id. volátil.	5
Agua.	12
Residuos fijos.	70
<i>Total.</i>	<u>100</u>

Los ensayos practicados al efecto en Valdesotos no obtuvieron, sin embargo, el resultado que se prometieran los iniciadores del proyecto, sea porque la cantidad de pizarra beneficiable no correspondió á sus esperanzas, sea por el excesivo coste de los trasportes que, como se sabe, es uno de los factores que más influyen en el éxito de esta clase de empresas.

PERIODO TRIÁSICO.

El sistema triásico es uno de los que más desarrollo alcanzan en esta parte de la Carpetana. Sus sedimentos se presentan al descubierto en toda la zona comprendida entre la línea que limita por el N. la formación siluriana y el confin septentrional de la provincia, excepto las ocultaciones que sufren debajo de los macizos cretáceos que forman la meseta de Campisábalos y el Padrastro y cerro de Atienza, y de las calizas jurásicas de la sierra de Torremochuela. Fuera de esta zona, aparece además el sistema triásico formando un pequeño manchón en el término de Pálmaces; y se ven asomar sus rocas alguna que otra vez debajo de las cretáceas en los barrancos y valles de corrosión de la vertiente de La Sierra, como sucede en Alcorlo y en Veguillas.

De los tres tramos en que los geólogos consideran dividida esta formación, el que mayor superficie ocupa es el inferior ó de las are-

niscas rojas. Se le ve en Los Condemios, Albendiego, Ujados, y en todo el valle situado al N. de la cordillera del Alto-Rey, extendiéndose por Atienza, Madrigal y Cinco-Villas hasta cerca de Tordelrábano: también forma varios manchones aislados en la vertiente meridional de La Sierra.

Poca es la variedad que ofrecen las areniscas de este tramo, que por otra parte son las rocas casi exclusivas en él. Su color es siempre rojo. La generalidad tienen un grano medianamente fino, y son bastante coherentes. Algunas son muy arcillosas, lo que las hace algo desmoronadizas; y casi todas contienen pequeñas hojuelas de mica en mayor ó menor abundancia. Las que se encuentran hacia la base del sistema suelen contener guijarros de cuarzo, tan abundantes alguna vez, que convierten á la roca en una verdadera pudinga. En el término de Pálmaces, á la derecha del Cañamares, se ve debajo de las areniscas del trias y en estratificación concordante con ellas, un conglomerado compuesto de pequeños guijarros de cuarzo, de algun feldespato medio descompuesto, y de gran cantidad de mica en hojuelas confusamente mezcladas: es una arkosa formada á expensas de los elementos de las rocas estrato-cristalinas. Finalmente, entre Cañamares y Tordelloso se encuentra una arenisca de grano grueso, que contiene numerosos fragmentos de pizarra siluriana.

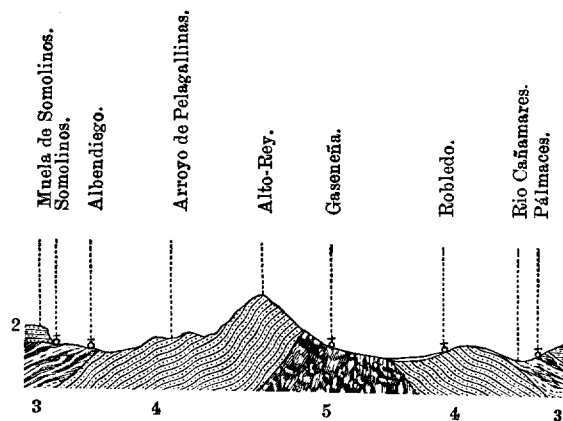
Las arcillas forman algunas capas, intercaladas en este tramo, más numerosas y potentes hacia la parte superior que hacia la base del mismo. Son de color rojo oscuro, manchado de verde en algunos sitios. Entre ellas se encuentran algunas masas de yeso en Somolinos, Pálmaces y otros puntos, y algunos salobres de poca importancia en Casillas y Bochones.

Entre los bancos de areniscas se presentan en Romanillos lechos muy delgados de lignito, cuyo espesor no excede de 0,01, y en que se ven algunos restos vegetales de especies indeterminables.

El tramo del muschelkalk, inmediato superior al de las areniscas, tiene también su representante en esta región, si bien es el que menos desarrollo adquiere. Formanle los estratos calizos que se ven en los términos de Tordelrábano, Alcolea y Madrigal, y más al E. en la Riva de Santiuste, donde constituyen un alto y escarpado cerro que sirve de asiento al castillo. Estas calizas son, unas de color amarillento, otras de color oscuro, y algunas hay pardas con un tinte verdoso. Ningun fósil se encuentra en ellas, y solamente sus relaciones de posición nos inducen á referirlas á este tramo.

El Keuper ó tramo de las arcillas irisadas, se presenta con sus caracteres distintivos en el mismo término de Tordelrábano y en los de Rienda y Paredes, llegando por el N. hasta el pié de la sierra de Torremochuela. Continúa por el E. ocupando vastas superficies en los pueblos de Valdelcubo, Sienes, La Riva y otros muchos. En él se encuentra con abundancia el yeso en pequeñas masas lenticulares ó en forma de capas, unas veces perfectamente blanco, otras pardo ó verdoso, y ofreciendo en su textura las variedades terrosa, sacaroide, laminar y acicular. El Keuper no presenta en la provincia de Guadalajara masas de sal en roca, como sucede en la de Cuenca; pero en cambio abundan los manantiales y pozos de agua salada, alguna vez en completo estado de saturacion; existiendo fábricas de sal en casi todos los pueblos de los partidos de Sigüenza y Atienza, en que se halla este tramo al descubierto.

El espesor de los depósitos triásicos en esta parte de la provincia no baja de 400 metros, de los cuales más de la mitad corresponden al tramo de las areniscas rojas. Su estratificación es bastante regular y uniforme, y la inclinación media de unos 20°, buzando hacia el N. los de la vertiente septentrional de la cordillera Carpetana, y en sentido contrario los que forman los manchones de la vertiente opuesta, cuya circunstancia parece indicar que su dislocación es debida al levantamiento de dicha cordillera. En el adjunto corte aparece representada la disposición que afectan los depósitos triásicos respecto á las demás formaciones en esta parte de la provincia.



Corte geológico entre Somolinos y Pálmaces.

1. Cuaternario.—2. Cretáceo.—3. Triásico.—4. Siluriano.—5. Gneésico.

342

PERIODO JURÁSICO.

Forma el sistema jurásico una pequeña banda unida al límite septentrional de esta provincia, al N. del pueblo de Paredes, la cual es continuación de otra más extensa que dentro de la de Soria ocupa los términos de Alpaeseque, Barcones y Barahona. Está constituida por unos bancos de bastante espesor de caliza compacta, blanca ó ligeramente amarillenta que forman las escarpas que se ven en la Cuesta de Paredes y más á Poniente en la sierra de Torremochuela. Estas calizas se apoyan sobre las arcillas irisadas del Keuper, que aparecen al descubierto debajo de ellas. En la pequeña meseta que corona dichas escarpas, dentro de la region hidrográfica del Duero, se ven otras calizas margosas alternando con las anteriores, las cuales se extienden hasta los llanos de Barahona. En ellas se encuentran numerosos fósiles característicos del grupo oolítico.

PERIODO CRETÁCEO.

Los sedimentos de esta edad forman en la vertiente meridional de la sierra Carpetana una faja dirigida de O. á E., que comienza en la provincia de Madrid y penetra en la de Guadalajara por el Pontón de la Oliva, extendiéndose luego por los términos de Alpedrete, Tamajón, Alcorlo y Congostrina, hasta cerca de Algora. Termina por el N. en las formaciones siluriana y estrato-cristalina del centro de la La Sierra y por el S. se oculta bajo los depósitos terciarios y diluviales de la campiña del Henares. Su anchura es muy variable; la máxima es de 15^{ks} entre Almiruete y Puebla de Beleña, y la mínima de 2^k en el término de Veguillas.

En la vertiente septentrional de la citada cordillera existe otra faja de la misma edad, que se extiende por las provincias de Soria y Segovia, y penetra algo en la de Guadalajara, dentro de la cual forma la sierra de Pela, la mesa de Campisábalos y la Muela de Somolinos.

Las rocas cretáceas constituyen además tres manchones aislados de poca importancia; el uno forma el Padrastró y cerro de Atienza, otro se halla enclavado entre las alturas silurianas del término de Narros, y el tercero, mayor que los anteriores, ocupa en parte los términos de Cardenosa, Riofrio, Santomera, etc.

En todas estas localidades se marcan en el sistema cretáceo dos

partes distintas por su naturaleza mineralógica: la inferior formada esencialmente por las areniscas y arenas, y la superior exclusivamente caliza. En algunos sitios, sin embargo, sólo se encuentra la división de las areniscas por haber sido completamente denudada la superior, que representa un espesor considerable: tal sucede en Narros, en Cardenosa, en Valdesotos y Tortuero junto al Jarama, y más á Poniente en algun punto de la misma capa.

Las areniscas cretáceas se ofrecen con caracteres más variados que las triásicas. Entre Tamajon y Retiendas, y en la base del Padraastro de Atienza, se encuentra una formada por granos bastante gruesos de cuarzo, rodados unos y con facetas cristalinas otros, aglutinados por la caliza. En Galve, en Alimiruete y en Sacedoncillo, junto al Sorbe, hay otra de textura análoga á la anterior; pero tiene por cemento una materia ferruginosa que le da una coloracion pardo amarillenta más ó ménos oscura. Las areniscas que más abundan en este terreno son de grano medianamente fino y bastante coherentes: algunos las consideran como resultado de la denudacion y nueva sedimentacion de las del triás; son ménos arcillosas que estas, y contienen con frecuencia guijarros de cuarzo perfectamente pulimentados, empotrados en su masa y dispuestos en lechos paralelos á la estratificacion. Su coloracion varía de un punto á otro: en las orillas del Jarama y en las del Sorbe, son amarillentas; en el Congosto, Congostrina, Angon y Riofrio, rojizas. En el arroyo de la Peña del Pozo, entre Atienza y Narros, se ven unas areniscas rojas con numerosas particulas de glauconia que les da un matiz verdoso; esta circunstancia ofrecen tambien algunas otras del término de Narros y del de Cardenosa.

Las arenas son muy abundantes en la base del Padraastro, y tambien en el término de Retiendas, donde por su tendencia á desmoronarse forman pequeños montones redondeados: en una y otra localidad no baja de 20^m el espesor que adquieren; están formadas por gruesos granos de cuarzo de la misma naturaleza que los de la arenisca blanca grosera que las acompaña, y que en rigor no es otra cosa que la misma arena, pero ya coherente por la intervencion del cemento.

A las areniscas cretáceas acompañan por lo regular algunas capas de arcillas intercaladas, cuyo espesor rara vez excede de 1^m. Son de colores blanco, amarillo y rojo: unas puras y otras arenosas. Las que se ven en Somolinos, al pié de La Muela, son refractarias y se han empleado con éxito en los hornos de aquella fábrica. Donde las arci-

llas se presentan con más desarrollo es en los términos de Valdesotos y Tortuero, y más á Levante en Cardenosa. En cambio en los manchones de Atienza y Narros faltan por completo.

Las calizas son las rocas más abundantes en este período y forman gruesos bancos en todos los parajes en que el terreno no ha sufrido gran denudacion, constituyendo unas veces cimas escarpadas y pedregosas en los cerros, como sucede en Atienza, Angon, Riofrio, etc.; y coronando otras á modo de cornisa, los macizos que forman las mesetas. Su color dominante es el blanco, pero tambien presentan amarillento y rojizo con diversidad de tonos. La textura varia tanto como la coloracion. En Alimiruete, en Tamajon, en el Congosto y en otros puntos se ven numerosos bancos de calizas compactas, muy propias algunas para construcciones. Las que forman la Muela de Somolinos son en gran parte poco coherentes y de escasa dureza. En Atienza existe una caliza de color rosado, cuya masa se halla espatizada y tiene la apariencia del mármol: esta variedad la encontró tambien el Sr. Prado en la provincia de Madrid. En todas partes abundan las calizas arcillosas, muy ricas en fósiles. Finalmente, las hay cuarzosas, que contienen granos de arena más ó ménos perceptibles.

Una propiedad notable que ofrecen estas rocas, y que suele ser muy frecuente en las masas calizas de los terrenos cretáceos, es la existencia en ellas de grandes cavernas y oquedades. En la meseta de Campisábalos se ven algunas que constituyen profundas simas; hay ademas cuevas naturales de gran longitud en Congostrina, el Congosto, Muriel, Tamajon y otros puntos de la misma faja. En el término de Júcar deben de existir tambien algunas cavidades interiores, á juzgar por las fuentes intermitentes que allí brotan, y que son propias solamente de los terrenos de estructura cavernosa.

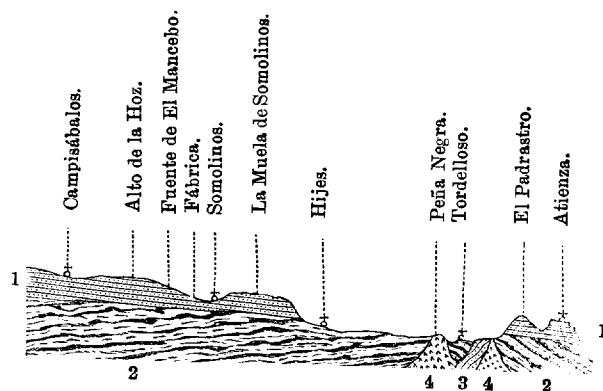
El espesor que ofrece actualmente este terreno en la sierra de Guadalajara varía de un punto á otro. En la meseta de Campisábalos no baja de 140 metros; próximamente igual es el que tiene en el Padraastro de Atienza y en Tamajon. En el Congosto llega apenas á 80 metros, y es mucho menor en Cardenosa y Narros.

Respecto á la edad que debe atribuirse á estos depósitos dentro de la época cretácea, citaremos la opinion de Mr. Verneuil, que en sus «Noticias acerca del terreno cretáceo de España,» los refiere al tramo de la creta inferior. Igual observacion hace el Sr. Prado respecto á la faja de la vertiente meridional de la sierra, en su «Descripción geoló-

gica de la provincia de Madrid.» Debemos, sin embargo, hacer notar algunas anomalías que presenta el exámen de los fósiles: aunque dentro de la provincia de Guadalajara se encuentran el *Hemaster Fournelli* y otras especies que menciona el Sr. Prado como propias del citado tramo, se ven también otras características de los tramos inferiores inmediatos, cuales son la *Ostrea carinata*, y varias especies de Náuticas, entre ellas la *N. rotundata* y la *N. Perezii*, que en la provincia de Teruel se hallan en el neocomiense.

La estratificación de las rocas del período cretáceo es bastante regular y no ofrecen grandes trastornos que alteren de una manera notable la marcha de las capas. En la mesa de Campisábalos y en el Padrastro de Atienza conservan estas su horizontalidad primitiva; en la vertiente de la sierra presentan algunas ligeras ondulaciones en el sentido de la longitud de la faja que forman; pero en general se nota en ellas un buzamiento hácia el S., apénas sensible en algunos sitios, y que rara vez excede de 12°.

Las comarcas que ocupan los citados depósitos cretáceos tienen una topografía especial en que se revelan los grandes desgastes y denudaciones que han sufrido en épocas anteriores. Los ríos que descienden de la sierra, al atravesar la faja cretácea, han abierto en ella cauces muy abarrancados y de gran profundidad, haciendo desaparecer masas muy considerables de terreno. En la línea de contacto de la misma faja con las formaciones más antiguas, se ven también barrancos y pequeños valles que afluyen á los citados ríos, y que penetran hasta descubrir en algunos puntos las rocas del triás.



Corte geológico entre Campisábalos y Atienza.
1. Cretáceo.—2. Triásico.—3. Devoniano.—4. Porfídico.

Pero donde los agentes destructores han producido efectos más notables en la formación, ha sido en la parte alta de la Sierra. La simple inspección del adjunto corte sugiere naturalmente la idea de que los macizos de Atienza y Campisábalos, debieron tener en otro tiempo mucha más extensión que la que actualmente ofrecen, y aún es probable que ambos formaran parte de una misma masa cretácea que rellenara casi toda la depresión que constituye hoy el valle de Albendiego y Ujados. En tal concepto, La Muela de Somolinos y el Padrastro de Atienza, pueden compararse á los mojones ó damas que se dejan de trecho en trecho en los grandes desmontes de tierras, para indicar el nivel primitivo del suelo.

Los sedimentos que componen el sistema de que tratamos, descansan en su mayor parte sobre las rocas del triás. Sin embargo, las de la parte oriental de la faja de la vertiente de la Sierra, avanzan algo hácia el N. sobre las formaciones siluriana y estrato-cristalina, en las cuales se les vé apoyados en los términos de Cardenosa, Angón, Congostrina, Alcorlo, etc. En la parte occidental de la misma faja, comprendida dentro de las cuencas del Sorbe y del Jarama, la formación cretácea descansa en toda su extensión sobre el siluriano, que se prolonga hácia el S. por debajo de aquel y á profundidad no muy grande, como lo demuestra el hecho de encontrarse afloramientos de pizarras entre el diluvium de la Puebla de Vallés, cerca ya de la campiña del Henares. Falta, pues, en esta parte el intermedio del triás, como falta también más al O. en la provincia de Madrid.

PERIODO CUATERNARIO.

La descomposición mecánica de las rocas que constituyen las alturas de la cordillera Carpetana, da origen á extensos torronteros ó cantorrales que se ven desparramados en las laderas y al pié de las mismas. Estos cantorrales son en cierto modo el depósito de donde las aguas torrenciales van tomando los elementos para la formación de los aluviones actuales. Durante la edad cuaternaria, en la cual los fenómenos de corrosión y de acarreo tuvieron su período de recrudecimiento, las corrientes de agua que descendían de la Sierra, mucho más caudalosas y dotadas de mayor fuerza de transporte que las actuales, debieron arrastrar hácia las regiones inferiores enormes cantidades de aquellos restos detríticos, formando de este modo las gran-

des masas diluviales que cubren extensas superficies en la parte baja de los valles del Henares y del Jarama.

Sin embargo, no todos los materiales transportados por las corrientes fueron llevados á distancias tan considerables: parte de ellos se depositó en otros parages más elevados, no muy lejos del punto de su procedencia, y que ofrecían condiciones topográficas al efecto; donde reunidos á los que resultaban de la destrucción de las rocas de la misma localidad, formaron manchones que cubren en ciertos parajes las rocas silurianas y estrato-cristalinas de la Sierra.

Donde estos manchones se presentan más numerosos y extensos, es en la comarca de Hiendelaencina ó en sus inmediaciones. Uno de ellos se extiende desde la falda del Alto-Rey, entre Bustares y Gascuña, hasta cerca del río de Villares. Otro se halla á Levante del pueblo de Hiendelaencina, y cubre la superficie del suelo donde están las minas; por el N. se prolonga hasta la misma margen del Bornoba; por el S. llega al término de Congostrina, y por el E. rodea el cerro del Otero y las alturas silurianas que se elevan junto á Robledo, yendo á terminar cerca del río Cañamares. Al E. de Robredarcas se ve también otro depósito diluvial de bastante extensión, atravesado por el Riondo, que comienza en los términos de Las Cabezadas y Zarzuela, y llega por el S. hasta el de Veguillas. Se encuentran también depósitos cuaternarios al E. de La Bodera, donde constituyen una faja de poca anchura que comienza cerca de este pueblo, y, faldeando por el S. la altura de La Peña, se corre hácia Cardenosa y Riofrio, ocultando en algunos puntos la formación cretácea de estos términos. Junto á la orilla izquierda del Jarama se ven asimismo algunas masas diluviales al N. de El Vado. Finalmente, los hay también, pero de mucha menos importancia, en las orillas del Sorbe, junto á La Nava de Jadraque, en Arroyo de Fraguas, Cañamares y otros puntos, debiendo ser considerados como restos de otros más potentes, que por su poca ó ninguna coherencia han ido desapareciendo en el transcurso del tiempo.

La parte esencial de la composición de estos depósitos la forman cantos de cuarcita de tamaño variable, desde el de un grano de arena hasta el de un pié cúbico, y aún mayores, pocos de ellos rodados, los más con los ángulos desgastados, y algunos con aristas vivas, lo cual indica que procede de las rocas próximas. Entre ellos se encuentran también otros de cuarzo, rodados y sin rodar. Las pizarras forman quizá el elemento que menos abunda en casi todos estos manchones;

de lo cual es causa por una parte la escasez con que tales rocas se presentan en las zonas silurianas que los rodean, y por otra la facilidad con que se deshacen en láminas pequeñas y delgadas, lo cual les permite ser arrastradas por las corrientes á mayores distancias. En cuanto al gneis, no deja de ser bastante frecuente en el manchón de Bustares y Gascuña, y más aún en el de Hiendelaencina, donde se presenta en trozos que alguna vez tienen un tamaño considerable. La mayor parte proceden de las rocas de la misma localidad, como lo demuestra el hecho citado por D. Casiano de Prado, de haberse encontrado entre los materiales sabulosos algunos trozos de mineral de plata, desprendidos sin duda de la masa del filon subyacente. Finalmente, la arcilla entra también á formar parte de estos depósitos: casi siempre se presenta mezclada con los demás elementos citados; sin embargo, alguna vez se la ve casi pura, dominando en ellos, como sucede en Zarzuela de Jadraque, donde forma algunos bancos que se explotan para la alfarería ordinaria.

Aunque, como hemos indicado más arriba, es carácter distintivo de las masas que componen el sistema cuaternario, el presentarse en un estado suelto y sin coherencia, llegan á adquirirla alguna vez en virtud de causas especiales, y de ello tenemos un ejemplo en la sierra de Guadalajara. En los pequeños manchones que existen entre La Nava de Jadraque y el río Sorbe, hay un conglomerado de fragmentos de cuarcita y cuarzo, unidos por un cemento ferruginoso. En la Matilla de Cañamares se presenta también otra roca de composición análoga á la anterior, pero mucho más cargada de hierro, formando una mancha de cerca de dos hectáreas. También se ven conglomerados ferruginosos en La Miñosa, en Robredarcas, en Almiruete y en otros puntos. En el término de Robledo, al abrir el pozo de «La Infalible,» se halló debajo de la capa de diluvium suelto un banco de una brecha ferruginosa de cantos de cuarcita, gneis y pizarra, de 22 metros de espesor. En La Nava y en Almiruete ofrecen estas rocas la circunstancia de ser algo auríferas: el cemento que las forma suele contener finas partículas de oro, perceptibles, en ocasiones, á simple vista.

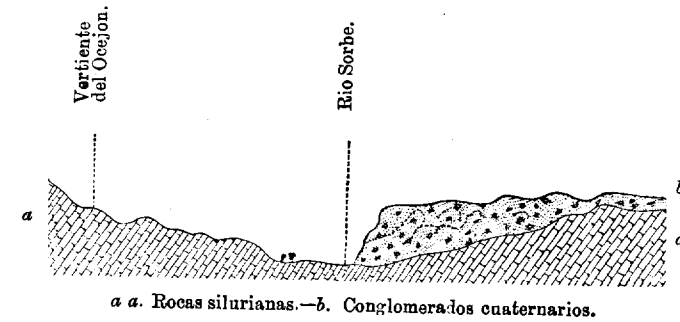
No es posible darse cuenta de la formación de estos conglomerados sin admitir la existencia en aquella época de manantiales ferruginosos que suministraran la sustancia necesaria para dar cohesión á los elementos de que están formados. Sólo así podría explicarse la abundancia con que este mineral se presenta en dichas rocas, que en al-

gunos puntos aparecen convertidas en una masa de óxido de hierro de aspecto concrecionado, encerrando muy pocos ó casi ningun canto de cuarcita. A la misma causa podria atribuirse la coloracion roja, algunas veces intensa, que con frecuencia ofrecen las masas diluviales, y que no puede atribuirse á la corta cantidad de hierro que accidentalmente pudieran contener las rocas silurianas de que proceden (1).

El espesor de las masas diluviales en la sierra de Guadalajara es muy variable, notándose en él grandes diferencias aún en puntos muy próximos uno de otro, efecto, sin duda, de las desigualdades que ofrecia el suelo sobre que se depositó. En muchos sitios forma una capa de muy poca altura, á través de la cual asoman de trecho en trecho las rocas subyacentes. En las minas de Hiendelaencina hay pozos abiertos casi desde su principio en roca firme; otros han atravesado para llegar al gneis una capa de terreno de acarreo que varia entre 10 y 40 metros de espesor. Al hacer la excavacion del pozo de «La Infalible,» cerca de Robledo, el diluvium persistió hasta la profundidad de 90 metros, en que se encontró la brecha ferruginosa que ántes hemos mencionado; y á los 112 metros no se habia aún llegado al gneis. Cerca de «La Constante,» en el camino carretero que conduce á Hiendelaencina, no baja de 60 metros la altura ostensible de los depósitos cuaternarios, y es poco menor la que se observa en algunos puntos de las orillas del Riondo.

Las masas de conglomerados superficiales rara vez ofrecen un grueso mayor de 2 ó 3 metros, aunque hay razones para creer que debieron tenerla mucho mayor en otro tiempo. Sin embargo, aún se ven en la márgen izquierda del Sorbe, dentro del término de La Nava, algunas masas bastante voluminosas, que forman grandes acantilados de más de 50 metros de elevacion. La disposicion que ofrecen estas masas puede observarse en la adjunta figura.

(1) La produccion de los óxidos de hierro por la vía geyseriana durante la época cuaternaria, es un hecho bastante frecuente y comprobado en diversas localidades. En Muyo, dentro de la provincia de Segovia, y en Checa, dentro de la de Guadalajara, hay tambien conglomerados de formacion cuaternaria muy ferruginosos y utilizables como mena. Segun afirma M. Burat, en su Geología aplicada, el óxido de hierro que forma casi todos los minerales beneficiados en los altos hornos del país del Jura en Francia, es tambien de origen cuaternario; entre estos minerales hay algunos que son conglomerados idénticos en su composicion á los anteriores, y otros que constituyen verdaderas brechas de osamentas de mamíferos cuaternarios, cuya circunstancia no deja duda alguna acerca de su antigüedad.



Casi en ninguno de los depósitos diluviales mencionados se notan señales de estratificación bien distinta: en Zarzuela es donde únicamente se les ve formar algunas capas en posición próximamente horizontal. Tambien en los conglomerados se nota á veces cierta tendencia á la estratificación, que consiste en la disposicion de los guijarros en tongadas ó lechos, con diferente grueso en cada uno.

Tales son los datos y noticias que per ahora podemos presentar relativos á la region NO. de la provincia de Guadalajara, como resultado de nuestras excursiones por la misma.

PEDRO PALACIOS.

Lista de las rocas recogidas en la parte NO. de la provincia
de Guadalajara.

NÚM.	ESPECIE.	TÉRMINO.	SITIO.	FORMACION.
1	Pórfido verde.....	Alpedroches..	La Peña Negra..	Eruptiva.
2	Idem descompuesto..	Idem.....	Idem.....	Idem.
3	Idem rojo.....	La Miñosa...	El monte.....	Idem.
4	Gneis.....	El Cardoso...	La dehesa.....	Estrato-cris- talina.
5	Idem micáceo.....	Bocigano....	Dehesa de Santuí.	Idem.
6	Idem en masa.....	El Cardoso..	El Puerto.....	Idem.
7	Cuarzo.....	Angon.....	La Sarteneja...	Idem.
8	Cuarcita.....	Idem.....	Barranco de Val- serban.....	Idem.
9	Micacita granatífera..	Idem.....	Idem.....	Idem.
10	Eclogita.....	Idem.....	Idem.....	Idem.
11	Cuarcita.....	Robredárcas.	La Hueca.....	Siluriana.
12	Idem.....	La Nava.....	Mina San José..	Idem.
13	Idem.....	Robledo.....	Peña de Moros..	Idem.
14	Idem blanca.....	Idem.....	Pico Taragudo..	Idem.
15	Cuarzo.....	Cantalojas..	Rio de la Zarza..	Idem.
16	Pizarra arcillosa....	La Miñosa..	El Rio.....	Idem.
17	Argilosquisto.....	La Nava.....	Mina San José..	Idem.
18	Arenisca roja.....	Somolinos..	Los Yesares...	Triásica.
19	Yeso rosáceo.....	Idem.....	Idem.....	Idem.
20	Idem blanco.....	Paredes.....	La Cuesta.....	Idem.
21	Conglomerado de mi- ca y cuarzo.....	Pálmaces....	El Valle.....	Idem.
22	Arenisca calífera....	Atienza.....	El Padrastro...	Cretácea.
23	Idem ferruginosa....	Galve.....	El Pinar.....	Idem.
24	Caliza fosilífera.....	Angon.....	Arroyo del Cas- tillo.....	Idem.
25	Idem roja.....	Atienza.....	El Castillo.....	Idem.
26	Idem sacaróide.....	Idem.....	Idem.....	Idem.
27	Idem compacta.....	Idem.....	El Padrastro...	Idem.
28	Conglomerado ferru- ginoso.....	Robledo.....	Peña de Moros..	Cuaternaria.
29	Idem id.....	La Miñosa...	La Miñosa.....	Idem.

BOSQUEJO GEOLÓGICO

DE LA ZONA SUPERIOR

DE SIERRA NEVADA.

La montaña más alta de la península Ibérica, con cimas que exceden en elevación aún a los Pirineos, se halla situada al extremo Sur de España, y se conoce con el nombre de Sierra Nevada.

Forma una parte de las montañas de Andalucía, descrita magistralmente, aunque a grandes rasgos, por el Dr. Willkomm en su obra «Riberas, sabanas y vegetación de la península Ibérica.» Este terreno montañoso principia en la costa occidental de España al Sur de Cádiz, y corre hasta desaparecer en los llanos de Murcia, en una extensión de unos 75 kilómetros, pudiendo considerarse como un extenso páramo que con dirección de O.SO. a N.NE., pierde paulatinamente su altura hasta llegar al Guadalquivir.

Se alzan sobre esta mesa por la parte de Mediodía grandes cordilleras que terminan en rápidas pendientes a orillas del Mediterráneo, formando altas y acantiladas costas por do quiera, si se exceptúan algunos llanos de corta extensión, sitios en las desembocaduras de los ríos. La Sierra Nevada, situada en la parte más oriental de esta mesa, es una larga cordillera poco regular, si bien su dirección media es de O.SO. a N.NE.

Se distingue principalmente en dicha cordillera una sierra central y dos series de promontorios unos al Norte y otros al Sur. La sierra principal la designaremos con el nombre de Nevada ⁽¹⁾.

(1) Entre la gente del país se llama también a solo esta parte la Nevada, en tanto que los promontorios tienen cada uno su nombre especial: empieza a Poniente, junto a Granada, bastante escarpada, señalándose a lo largo de una línea que va de Norte a Sur, dejando a sus pies la vega de Granada, que llega por Poniente hasta Loja.

Casi en la falda occidental de la Nevada se ve el camino que va de Granada á Motril.

En cuanto comienza la region occidental, alcanza ya la montaña sus mayores alturas en Monte Caballo, Picacho de Veleta y Muleyhacen, para dividirse luego poco á poco en crestas de ménos altitud, y volver á Oriente en la provincia de Almería, constituyendo una porcion de lomas bajas y aisladas.

Por Oriente puede muy bien considerarse como límite de Sierra Nevada el rio de Almería, que nace cerca de Hueneja en los confines de las provincias de Almería y Granada.

En el Mediodía de la Sierra el rio Grande, que desemboca en el Guadalfeo, forma un lindero natural á las montañas de la costa, y más hácia Levante se limita la montaña con el Andaráx, que atraviesa un largo valle.

De Este á Oeste otros valles dividen los promontorios meridionales en las sierras Lújar, Contraviesa y Gádor.

La sierra Lújar se halla limitada al Oeste por el Guadalfeo, y al Este, en parte, por el rio de Torbisco; pero al Sur de él se pasa la sierra Contraviesa, que á su vez se halla circunscrita á Oriente por el profundo lecho del rio que desemboca cerca de Adra en el mar, mientras que al Este de esta gran hendidura se eleva desde el rio de Almería, la sierra de Gádor.

No tan fácil y naturalmente como en el Sur, se puede apartar en el Norte la Sierra de sus promontorios. En la mitad occidental de la falda Norte de la Sierra se eleva un escarpado monte calizo, cuyo extremo meridional empieza al septentrion de Granada, siguiendo con rumbo Este hasta Diezma. Esta montaña, llamada en general Sierra Jarana, está en relacion con la principal por medio de cadenas paralelas. Más al Norte y en cuanto he podido juzgar por los mapas existentes, parece que esta montaña se extiende en numerosas crestas paralelas y bajo diferentes nombres hasta los límites de la provincia.

Tan indeterminados como están los linderos de esta montaña caliza por el Sur, tan fuertemente deslindados se hallan por el Este.

A lo largo de la línea que con direccion del Meridiano é inclinándose hácia el Oeste puede trazarse desde Diezma pasando por la Peza hasta Lugros, hay un corte rápido de la montaña caliza de sierra Jarana y de los montes dependientes de la Nevada, hácia la llanura de Guadix, que penetra por el Norte de la Sierra. Al Este de

Guadix surge la extensa sierra Baza, que se une luego á la sierra Filabres en la provincia de Almería.

De una manera tan sencilla como la situacion orográfica, se presenta tambien la hidrografía de la Sierra.

Las corrientes de agua que nacen en el Norte, se precipitan en el Guadalquivir por la pendiente septentrional, y entre todas ellas el rio Genil es el único que lleva agua en verano desde la Veleta donde nace hasta llegar á la vega de Granada; uniéndosele por cima de Senés, el Aguas Blanquillas, que discurre por un largo valle. El Darro desagua cerca de Granada en el Genil, así como el Monachil procedente de las quebradas montañas calizas de la sierra occidental, y cerca de Santa Fé, se une tambien el Dilar con el Genil.

Las muchas corrientes de agua de la llanura de Guadix, secas la mayor parte del año, y de las cuales las más importantes son el rio Tardes y el Guadix, van á parar todas al Guadiana que corre al Norte y desagua en el Guadalquivir.

Todos los rios de la falda Sur de la sierra desembocan en la costa del Mediterráneo y la mayor parte se secan en verano: son estos: 1.º, el ya mencionado rio Guadalfeo, que recibe el rio Jute al mismo tiempo que las aguas de diversos valles trasversales de la sierra; 2.º, el rio Grande, de numerosos y torrenciales afluentes; 3.º, el rio Albuñol, de ancho y casi siempre seco cauce; y 4.º, el rio de Almería, al que afluyen diversos manantiales

Nuestro mapa geológico abraza la parte alta de la sierra. Al Este se halla limitada por una línea que va de Norte á Sur y coincide con el desfiladero de Zamborino y el rio Grande. Al Norte se termina el plano en la llanura de Guadix y la sierra Jarana. Al Oeste queda incluida la sierra Elvira, y un trozo de la vega de Granada. En la superficie representada debe estar la parte más interesante de la montaña, hallándose casi todo lo que hay de la sierra en la provincia de Granada.

Las bases topográficas para la carta han tenido en parte que crearse, pues que el plano topográfico de España por Coello aún no comprende varias de las provincias meridionales. Se han aprovechado las cartas provinciales de Granada y Almería de D. Martín Ferreiro y la carta de España de C. Vogel en la escala de 1: 1.500.000, así como el plano de costas del Almirantazgo español. Con este material y con numerosas observaciones propias, mi compañero de viaje Sr. Rodolfo Pauk, ha coordinado la parte topográfica de la adjunta carta, que

comprende una superficie de unas 50 millas geográficas cuadradas.

Las alturas marcadas en la carta se han tomado con dos aneroides de Goldschmid y con un termo-hipsómetro de Casella de Londres y teniendo en cuenta el estado de los barómetros de mercurio de Granada, cuya altitud es conocida.

Aunque de algunas de las alturas tomadas existen ciertamente medidas exactas tomadas con barómetros de mercurio, á fin de obtener la proporción relativa de todas, se han señalado en el mapa solo las observaciones hechas con un mismo instrumento, y solamente en aquellos sitios en que no recogí mediciones propias, aproveché las ajenas. Estos puntos son: Peñon de San Francisco, Puerto de Vacares, Dornajo, Boissier, Cerrajon de Murtas, Sierra Lújar, Muleyhacen y Lagunas de la Caldera.

Los límites señalados á las formaciones no presentan una gran exactitud, pues no habia datos topográficos ni tiempo bastante para recorrer en todos sentidos una montaña tan grande é impracticable.

En el curso de este escrito haremos mención de lo que se sabe de los anteriores exploradores de Sierra Nevada. Desgraciadamente no he podido consultar algunos trabajos sobre esta comarca que existen en la «Revista minera» y en el «Boletín oficial del Ministerio de Fomento,» porque me ha sido imposible proporcionarme estos periódicos.

ROCAS CRISTALINAS.

PIZARRAS ARCILLOSAS Y MICÁCEAS.

La Sierra Nevada propiamente dicha se compone en su mayor parte de pizarras micáceas arcillosas, y á veces abundantes en granates. Hay tambien en algunos sitios y en muy corta extension, pizarras de una formacion completamente cristalina, no hallándose rocas hornabléndicas, granito ni gneis, materiales que han debido ser enteramente extraños á la Sierra Nevada.

Dada la preponderancia de las pizarras arcillosas y micáceas, fácilmente desagregables, se pueden explicar, por qué los contornos de la montaña se presentan poco marcados.

Por cualquier lado por donde se mira la Sierra, siempre aparece como una loma que se eleva rápidamente en el Oeste y descende paulatinamente hácia el Este, existiendo muy poca diferencia entre los dos puntos más altos Veleta y Muleyhacen y la cima de la montaña.

Vamos á describir en breves palabras la composicion mineralógica de las rocas, y pasar luego á hacer la descripcion estratigráfica de la cadena central.

Se presentan las pizarras arcillosas y micáceas con diversos caracteres, siendo siempre de color más ó ménos oscuro, y de ordinario no acusan secciones planas, sino convexas. Estas pizarras son desmoronadizas, y por esto un golpe dado en un gran pedazo le divide en una porcion de trozos curvos, que en la superficie convexa presentan siempre una especie de brillo sedoso. Parece como si toda la masa pizarrosa estuviera plegada y retorcida, si bien los lisos y planos de quiebra son paralelos á la estratificacion. Pizarras análogas á las de que tratamos, han sido citadas por Hem en su notable obra sobre el «Mecanismo de las formaciones geognósticas.»

Esta clase de pizarras es muy abundante en el valle del Genil, en el desfiladero entre Calahorra y Ugijar, y en varios otros sitios en don-

de se ven granates entre los lisos de quiebra de la roca. Estos granates de color pardo rojizo, suelen tener un diámetro máximo de 8 milímetros.

Rara vez se presentan pizarras de hoja fina y plana y de color claro, faltando completamente la philita, que se encuentra en los terrenos de transición rhinianos.

No hay restos fósiles de ninguna clase entre las pizarras que se hallan atravesadas por numerosas concreciones y venas cuarzosas, y estas abundan tanto en algunos puntos, que llegan á representar más de la mitad de la masa de la roca.

De estas pizarras mico-arcillosas completamente cruzadas por venas de cuarzo, se ven notables muestras en las fuentes del Genil, en donde la roca tiene también una esfoliación bien marcada y transversal respecto á la estratificación, con lo que resultan sólidos de forma regular, fenómeno que sólo he encontrado en pocos puntos de la Sierra.

En algunos sitios de la Nevada, en donde, en general, las pizarras presentan una textura más cristalina, se encuentran también, aunque con importancia muy secundaria, rocas micáceas constituidas por capas alternantes de cuarzo blanco, mica potásica y hojas de talco. Estos filadíos contienen á veces granates, convirtiéndose de este modo en pizarras granatíferas típicas, acompañadas en algunos sitios por capas de cuarzo puro.

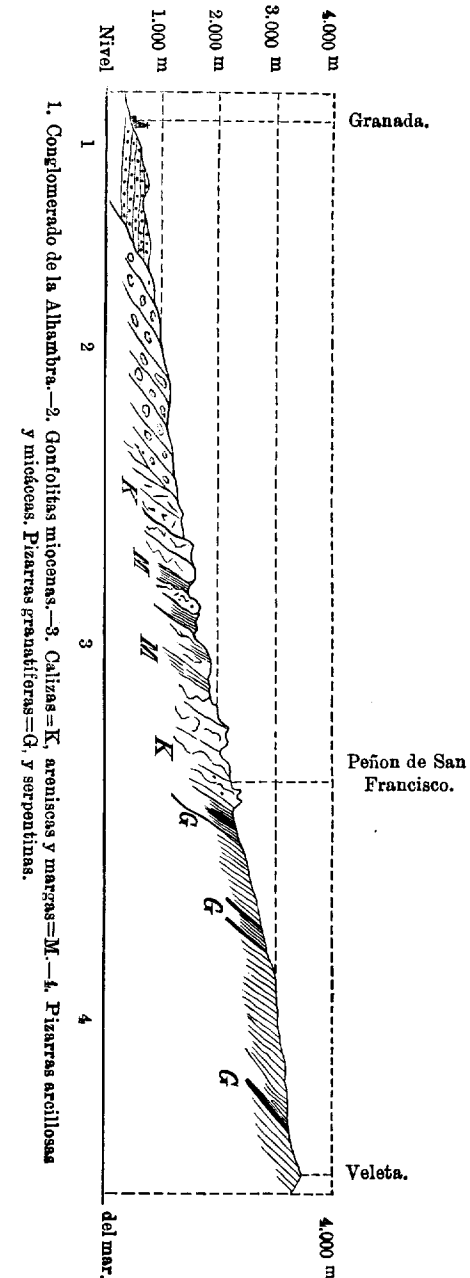
Además de los filadíos cristalinos hay pizarras serpentínicas, unidas á las arcillosas, y ejemplos de esto se ven en el camino de los Neveros, que va de Granada á la Veleta. Con el microscopio se observa en las placas, cómo el mineral de serpentina, forma un tejido de cristales de forma prolongada.

En el Barranco de San Juan, que desemboca en el Genil, hay un gran afloramiento de serpentina, en el cual se encuentran grandes canteras establecidas desde muy antiguo; mas como no hemos podido visitarle, no se ha incluido en el mapa, por ser desconocida la situación del Barranco.

En cambio se han separado bien las zonas cristalinas de las pizarras arcillo-micáceas, si bien se ha exagerado el ancho de las primeras para mayor claridad en el adjunto diseño, que representa el corte del terreno en el camino de los Neveros.

La zona de pizarras serpentínicas que se encuentra en tres sitios en el camino de los Neveros, en la parte más inferior de la formación

pizarrosa, se ve también en la misma situación por cima de Huejar, en la orilla del Genil.



Examinando con cuidado la Sierra, se deben hallar nuevas zonas cristalinas, siendo posible también se extiendan más las marcadas.

En todos los puntos en donde las influencias atmosféricas no han cubierto el suelo con una gran masa de detritus, lo que por desgracia suele suceder con frecuencia, se puede comprobar fácilmente la inclinación y dirección de las rocas, pues toda la Sierra, á excepción de alguna pequeña arboleda que se ha librado de la devastación, está completamente desprovista de vegetación. Para el que está acostumbrado á contemplar grandes bosques, ó á lo ménos extensas praderas y abundantes pastos, apenas puede presentársele una imagen más triste que la que ofrece la desnuda Sierra surgiendo en una fértil llanura.

Así como las palmeras del desierto son para el árabe el objeto de sus sueños, así al andaluz aparecen en su fantasía algunos árboles como una exuberante arboleda; pero para el que ha visto los Alpes, la vegetación en

las barrancas de la Sierra, es sólo á propósito para hacer resaltar más la horrible esterilidad de la montaña, pareciendo como que fenicios, romanos, visigodos y moros se han esforzado aquí á porfía desde siglos en destruir toda vegetación. Pero prescindamos de esta digresión, que involuntariamente se ocurre al geólogo que viaja bajo el ardiente sol de Andalucía, y digamos que en el mapa se indican la dirección é inclinación de las estratificaciones.

En el camino de Huejar y Mina Estrella, al pié de la Veleta, un kilómetro ántes del primer pueblo, se encuentran las pizarras con buzamiento N.NO ó N. é inclinación variable entre 50 y 45 grados.

Más hácia las bocas del Genil, al pié N. de la Veleta, las capas apenas están inclinadas y buzan al N., y siguiendo el camino de Calahorra sobre el paso de Zamborino á Ugijar, se encuentra también detras del primer pueblo las pizarras arcillo-micáceas con buzamientos N.NE. ó NE. y 50° de inclinación. Las capas están cada vez ménos inclinadas cuanto más se sube, pero conservan su dirección invariable, y llegando al punto más elevado del puerto continúan las rocas con buzamiento al N.NE.; pero cambian de pronto hácia el E., y luego se inclinan al N. presentando grandes y frecuentes mudanzas de dirección. Poco despues, sin embargo, toman la posición horizontal, para inclinarse luego unos 10° á S.SE. ó SO. En la Venta de Zamborino se vuelve á encontrar un cambio de dirección, viéndose las capas inclinarse ligeramente al E., presentando, por último, en toda la pendiente Sur hasta Mairena buzamiento al SE.

Prescindiendo de los pliegues que se encuentran al S. del Puerto y que no merecen gran atención, las capas pizarrosas forman en la Sierra una especie de bóveda de poca altura, cuyo coronamiento no coincide, sin embargo, con el punto más elevado de la topografía general.

Hausmann señaló ya la misma estructura anticlinal de la Sierra⁽¹⁾.

La figura 2 representa una sección que va de N. á S. por toda la Sierra Nevada desde la meseta de Guadix hasta el Mediterráneo. En esta figura, lo mismo que en la anterior, las alturas están en escala tres veces mayor que las distancias horizontales.

En el camino de Orgiva á Capileira, detras de la Ventilla del Aire, se encuentran pizarras arcillo-micáceas subdivididas en fragmentos

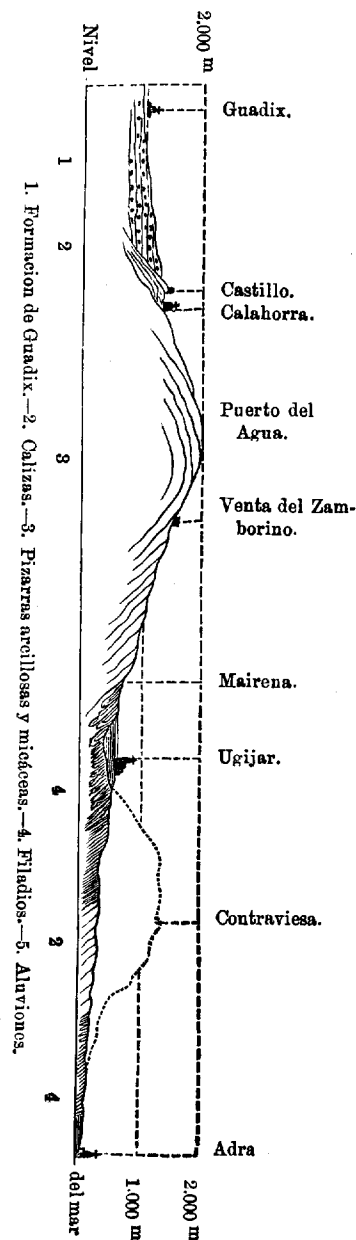
(1) *Sobre el sistema montañoso de Sierra Nevada.*—Discusiones de la Real Academia de Ciencias de Gottingen. Tomo I, 1838-1844, pág. 261.

correspondientes á grandes bancos, cuyo buzamiento varía del S. al S.SO., y se conserva invariable en el llano hasta Capileira.

En el camino de Durcal al Cerro del Caballo las capas tienen el buzamiento al O., y en el camino de Neveros, en cuanto se pasa el Peñon de San Francisco, se encuentran las pizarras arcillosas y micáceas con buzamiento hácia el Noroeste, y esta inclinación sigue hasta Prado Redondo, cambiando el rumbo cuanto más se sube.

El declive de las capas se presenta muy marcado estando en la cumbre de la Veleta y mirando al E. á la Alcazaba, hácia la escarpada montaña Muleyhacen (propriadamente debia escribirse Muley-Hassan). Justamente al pié S. de la Veleta, cortada casi perpendicularmente por el N., surge un brazo del Genil que corre por un profundo valle, en cuya orilla derecha se alzan el Muleyhacen y la Alcazaba, en donde las cabezas de las capas forman altas escarpas: lo mismo que sucede en Mina Estrella, donde se une el Barranco de Guarnon con el Val de Infierno y Val de Casillas. La parte superior del Picacho es una masa confusa de colosales trozos de pizarra.

Nuestro compañero el Sr. Pauk, al subir á lo alto del pico desde el Corral de Veleta, encontró en el terreno grandes trozos de hierro espático puro que debian corresponder á diversos filones intercalados en las pizarras, y para explotar semejantes criaderos deben haberse hecho las numerosas



galerías, la mayor parte arruinadas hoy, que se encuentran entre Huejar y Estrella.

En la mina *Exploradora* se ven gruesos filones de hierro carbonatado mezclado con piritita de cobre.

Segun nuestros datos, las pizarras forman en la region O. una semicúpula con inclinacion al NO. y al S., que se cambia luego al E., formando un pliegue anticlinal.

Los limites de las pizarras se han dibujado en nuestro mapa con bastante exactitud, y sólo entre Capileira y Mairena, á falta de datos, se ha seguido la direccion general.

CALIZAS Y FILADIOS.

Bajando desde el Puerto del Agua hácia el S., y siguiendo sobre las pizarras arcillosas y micáceas, se encuentra detras de Mairena un notable cambio de rocas, pues se presenta un afloramiento de filadios ó pizarras talcosas deleznales, que por sus colores de violeta y rojo vivo, se diferencian notablemente de las capas arcillosas de color oscuro.

Tambien de repente y con las mismas propiedades características, aunque no tan desagregados, se encuentran los filadios caminando desde Capileira á Orgiva. Precisamente en la Ventilla del Aire se dejan las pizarras arcillosas para encontrar los filadios blandos multi-colores.

Es imposible hacer una descripcion petrográfica determinada de estas rocas por causa de su extraordinaria variabilidad en el colorido que cambia del verde y violeta, al rojo y pardo. Algunas veces son los filadios muy arcillosos y se convierten en pizarras arcillosas y micáceas; pero no es difícil distinguirlas de las rocas pizarrosas de la Sierra, que no presentan una segregacion tan marcada.

Las pizarras talcosas ó filadios, están en su mayor parte combinadas con numerosas capas y lentejas de cuarzo.

Por cima de Adra hay filadios, con caracteres típicos, muy hojosos, y de hermoso color verde esmeralda con brillo sedoso.

En intima union con estos filadios encontramos grandes masas de caliza en una relacion difícil de precisar desde luego.

Estas calizas son generalmente de color gris, pero las hay tambien blancas, ya compactas, ya de textura cristalina, y si en ciertos casos se presentan con poca potencia, en otros componen toda la

sierra Lújar y gran parte de la Contraviesa. Es la roca en donde se encuentra la galena que desde tiempo inmemorial se ha explotado en las numerosas minas de las sierras Gádor y Lújar. Una idea exacta de la brusca sustitucion de los filadios por las calizas puede formarse, viendo los afloramientos de las rocas en el camino del Castillo de la Rabida, en la costa, hácia Torbiscon, uno de los pueblos de las Alpujarras.

En la escarpada costa se ven por todas partes pizarras talcosas con fuerte inclinacion al Sur, pero al llegar á la rambla de Albuñol se inclinan ligeramente á SE. El mismo Albuñol está edificado sobre calizas blandas y amarillentas, hallándose al Este del lugar una caverna en que se han encontrado restos prehistóricos.

En cuanto se deja Albuñol á la orilla derecha de la gran rambla, limitada por escarpadas rocas (en España se llama rambla el lecho seco que de cuando en cuando y despues de un aguacero se llena por un torrente que todo lo arrastra y que desaparece en seguida sin beneficio para la tierra), se encuentran calizas grises cristalinas, que luego están sustituidas por filadios blandos con buzamientos al SE. y S.SE. Toda la vertiente meridional de la Contraviesa, plantada de viñas y desde donde se descubre una vista magnífica, está constituida por los mismos filadios algo arcillosos, y bajando de esta montaña hácia N. se vuelve á la rambla de Albuñol, que por cima del pueblo cambia de direccion hácia el Oeste, formando casi un ángulo recto.

El camino de la rambla está intransitable por causa de la enorme cantidad de guijas que se amontonan durante las tormentas de otoño, y en las laderas de la misma rambla se vuelve á encontrar la caliza gris ántes de subir á la Contraviesa, sierra cuya altitud se ha señalado en el mapa en el paso por la Venta de Cáparo.

Ya hemos dicho que la solana de la Contraviesa se compone de filadios; pero en la umbria que baja á la derecha de la cortada rambla de Torbiscon hay repetidos cambios de bancos de caliza cristalina de color gris y de los filadios ó pizarras talcosas muy desagregadas. Precisamente delante de Torbiscon se alza una gran masa caliza, y en medio de la rambla se hallan tambien las rocas calizas que sirven de valla á los arrastres de guijas por el destructor torrente.

Están tan desmenuzados los filadios en la vertiente Norte de la Contraviesa, que al caminar se entierran los piés en el polvo blanco precedente de la desagregacion de la roca.

En este punto se adquiere el convencimiento de que las capas de

caliza están interestratificadas con las pizarras talcosas, y se confirma aún más esta opinión caminando desde Torbiscon por Lanjaron y Vélez á Motril. La rambla de Torbiscon desemboca en la del rio Grande, que á su vez lo hace en el Guadalfeo. La última, despues de abrirse paso á través de la sierra por numerosos y ásperos barrancos de escarpadas laderas, dilata su cáuce en Órgiva por un ancho valle, donde las impetuosas avenidas esparcen las guijas que acarrear.

Las escarpas de la rambla están formadas por una mezcla confusa de bancos de roca caliza muy fraccionados y de filadíos. Las calizas son ya granudas, ya compactas, de color oscuro con vetas blancas y con grandes planos de quiebra muy determinados.

Casi es imposible marcar la direccion ó buzamiento de las capas. En Órgiva, en donde el camino atraviesa diversas ramblas que desembocan en el rio Grande, están los filadíos cubiertos por grandes masas de detritus; pero estas rocas reaparecen junto con las capas de caliza en el camino hácia Lanjaron, cerca de cuyo pueblo se encuentra un banco calizo de más de cien piés de potencia con direccion de Oeste á Este, que en fuertes y ásperos declivios baja hácia la llanura, donde en un bosque de naranjos está situado Lanjaron, el lugar más hermoso de la Sierra. Esta caliza es en parte gris y granuda, y en parte marmórea y colorida con multitud de dibujos de fajas arqueadas de variados matices. Las cercanías de Lanjaron, así como el valle y los escarpados tajos de caliza tienen por suelo los filadíos talcosos. A unos cien pasos al Oeste del pueblo surgen de una pequeña rambla fuentes termales sulfurosas.

Cuán malo y quebradizo es el filadio para la construccion, lo prueba que la casa de baños hecha con ellos se ha arruinado enteramente por la desagregacion de la piedra, aún antes de abrir al público el Establecimiento.

Entre la rambla en que están las fuentes y otra situada más al Oeste, hay unas notables brechas calizas completamente locales. Los trozos de caliza blanca y cristalina están unidos por un cemento calizo ferruginoso, y numerosas vetas de hermoso aragonito fibroso atraviesan las brechas, y en los huecos se encuentran tambien con frecuencia agujas de aragonito en grupos radiales, causando todo el efecto de una formacion de acarreo.

Tambien detras de la rambla occidental se vuelve á encontrar la caliza gris cristalizada, que aqui contiene con frecuencia trozos de caliza negra, presentándose luego una alternancia de capas de caliza y

de filadio, cuyo espesor llega á 50 centímetros. La caliza se convierte con frecuencia en cipolino por contener cierta cantidad de mica, y el buzamiento de esta série de capas es al O. y O.SO. con una inclinacion de unos 15°. Si pudieran existir dudas acerca de la íntima relacion de la caliza con los filadíos, desaparecerian por la observacion de esta localidad.

Poco despues del sitio en que el camino á Tablate marcha entre escarpas de serpentina, asoman los filadíos sumamente fraccionados, y en el camino á Motril se ve tambien en el primer túnel perfectamente determinada la alternancia de la capa de caliza y la pizarra talcosa.

En el valle aparecen filadíos talco-arcillosos entrelazados con muchas lentejas de cuarzo, y por bajo de Vélez tambien se encuentra una gran masa de caliza porosa y de tinte amarillento. Los bancos de esta roca están casi horizontales, hallándose bien determinados en la orilla del Guadalfeo. Calizas análogas componen toda la sierra de Lújar, en cuyo pié occidental se encuentra el bonito pueblo de Vélez.

En el camino de este pueblo á Motril, y en el cerro que se halla al separarse del rio, solo se ven pizarras calizo-arcillosas sin afloramiento ninguno de caliza.

Unos tres kilómetros ántes de Motril forman las sierras un semicírculo de alta vertiente, entre las que sobresale el cerro de Guardia, constituido por calizas en la cumbre y filadíos en la base. Todo el espacio ó terreno entre Tablate y Motril está completamente desnudo de vegetacion.

El extraordinario calor que despide el suelo y el insoportable polvo producido por los filadíos desmenuzados, causan molestias insoportables en los viajes por esta comarca, en donde sólo se encuentra agua amarga y escasa, y como únicos representantes del reino vegetal, algunas raquíticas higueras cubiertas de polvo y contadas pitas.

Los buzamientos de las capas fluctúan entre S.O. S. y S.E., que se repiten en los filadíos de la loma que se extiende hasta la costa, y que separa la gran llanura de Motril y la pequeña de Calahonda, cerca de cuyo puerto asoman grandes bancos de calizas que por Oeste y Sur terminan en altas escarpas en el mar, mientras que por el Norte siguen las calizas en el áspero sendero que conduce á Gualchos. Segun de Verneuil y Collomb⁽¹⁾, debe haber aqui calizas numulíticas.

(1) *Bulletin de la Société géologique*. T. X, 2^e serie, pág. 85.

Al Oeste de la sierra Lújar, ya fuera del territorio que comprende nuestro mapa, está la sierra Almirajara, que forma una prolongación natural del promontorio Sur de la Nevada, y se compone también de filadíos talcosos y capas de caliza.

Una interesante observación puede hacerse entre Órgiva y la Venta del Aire, pues al subir desde la tajada rambla de Órgiva donde por todas partes asoman los filadíos talcosos de color rojizo, se ven en algunos sitios capas de esteatita pura. Delante de Saportujar se hallan dos grandes bancos de caliza sobrepuestos á los filadíos, volviéndose á encontrar después de este lugar otro gran depósito calizo. La roca se divide en delgados lechos que buzan á S.S.O., siendo substituidos por otros de hierro oxidado rojo. Continúa este mineral en una extensión de más de dos kilómetros hasta la Venta del Aire, y en algunos puntos se encuentra caliza pura entre la mena. No hay duda alguna de que aquí se ha ido verificando una transformación de la roca caliza por medio de aguas ferruginosas, y claramente se ve que la sustancia mineral ha formado vetas y masas aisladas que aún contienen cierta cantidad de carbonato cálcico, por más que se haya metamorfoseado casi por completo el mineral primitivo.

Al extremo oriental del territorio recorrido entre Ugijar y Adra, se ve también, aún cuando con poca claridad, la interposición de la caliza entre las pizarras talcosas ó filadíos. Por bajo de Ugijar, en la rambla del Río Grande, que sigue hasta Adra, hay estas mismas rocas con numerosas venas de cuarzo, viéndose los filadíos sumamente plegados y rotos, y con un buzamiento general hacia el Mediodía.

A una media hora por bajo de Ugijar se encuentran brechas cuarzosas con cemento silíceo, y en la rambla hay grandes fragmentos de la roca; pero desgraciadamente no he podido formarme idea acerca de la situación entre la pizarra de esta roca, cuyos elementos cuarzosos suelen estar huecos. Ansted ⁽²⁾ hace mención de un conglomerado cuarzoso en Málaga, «composed of quartz pebbles cemented by a quartzose paste with sand.» Este se cambia insensiblemente, según él, en pizarras metamórficas, y aquella roca aparece también en las cercanías de Málaga, pues Ansted distingue de abajo á arriba: 1.º, pizarras arcillosas granatíferas; 2.º, pizarras que en Málaga se convierten en conglomerado cuarzoso.

(2) *On the Geology of Malaga and the southern part of Andalusia (Quaterl. Journ.)* T. XV. 1859, pág. 585.

Nuestro compañero Sr. Pauk ha encontrado conglomerados análogos por cima de la rambla seca y en el valle de Lecrin.

En la venta que hay en el río por bajo de Benimar, vuelven á aparecer de pronto las calizas separadas de los filadíos por una línea de quiebra muy señalada; línea que no es el resultado de una falla, sino obra de la corrosión hecha por las aguas. La caliza es aquí en parte pizarrosa y de color gris con numerosas vetas blancas.

A pesar de muchas investigaciones, no he podido encontrar restos fósiles.

En cuanto la rambla cruza la formación caliza, se estrecha hasta medir apenas 20 metros, hallándose cerrada por altas escarpas verticales cortadas de vez en cuando por los cauces de las infinitas corrientes que en tiempo de lluvia surcan las montañas con multiplicados barrancos. En el lecho seco del río son muy notables las rocas pulimentadas y corroidas, que á veces tienen una altura de cuatro metros sobre el suelo, así como los numerosos hoyos circulares, todo lo que prueba la acción de una viva fuerza hidráulica. Si se nos pregunta si es posible que estos efectos corrosivos se produjeran por el agua, que sólo algunos días al año y después de un violento aguacero inunda la rambla, casi podríamos negarlo, pues los habitantes de las cercanías del Río Grande me contaron que muchas veces pasan dos años antes que una avenida llene la rambla, que á los pocos días vuelve á quedar tan seca como antes; por el contrario, todos los hechos hacen suponer una abundancia inmensa de agua en la Sierra en tiempos pasados.

Las capas calizas en el desfiladero están muy destrozadas y presentan numerosas roturas y pliegues. Al Este de este sitio Hausmann hace mención de una masa de yeso; pero nosotros sólo hemos visto los filadíos en el punto en que más al Sur se extiende y ensancha la rambla. Es muy interesante el ver que repentinamente surjan aquí numerosas fuentes, que al poco rato forman un importante arroyo.

Hasta Adra continúan los filadíos satinados y de colores brillantes.

Resumiendo ahora todo lo que sabemos de los filadíos y calizas existentes al Sur de la Sierra, así como los datos referentes á las pizarras micáceas y arcillosas de la falda meridional de Sierra Nevada, podremos establecer que hay en aquella región, y generalmente en el Mediodía, un mineral pizarroso, unas veces micáceo y otras talcoso, que bien alterna con bancos de caliza, bien encierra grandes masas de la misma sustancia, las cuales constituyen las mayores alturas del promontorio meridional. La estratificación de esta zona, aún cuando

muy variable, no presenta relacion alguna con las pizarras micáceas y arcillosas de la sierra, donde tampoco se ha podido hallar la más insignificante capa de caliza.

Pasemos ahora á la falda Oeste y Norte de la Sierra, y veamos si hay aquí tambien representantes de la formacion que se acaba de describir.

En el camino de Beznar á Granada se ven cerca de Durcal masas de rocas muy quebradas, por entre las que se abre camino, en la Vega, la rambla seca que desemboca cerca del pueblo. Son dichas capas de caliza dolomítica de color blanco azulado, y de tan poca coherencia, que apretándolas en la mano se deshacen en granos angulosos del tamaño de un guisante, que cuando constituyen la roca están cimentados por una sustancia blanca y pulverulenta. Esta caliza se encuentra formando el suelo en un espacio bastante considerable, subiendo desde Durcal al cerro de Caballo.

En Padul se ve hácia Oeste una cresta plana de caliza brechiforme, de color rojizo, y parece que la zona caliza ha alcanzado su mayor desarrollo en la parte Oeste de la Sierra.

En el camino de los Neveros disminuye la amplitud del terreno ocupado por la caliza, que alcanza á una gran altura, siendo la textura de la roca y el color blanco azulado, idénticos á los de la que se encuentra en Beznar; pero los bancos presentan buzamiento á Noroeste, y una inclinacion de 20 á 50 grados.

Más arriba, hácia el Peñon de San Francisco, asoma la caliza de color gris, de grano fino á veces, y otras compacta ó lamelar y atravesada por numerosas vetas blancas, en delgadas capas intercaladas entre los filadíos. Muchas veces se busca en vano la estratificacion; pero no es raro hallar luego de pronto una zona de pocos metros de espesor de pizarras calizas en capas de orientacion bien marcada, y sin mayor grueso que el carton.

El laminado se indica con frecuencia en las calizas con una serie de listas alternas blancas y negras.

Entre estas calizas tienen gran importancia los depósitos de gredas pizarrosas, que muchas veces se convierten en areniscas de grano fino, muy semejantes á las pizarras y areniscas ordinarias. Estas rocas pizarreñas tienen por lo general colores muy vivos (violeta y rojo) que permiten reconocerlas de lejos, presentándose á manera de escorias y sus restos cubren el suelo en todos los sitios donde afloran á la superficie.

Siguiendo el camino del Nevero por el cerro circunscrito al Norte por el rio Genil, y al Sur por el Monachil, se descubre un extenso horizonte, y por la forma del suelo se puede saber fácilmente á larga distancia dónde terminan las calizas y dónde empiezan las pizarras arcillosas y micáceas, reconociéndose entre las primeras y al Mediodía del observador, la cima del Trevenque, que sobresale entre una infinidad de escarpadas rocas.

Ya desde Alhendin, en el camino de Granada á Motril, se divisa esta parte, la más pintoresca y agreste de la sierra, por donde corren el Monachil y el Dilar. El camino va junto al primer rio, pasando por la notable fuente de la Vibora, y despues por el pié del Peñon de San Francisco, donde la caliza presenta, como en toda la region, la direccion NO. á SE.

Pasado el Peñon, aparece á poco rato una caliza granuda con pequeñas hojas de mica, y en seguida asoma la primera zona cristalina de las pizarras de Nevada, siendo aún más estrecha que la que acabamos de citar en la region caliza de la parte del valle del Genil.

Algo por bajo de Huejar se presentan gruesos bancos de brechas calizas, con buzamientos ya al NO. ya al NE., reuniéndose en este punto dos variedades de calizas, una negra y compacta y otra blanca cristalina, dominando la primera por cima de Huejar, y estando atravesadas las capas por vetas blancas, circunstancias casi constantes hasta que asoma la primera zona cristalina de la sierra, en la que se vuelve á encontrar el cipolino granudo.

Al Norte de Huejar se extiende cada vez más el terreno calizo, y todo el terreno de la sierra Jarana hasta el Genil es tambien de la misma clase.

Para mayor claridad en la explicacion, haremos un relato de dos expediciones efectuadas en este territorio.

En el camino de Granada á Guadix se ve siempre las calizas en los términos de Santillan y Diezma, y en la barranca del segundo pueblo citado se incinan al Norte, atravesando en seguida el camino hácia el SE. Estas calizas son blancas y cristalinas, siendo de la misma clase la de las sierras Alfacar y Jarana, que buzan fuertemente al Mediodía. El mismo carácter petrográfico tienen las calizas hasta llegar á los Dientes de la Vieja, punto el más alto del camino donde asoman las serpentinas, que llegan hasta la venta del Molinillo, en donde nace el rio Tardes, que corre al Este.

En este punto aparecen las areniscas y margas de colores rojos y

violados, que con frecuencia toman el aspecto de filadíos muy hojosos. Por todas partes en las pendientes de la montaña se reconoce la presencia de estas rocas con las manchas de color fuerte que tiene el suelo, y una hora por bajo de Molinillo se puede observar claramente la interposicion de las calizas.

Cuanto más se camina al Este, más pierden las calizas su aspecto blanco y cristalino, y pasan á ser compactas y de color oscuro. Por bajo de Diezma termina la formacion caliza con una rápida pendiente, á cuyo pié se extiende la llanura de Guadix.

Más al S. he recorrido la formacion caliza entre Guenta, La Peza y Lugros, en donde presenta interesantes variaciones; así es que unos tres kilómetros por cima de Guenta se encuentra la caliza dolomítica déleznable, igual á la que hemos descrito en el camino de los Neveros y Beznar; mas pronto aparecen las calizas compactas lamelares de color gris, cruzadas por vetas blancas, y acompañadas por algunos lechos muy plegados de pizarras arcillo-micáceas de gran tenacidad. Las capas calizas presentan aquí figuras muy caprichosas, y en el origen del arroyo llamado «Aguas blanquillas» tienen los bancos de la roca una inclinacion de 75 grados con buzamiento al N.N0.

En medio de este terreno se encuentra la aldea de Tocon, y para ir desde aquí al valle longitudinal que desemboca en La Peza, se pasa un cerro muy quebrado, constituido por las calizas cristalinas, y despues se encuentran, con las calizas compactas y de color gris, gruesas capas de pizarra arcillo-micácea.

Saliendo desde La Peza, asentada en las calizas lo mismo que el antiguo castillo del pueblo, y caminando al Sur, hácia Lugros, se sube primero un cerro calizo para bajar luego á un valle cubierto de abetos y robles siempre verdes (el único punto de la sierra con vegetacion de que yo tengo noticia), donde se presentan además las areniscas y margas de colores vivos que ya conocemos, teniendo su buzamiento al Norte. Las alternancias de las rocas son muy frecuentes; pero los lechos, por punto general, de poco espesor.

Más al Sur hácia la Nevada, se encuentran pizarras cuarzosas y, por último, una banda de filadíos, mientras que cerca de Lugros asoman las pizarras arcillo-micáceas de la sierra.

Como se ve en el mapa, la formacion caliza termina en curva, vuelta hácia el Oeste al llegar á la llanura de Guadix, lindando con las pizarras de la sierra, pudiendo presumirse que las calizas sigan por bajo de la llanura, segun se justifica al ver algunas colinas calizas que

se alzan en ella, y entre las que podemos citar las de Alquife y Calahorra, ambas coronadas por castillos de moros.

En el primero de estos puntos la formacion aparece dispuesta en espesos bancos, que se inclinan por todas partes alrededor de la cima del cerro, bancos entre los que se hallan abundantes asomos de mineral de hierro, que en filones, cuyo espesor llega á veces á cinco metros, cruzan la masa de la roca, encerrando en ciertas ocasiones partes intactas de la misma caliza. Del beneficio ó explotacion de estos depósitos desde tiempos remotos, proceden sin duda las grandes excavaciones que existen en la localidad, y si en la actualidad no se explotan, se debe sin duda á la falta de combustible para su beneficio. La caliza está además cruzada por numerosas quebras perpendiculares entre sí, y que muchas veces son paralelas á los filones de mineral de hierro.

En este sitio puede estudiarse perfectamente la transformacion de la caliza en mineral de hierro por la accion de aguas minerales.

Desde Alquife, siguiendo siempre por el límite del terreno pizarreño, se tropieza en Calahorra con otra colina caliza, en donde se halla el castillo moruno mejor conservado de toda la sierra. La roca se presenta con una estratificacion muy marcada, y en la base de la formacion se descubre una brecha caliza que se apoya en rocas tambien calizas de color gris y á veces negro, y que desagregándose por la accion de las influencias atmosféricas, dan lugar á terreros de color parduzco. El buzamiento general de las capas es al NE., y la inclinacion no pasa de 15°.

Separado de esta colina por una corta distancia, se encuentra al Este otro cerro calizo mucho más alto, y de composicion petrográfica análoga.

El pueblo de Calahorra descansa en parte sobre las calizas, en parte sobre las pizarras, que son esencialmente calíferas en el Norte de la sierra, mientras que al Mediodía apenas se halla otra roca que los filadíos que disminuyen hácia el Oeste y desaparecen casi por completo en el Norte. En cambio encontramos interpuestos entre las calizas los filadíos y las areniscas, que á veces se hallan tambien en la region Sur, segun puede observarse en Notacz, al Norte de Torhiscón, donde las calizas van además acompañadas por cinabrio y carbonato de cobre.

No ha podido formarse una opinion determinada respecto á si las calizas intercaladas entre los filadíos tienen la misma edad que las de

Oeste y Norte; pues si bien no se encuentra una gran diferencia petrográfica, sin embargo, en la caliza acompañante de los filadidos predomina la textura cristalina y el color blanco, pero la completa carencia de fósiles impide determinar la edad con exactitud y diferenciar unas rocas de otras; no obstante, como la textura y el color son diferentes para las calizas que acompañan á los filadidos de las que están sobrepuestas, hemos distinguido en el mapa unas de otras.

Por lo que hace á las calizas intercaladas, varían también mucho en su estado petrográfico, y en el mapa se han incluido todos los depósitos calizos conocidos; su número aumentará ciertamente en gran manera en cuanto se proceda á un detenido reconocimiento del terreno.

La formación de filadidos y calizas se presenta sobrepuesta y concordante con las pizarras arcillosas de la sierra, y debe por tanto ser más moderna que estas; pero la edad absoluta de ambas formaciones quedará sin resolver mientras no se encuentren fósiles característicos. Es incuestionable que las pizarras arcillosas de Sierra Nevada nunca pasan á ser filadidos, lo cual prueba que ya antes del tiempo en que actuaron las acciones del metamorfismo existían dos series de rocas petrográficas completamente distintas, pues no se puede admitir que las mismas causas hayan producido en unas capas transformación en filadidos y calizas, y en otras, pizarras arcillo-micáceas. Lo que sí es admisible, es suponer que las pizarras procedan de rocas esencialmente arcillosas, y los filadidos de margas dolomíticas semejantes á las del Keuper de Tubinga, que alternaban con estratificaciones calizas, que á su vez han proporcionado por el metamorfismo las capas de carbonato de cal que hoy acompañan á los filadidos.

Verneuil, que no establece diferencia entre los filadidos y las pizarras arcillosas⁽¹⁾, considera como triásicas las pizarras de Sierra Nevada, tanto por estar cruzadas por filones de una roca verde probablemente diorítica, cuanto porque petrográficamente el conjunto estratigráfico es semejante al de la formación triásica, oponiéndose á la idea de que aquellas rocas sean silurianas, dada la existencia de calizas que no se hallan entre las rocas de los períodos paleozóicos de Sierra Morena.

Verneuil y E. Colomb⁽²⁾ dividen de abajo arriba el triás español en la provincia de Valencia del siguiente modo:

(1) *Bulletin de la Soc. géol.*, tom. 13, 2.^a s., p. 708.

(2) *Coup d'œil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne. Bulletin de la Soc. géol.*, 2.^a s., tom. 10, p. 146.

1. Areniscas rojas constituidas por cuarzo y mica y acompañadas en la base por pudingas.

2. Caliza amarilla ó gris, equivalente á la caliza conchifera, encerrando restos fósiles de la *Arvicula socialis* y una pequeña *Lima*.

3. Margas, arcillas, yeso y sal gema. El yeso contiene los llamados jacintos de Compostela.

Estas tres clases de rocas corresponden, pues, al Sandstein, Muschelkalk y Keuper de la formación extra-alpina. También, según el Sr. Vilanova y Piera, en su Memoria geognóstica agrícola sobre la provincia de Castellón, el triás está constituido, contando de abajo arriba, por asperones calizos y margas con yeso. El asperon se convierte con frecuencia en pizarras arcillosas y silíceas de color rojo, que se quiebran con mucha facilidad.

Las margas que hay encima de las calizas son comunmente rojas y amarillas, mezcladas con yeso; estando todas las rocas, según él, atravesadas por diorita.

De todo se deduce, que las pizarras de Sierra Nevada no pueden corresponder á la zona de los filadidos y calizas, y acaso deban considerarse las primeras como sedimentos paleozóicos (silurianos ó devonianos) transformados, y la segunda serie de rocas como depósitos triásicos metamorfoseados.

Las últimas ramificaciones orientales de la cordillera andaluza forman las sierras de las Estancias, de los Filabres, Alhamilla, Cabrera y de Almagro, situadas en la provincia de Almería, estando todas constituidas por rocas metamorfoseadas.

En las sierras Cabrera, Alhamilla y de los Filabres parece que se puede distinguir un antiguo terreno de pizarras arcillo-micáceas, y encima hay sobrepuestos filadidos alternantes con calizas.

El Sr. Donayre⁽¹⁾ describe entre las rocas que ocupan aquel territorio, unas calizas completamente análogas á las que hemos visto en Sierra Nevada, y añade hay filadidos que tienen en algunos puntos yeso, y que también se encuentran filones de mineral de hierro pardo completamente análogos á los que hemos visto en la Venta del Aire; pero no son eruptivos, como dice D. F. Donayre, que considera como

(1) *Boletín de la Com. del Mapa geol. de España*, tomo IV. Datos para una reseña física y geológica de la región SE. de la provincia de Almería, páginas 34-50.

palcozóico todo el terreno, fundándose en su analogía con el de Portugal.

La sierra de las Estancias, ramificación septentrional del terreno metamórfico, según Daniel de Cortázar ⁽¹⁾, se compone de filadidos y calizas cristalinas y cuarcitas. El autor considera aquí las rocas como triásicas, tanto más cuanto que en muchos puntos hay sedimentos claramente triásicos no transformados, y ambas formaciones presentan gran analogía petrográfica.

En el primer punto, ó sea donde los materiales triásicos no han sufrido alteración notable, su edad, á falta de fósiles, muy raros en las capas del período triásico de España, sólo puede determinarse por analogías petrográficas: la formación se compone de calizas más ó ménos dolomíticas, margas y areniscas, cuyas dos últimas rocas suelen alternar, si bien dominan con frecuencia en la base los materiales cuarzosos, y los arcillosos en la cumbre. La marga va muchas veces acompañada de yeso, y como carácter distintivo del trias español contiene jacintos de Compostela y numerosos filones de una roca verde, análoga á la diorita.

Sin duda que es chocante que si las pizarras metamórficas son materiales triásicos transformados, se hayan cierta parte librado de la transformación; sin embargo, en otros países se han visto casos análogos en que una série estratificada ha quedado en parte invariable, mientras que el resto se ha transformado.

Desgraciadamente no he podido hallar en Sierra Nevada ningun filon de la roca verde, de que hablan varios autores. Tampoco he podido encontrar este mineral en los depósitos de aluvion más modernos, terciarios y postpliocenos, que han tomado todos sus materiales de la sierra; pero no se me ocurre poner en duda su presencia.

El único mineral acaso propio de aquí, le encontré formando algunos guijarros, del tamaño de la cabeza, en un campo de trigo, en Jerez; es verde-oscuro, muy viscoso y tiene un peso específico extraordinariamente elevado, debido sin duda al hierro magnético; reconociéndose á la simple vista pequeños y numerosos granates.

La naturaleza de la masa de mineral verde, no es fácil determinarla, á causa de su grande descomposición; tal vez haya en las pizarras intercalaciones de este mineral, algo parecido á la eclogita.

(1) Boletín de la Com. del Mapa geol. de España, tomo II, págs. 59-68.

ROCAS JURÁSICAS.

CALIZAS.

Mirando desde la Alhambra hácia el Norte, se ve una montaña caliza que se eleva rápidamente sobre la llanura: es la sierra Elvira, distante en línea recta de Granada una milla geográfica.

Por todas partes se ve alzarse sobre el llano sus alturas, que sobresalen unos 200 metros, y están constituidas por bancos compactos de caliza en su mayor parte con buzamiento al Noroeste.

La caliza es gris, fosilífera, con fractura pizarrosa, y va acompañada por ptanita oscura, unas veces en vetas y otras en capas. Algunos bancos de la caliza tienen textura cristalina y se han aplicado como mármoles, pero hoy están abandonadas las canteras.

Entre la roca encontré restos confusos de *Bivalvas*, y entre los materiales desagregados de la superficie muchos tallos de *crinoides*. También se han encontrado en este sitio *Ammonites* que fijan la edad jurásica.

Verneuil y Colomb dicen ⁽¹⁾: «Dans la sierra d'Elvira près de Grenade, dans celles d'Antequera et de Ronda, dans les montagnes de Cabra et de Baena au Sud de Cordoue on a trouvé des Ammonites jurassiques.» El «Quarterly journal», tomo 27, 1871, habla también de la formación jurásica de Antequera, á unas diez millas geográficas al Oeste.

En el Norte de la provincia de Almería la sierra de María corresponde á los grupos del Lias y la Oolita, hallándose constituida por calizas cristalinas, margas con jaspes y piritas y calizas oolíticas ⁽²⁾.

ROCAS TERCIARIAS.

FORMACION YESOSA.

Al Oeste de Alhendin y al Sur de Granada hay una formación muy abundante en yeso, acompañada por margas calizas y bancos de areniscas micáceas. Detras de Gabia, pueblo al Suroeste de Alhendin,

(1) Bulletin de la Soc. géol., tomo 43, pág. 708.

(2) Cortázar. Boletín de la Comision del Mapa geol., tomo II, págs. 44-50.

forman las capas una línea sinclinal, desde la que buzan por un lado al SO. y por otro al NE. Al Mediodía del pueblo se alza de la llanura una colina que se extiende de NO. á SE., subiendo por este rumbo á mayor altura para constituir el cerro llamado Monte Vivo.

En las vertientes de estas alturas aumenta el ángulo del buzamiento de las capas de yeso y alabastro, que también se explotan detrás de Gabia. Al pie Sur del cerro se halla el pueblo de La Mala. La formación yesosa tiene aquí un fuerte buzamiento al NO., y está perfectamente estratificada. En el mismo pueblo nacen varios manantiales abundantes salinos, de los que anualmente se preparan por evaporación natural, y en depósitos á propósito, unos 6000 quintales de sal. Algo más al Sur surgen aguas sulfurosas que tienen gran reputación medicinal. Hacia Escuzar el yeso está en relación con calizas tobáceas miocenas, de que después hablaremos.

En el camino Real de Motril, entre Alhendin y Padul, se ven grandes cortes de la formación yesosa, que presenta su buzamiento al Noroeste, y en el punto más alto que recorre el camino entre Granada y Motril, en el sitio conocido por «El Suspiro del Moro,» se ven también los bancos de la misma formación.

Más adelante tendremos ocasión de hablar acerca de la edad del yeso, entre cuyas capas no he encontrado fósil alguno.

GONFOLITAS MIOCENAS.

Esta serie de rocas son acaso las más interesantes de la sierra; y se encuentran perfectamente desarrolladas en el valle del Genil, donde nosotros las estudiaremos con detalles.

Poco antes de llegar al pueblo de Senes, subiendo la pendiente del Genil, por entre los modernos conglomerados horizontales de la Alhambra, asoman bancos sabulosos con buzamiento al N.NE. La roca está constituida por un cemento arenoso micáceo, ya margoso, ya arcilloso, que reúne numerosos guijarros, cuyo volumen llega á veces á algunos metros cúbicos; en su mayor parte están algo redondeados, pero no tanto como ordinariamente las guijas de los ríos. Los cantos son de los mismos minerales de la sierra que se encuentra en los contornos de las fuentes del Genil, esto es, cuarzo, pizarras arcillo-micáceas, pizarras granatíferas, serpentinás y hasta algunos trozos de caliza.

En varios puntos cerca de Senes disminuye tanto el cemento,

que cree uno tener delante de sí una confusa masa de escombros revueltos, ó una morena; sin embargo, delgadas capas de marga que asoman entre estos materiales, indican siempre la marcha y disposición de los estratos.

En otras ocasiones predomina tanto el cemento, que resultan verdaderos bancos de marga de estratificación muy repetida, encontrándose con frecuencia algunos guijarros de los de forma más prolongada, dispuestos paralelamente á las estratificaciones. En la venta por bajo de Huejar hay muchas de estas capas delgadas, y también logré reunir allí cierto número de fósiles marinos, que el Sr. T. Fuchs declaró desde luego como miocenos.

Son estos un *Pecten* de unas tres pulgadas de diámetro con anchas costillas, semejante al que se encuentra entre las rocas de Schio, evidentemente miocenas, *Tellina* de adornos muy finos, fragmentos de *Cardium*, puas de *Echinodermos*, algunos *Briozoarios* y otros restos orgánicos insignificantes. Es interesante añadir que en los numerosos guijos depositados en fila entre la arcilla fina, encontré pequeñas conchas de *Ostrea*.

Desgraciadamente los fósiles sólo se presentan en vaciados, y aunque durante un día entero busqué entre las margas de la venta, no pude encontrar otra cosa mejor. Por lo demás, en todo el yacimiento hay esparcidos restos orgánicos, pues yo mismo hallé fragmentos de conchas en aquellos puntos en que el cemento disminuye.

En el valle del Genil la formación está muy estratificada, por lo cual se puede seguir desde lejos la marcha del sistema.

En general se puede decir que la marga forma más bien el suelo ó llano y los aglomerados de rocas las pendientes. El agua ha actuado fácilmente en estos materiales tan poco coherentes, pues el Genil ha excavado entre ellos su lecho de algunos centenares de pies de profundidad, quedando en el valle altos mogotes de roca perfectamente estratificada y libres de la corrosión.

También en el camino de los Neveros se encuentra la gonfolita miocena en espesos bancos, que buzan al NO. En este sitio se ven muchos trozos de caliza, habiendo hallado también aquí en gran cantidad *Pecten* y *Tellinas* fósiles.

Desde la fuente de la Vibora, que está muy dentro de la formación calcárea, se ve claramente por encima de Huejar el límite entre dicha formación caliza y las gonfolitas, marcado por una gran hondonada de la montaña, por donde va un sendero á Guenta. Desde este

sitio se nota también perfectamente que ambas formaciones están discordantes, elevándose la caliza en bancos muy inclinados.

Al Norte del Genil es algo diferente la formación de las gonfolitas, pues siguiendo desde Senes á Aguas Blanquillas, se encuentra aquella en bancos con cruzamiento al N.NO. é inclinación de 15 grados. En Dudar se distingue un banco muy sabuloso de 4 metros de espesor, que puede seguirse hasta Guenta, donde desaparecen casi por completo las guijas, y los bancos son calizos y en parte silíceos, hasta que en ciertos puntos forman un macizo apoyado en las calizas. También desde la altura de Guenta se ve muy bien la discordancia de ambas formaciones, y siguiendo la de las gonfolitas aún más al Norte se notan en la misma conglomerados calizos con cemento calizo.

En Fazgro se inclinan los bancos ligeramente al Norte, y dudo que allí correspondan al mioceno, lo mismo que la toba caliza blanda que hay por cima de Santilla, y todo lo considero más bien como formaciones recientes, no teniendo absoluta seguridad por falta de fósiles. Más al Mediodía continúan las rocas del período mioceno con estratificación bien marcada hasta Alhendin, siendo difícil señalar los límites entre ellas y la formación yesosa que asoma en estos sitios.

En las cercanías de Bezna se hallan también los representantes del grupo de las gonfolitas, y esto se ve bien claro viniendo de Lánjarón, pues se encuentra en el camino real de Motril un yacimiento margo-sabuloso que se extiende por los barrancos de Tablate y Talárron, y en todos los cortes de las terreras que afluyen al camino, estando perfectamente estratificado y compuesto en su mayor parte de greda acompañada algunas veces por grandes guijarros. Me fué difícil hallar en este sitio, y en el poco tiempo de que podía disponer, fósiles bien característicos.

Considerando los distintos materiales de la formación de las gonfolitas, se ve fácilmente que están en íntima relación con las partes adyacentes de la sierra, pues en las orillas del Genil se componen exclusivamente de los mismos minerales que aún hoy se encuentran en las fuentes del río; los más próximos al terreno calizo, ó en el punto en que el mismo alcanza un gran desarrollo, contienen fragmentos calizos y se convierten también, como en Guenta, en areniscas calíferas. Los guijarros en Tablate y Beznar son en su mayor parte de filadío y de caliza.

Es también importante el hecho de que el mayor desarrollo de la formación de las gonfolitas coincide con el actual valle del Genil. Esto

parece probar que donde ahora corre el río, en la época miocena desembocaba en el mar un gran curso de agua, cuyos sedimentos han sido extendidos y estratificados más tarde por el mar.

Cuando por primera vez observé en Huejar aquellos colosales cantos en revuelta confusión, involuntariamente pensé en el período glacial y en los ventisqueros; pero desistí de esta idea en cuanto observé la marcha de la estratificación y encontré fósiles, pudiendo así descartar el pensamiento de arrastres verificados por los heleros miocenos, tanto más cuanto que en la sierra se encontraban todos los materiales necesarios para la formación de las gonfolitas, habiendo, pues, idénticas razones que las que hicieron á Gastaldi no admitir un período glacial mioceno en Ramsa.

CALIZAS MIOCENAS.

Al Sur de Escuzar se eleva un cerro constituido hasta las dos terceras partes de su altura por la formación yesosa en bancos alternantes de marga y yeso, y coronado por calizas de unos 5 á 6 metros de espesor. Las capas en que estas se hallan divididas, son de pocos piés de espesor y buzan ligeramente al Este.

La caliza es blanquecina y blanda unas veces, y muy blanca y algo más compacta otras: están cuajadas de restos de plantas, así como también de carapachos de bryozoarios y fragmentos de conchas de moluscos; pero los fósiles bien conservados son raros, aunque pueden distinguirse con frecuencia valvas de *Ostrea* y *Pecten*. El Sr. Fuchs ha clasificado un fósil bien conservado como *Pecten Zittelli*, especie no publicada aún y correspondiente á la fauna miocena del desierto de Sinah, cuyos fósiles coleccionó Zittel y estudió Fuchs. Otra concha corresponde al *Pecten acuticostatus*, Sow.

Tales son los datos paleontológicos recogidos y pertenecientes á las formaciones terciarias de Andalucía, cuyo conocimiento se debe principalmente á Ansted y Silvertop, de los que también proceden las únicas noticias que hemos podido obtener sobre el desarrollo de estas formaciones marinas en la Vega de Granada.

En una Memoria ⁽¹⁾ describe Silvertop la formación de agua dulce

(1) On the Lacustrine basins of Baza and Alhama in the province of Granada and similar deposits in other parts of Spain. (Proc. of the geol. soc. of London. Tomo de 1834, págs. 216-225.)

de Baza, al Norte de Guadix, donde dice estar rodeada por calizas numulíticas. La disposición de los diversos miembros lacustrales concordantes es la siguiente: abajo margas con yeso laminar y fuentes salinas sulfurosas, y encima caliza compacta de color anteaado, idéntica á la del centro de Francia.

La cuenca de Alhama, á la que pertenecen el yeso y la caliza de nuestro mapa, tiene, segun Silvertop, desde Huetor Santilla hasta Alhama una extension de 56 millas inglesas, y entre Escuzar y Loja de 50 millas. Al Norte del Genil no hay depósitos terciarios. Toda el área de esta cuenca la forman conglomerados, margas y calizas, con fósiles de agua dulce, siendo los bancos más inferiores, segun Silvertop, de yesos, maciños micáceos y margas, sobre los que hay tambien aquí, como en la cuenca de Baza, caliza con *Paludinas*, *Planorbis* y *Linneas*.

En esta formacion incluimos nuestras calizas marinas, no habiendo encontrado restos de la caliza de agua dulce de color anteaado de la sierra de Baza. En una seccion entre Alhama y Loja, hace mencion Silvertop sucesivamente de las rocas siguientes:

1. Caliza numulítica.
2. Caliza fosilífera alternante en algunos puntos con una arenisca califera y un conglomerado de grano fino; la arenisca contiene restos abundantes del *Pecten reconditus*, que se halla entre las arcillas de Londres. (En este horizonte reconocemos el correspondiente á nuestras calizas miocenas.)
5. Yeso y marga.
4. Caliza de agua dulce con *Paludinas* y algunas capas muy delgadas de lignito.

Silvertop, en un libro publicado en 1856, hace una explicacion detallada de las rocas terciarias (1), presentándose las capas marinas, segun él, en la cuenca de Alhama sólo en fragmentos, á lo largo de una línea tirada desde Sierra Nevada, sobre Escuzar y Loja, en cuya localidad se presentan las rocas siguientes:

1. En la falda de la sierra que forman por un lado Monachil y por otro Dilar, hay capas con restos de *Zoofitos* de unos 20 piés de espesor que corren en direccion S. á N. desde Dilar á Monachil. Silvertop designa estas rocas como un agregado de color blanco y compuesto

(1) «Geological sketch of the tertiary formation in the provinces of Granada and Murcia.» London.

por restos de *Coralarios*, fragmentos de *Pecten*, *Balanus* y otras valvas, entre las que Deshayes distinguió la *Cardita squamosa*, el *Dentalium Bonéi*, la *Turritella subangulata* y algun otro de una *Caryophyllia* indeterminable específicamente. No es difícil reconocer pertenencia á este horizonte la caliza de Escuzar, siendo muy interesante para la estratigrafía de la sierra hallar dicha roca en alturas de unos 5000 piés.

2. Silvertop cita á Escuzar como una localidad donde ha comprobado la existencia del yeso de la caliza fosilífera marina, que no considera decididamente como terciaria.

5. En la orilla del rio de Alhama, entre Alhama y Arenas, está muy desarrollada la caliza fosilífera marina, á la que se encuentra unido un conglomerado reciente con elementos pizarrosos.

4. Entre Alhama y Loja, en el monte Majar, reaparece la caliza marina, lo mismo que

5. En la aldea de Salaz, á tres millas de Loja.

Continúan más al Oeste, á lo largo de la orilla Sur de la península ibérica, las rocas terciarias marinas, que nosotros consideramos como miocenas.

La arcilla fosilífera de los tejares de Málaga hace tiempo fué descrita por Ansted (1), y en la nueva carta geográfica de Portugal, en la escala de 1:500.000, debida á Ribeiro, se indican yacimientos análogos en Caulla, Albufeira, Lagoa, Alvor y Lagos en la costa Sur del reino. En estos puntos, y principalmente en Lisboa y en Málaga, las capas son notables por su abundancia de fósiles bien conservados y de especies bien conocidas.

En Alhama y Cacin descansa horizontalmente sobre la caliza marina un tramo yesoso, y sobre éste una caliza de agua dulce. El yeso de Escuzar y Gabia, que se halla debajo de la caliza marina, le considera Silvertop, en razon á su yacimiento, y tambien por su textura muy compacta y diversa del de Alhama, no como terciario, sino como secundario (?) y de la misma edad que el yeso que al Norte de Granada, en la sierra Jarana, aparece en union con las margas rojas y debajo de la roca caliza.

Como yo conozco solamente los yacimientos de Escuzar, no me atrevo á emitir aquí una opinion; pero desde luego debo llamar la atencion acerca del poco valor del método que se funda en sólo los

(1) «Quat. Journ.» Tomo 15, pág. 385.

caracteres petrográficos para la determinación de la edad de una formación. Tanto es así, que en las rocas lacustres del período mioceno de la Mancha hay areniscas rojas, margas y yesos en gran abundancia, que es imposible distinguir de los minerales correspondientes al triás español, tanto más cuanto que la mayor parte de las veces faltan los fósiles determinantes de la edad. También las areniscas rojas de los depósitos fluviales de la Auvèrnia se asemejan á las triásicas de la misma localidad.

Las margas y yesos continúan en la provincia de Málaga, y se extienden al Norte de la sierra de Antequera; pero en la vertiente Norte de ésta se encuentra una banda que corre de Noroeste á Sudeste de caliza tobácea marina, haciendo mención Silvertop de colinas aisladas constituidas por esta misma roca en algunos puntos de las cercanías de la ciudad de Antequera. La edad de estas calizas es fácil de determinar, pues entre los bancos se encuentran con frecuencia numerosos ejemplares de *Ostrea longirostris*, Lamk.

En el Norte de la provincia de Almería presenta la formación miocena marina algunas otras propiedades, estando constituida principalmente por gonfolitas y maciños de color claro, margas rojas y algún yeso, que D. Daniel de Cortázar refiere á los horizontes miocenos marinos (1). De fósiles cita el autor: *Hopolaria*, *Conus aldrovandi*, Brocch.; *Cypræa elongata*, ? Brocch.; *Cardium punctatum*, Brocch.; *Ostrea longirostris*, Lamk.; *Clypraster ambigenus*, Blain.; *Clyp. ægypticus*, Wright.; *Clyp. acuminatus*, Desor.; *Clyp. altus*, Lamk.; *Clyp. Reidii*, Wright.; *Astræa corsica*, d'Orb.

Al Sur de la provincia de Almería cita D. Felipe Donayre (2) bancos de gran extensión, que califica de pliocenos. Se componen, contando de arriba á abajo, de conglomerado, caliza y pizarras, y entre medias hay caliza amarilla y marga, y á veces importantes capas de yeso. Se han encontrado los siguientes fósiles: *Pecten gracilis*, *P. opercularis*, *P. jacobens*, *Patela costo-plicata*, *Pat. cerulea*, *Pat. lusitanica*, *Purpura hemastoma*, *Murex trunculos*, *Monodonta fragaroides*, *Balanus postularis*, *B. tintinabulum*, *B. latiradiatus*, *Ostrea lamellosa*, *O. edulis*.

Las capas pliocenas deben presentar en el Campillo de Uleila una altura de 609 metros sobre el mar.

(1) *Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España*. Tomo II. Reseña física y geológica de la región Norte de la provincia de Almería.

(2) *Boletín*. Tomo IV, págs. 50-63.

Igual aparición pliocena menciona D. Daniel de Cortázar al Septentrion de Huércal Obera (al Norte de la provincia de Almería), en donde la formación sigue hasta el mar, componiéndose aquella de margas, arenas, y en el declive conglomerados, citando como fósiles los siguientes: Dientes de *Charcharias*, *Pecten opercularis*, *P. polymorphus*, *P. dubius*, *Janira jacobæa*, *Strombus bubonius*, *Str. pugilis*, *Purpura striolata*, *Pectunculus inflatus*, *Balanus latiradiatus*, *B. tintinabulum*, *B. postularis*, *Ostrea corrugata*, *O. lamellosa*, *O. edulis*, *Turritella vermicularis*.

ROCAS MODERNAS.

FORMACION DE GUADIX.

Mirando desde la altura de Diezma hácia la extensa llanura de Guadix, sorprende en extremo el panorama que se extiende á los piés. En cuanto alcanza la vista por el Este se ven confusamente apiñadas multitud de colinas en forma de pirámides producidas por la corrosión de las aguas; son estas colinas de color rojo, y por entre ellas y á larga distancia se distinguen, en perfecta posición horizontal, algunas fajas de terreno de diferentes colores.

Una media hora por bajo de Diezma empiezan estos yacimientos, alternando con bancos perfectamente horizontales, de un conglomerado grueso de cuarzo y caliza unidos por medio de un cemento rojo de óxido ferruginoso, otras capas de arenisca rojiza y poca coherencia, en donde las aguas ejercen con facilidad inmensas corrosiones; y resulta que el conglomerado, como mucho más consistente, sobresale á manera de cornisa, representando formas semejantes á ruinas, torres y palacios, que por lo grandioso y extraordinario dejan muy atrás todo lo que he visto.

Cuanto más se aproxima uno desde el terreno calizo á la llanura, ménos gruesos son los conglomerados y más preponderan los elementos pizarrosos, y el cemento se hace más terroso y de color más oscuro, y aún cuando el mismo conglomerado subsiste, sin embargo, va disminuyendo de espesor y adquiriendo más consistencia; con las rocas que le acompañan desaparecen las formas de cornisa, hasta que en Porullena se echa de ménos casi completamente el conglomerado, y todo el yacimiento se compone de un polvo micáceo sumamente

fino, en el que se encuentran numerosos fragmentos de pizarra, cuya abundancia es tal algunas veces, que el suelo queda exclusivamente formado por trozos de aquella roca del tamaño de un puño, procedentes todos de la sierra. En la llanura es tan variable la formación de Guadix, que acaso nos hubiéramos confundido, si no nos hubiera sacado de la duda la ausencia total de calizas concrecionadas que tanto caracterizan el sistema mioceno.

En vano he buscado fósiles entre la formación de Guadix que se extiende por el Oeste á lo largo de la línea de división del terreno calizo hasta la Peza, y desde allí por la falda Norte de la sierra hácia el Este. En Jerez, Aldeire, Alquife y Calahorra dominan las pizarras arcillosas y micáceas.

Guadix está, según mis observaciones, á 965 metros sobre el mar; y Calahorra, situada á 1³/₄ millas geográficas en dirección Sudeste, se halla 555 metros más alta, y por lo tanto á 1518 metros sobre el mar.

Las capas del terreno son por todas partes horizontales, según he tenido ocasión de observar en los numerosos y profundos cortes de las ramblas, pudiendo apreciarse su espesor en los 555 metros que hemos dicho hay de desnivel entre Guadix y Calahorra, siendo probable que este mismo espesor tenga á lo largo de toda la pendiente desde Diezma hasta Sierra Nevada.

Por bajo de Diezma la potencia de las capas no pasará de unos 550 metros, sucediendo lo mismo en Jerez, que casi está al mismo nivel que Calahorra.

Todas las clases de roca de que se compone la formación de Guadix proceden de las inmediaciones de la sierra y de las montañas de Diezma. Donde aparece la cal resulta un conglomerado calizo, y donde domina la pizarra el terreno es pulverulento y arcilloso. Cuanto más se aleja uno del borde de la montaña, más pequeños son los fragmentos de las rocas que constituyen la formación, hasta que toda ella llega á ser completamente terrosa, según se ve en Guadix y Purullena.

Acercándose á la montaña, las capas tienen un cemento rojo de óxido de hierro, mientras que por el centro predomina uno más pulverulento y de color gris. Todo esto, así como las notables formas de estratificación, prueban que en la esta localidad los depósitos deben su origen á los arrastres hechos por el agua desde la montaña.

Dos hechos importantes, la dirección recta del borde de las estratificaciones en la parte exterior de la montaña y la posición completa-

mente horizontal, acaso nos inducirían á admitir aquí una formación marítima, si no nos hicieran desistir de esta idea la falta de orillas cerradas en el Norte y en el Este. Hechos que acreditan, en último término, el origen fluvial de la formación, tal vez debida al hundimiento de la parte oriental de la montaña caliza de Diezma, á que debieron necesariamente seguir grandes movimientos en el terreno, así como quiebras y escarpas en que las aguas pudieron producir grandes corrosiones y consiguiente formación de gruesas guijas, con lo que puede tenerse una explicación de los potentes depósitos que hoy se observan.

Debemos además suponer en la sierra otras corrientes de agua mucho más importantes que las que vemos hoy, como es fácil comprender con sólo echar una rápida ojeada á los profundos barrancos secos que atestiguan cómo los ríos de la sierra debieron llevar en otro tiempo una considerable cantidad de agua.

Además de los citados en otros cinco sitios, hemos señalado en nuestro mapa las rocas correspondientes á la formación de Guadix. Una de ellas está en Ugijar, al Sur de la sierra, viéndose el pueblo en una hondonada entre Sierra Nevada y la Contraviesa; y allí aparecen también colinas semejantes á las de Guadix, con el cemento rojo y la estratificación horizontal, faltando naturalmente los gruesos bancos de conglomerado, que sólo aparecen en los bordes de la montaña caliza.

El segundo sitio que señalamos se halla al Oeste de Adra, presentándose á lo largo de la costa los bancos rojos situados horizontalmente sobre los filadíos, debiendo referirse el origen de aquellos bancos á los arrastres de la gran masa de agua que en otro tiempo llevaba el río grande. Análogas formaciones se encuentran en Orgiva, Motril y Padul; y el hecho se explica muy fácilmente, porque las aguas que corrían al principio por un estrecho y tortuoso valle, salieron después á un cauce mucho más ancho en donde, tranquilas, dejaron los materiales que llevaban en suspensión, depositándolos en estratificación ordenada que pudo después cimentarse y adquirir consistencia.

También encontramos en Orgiva conglomerados gruesos con cemento rojo compuestos de trozos de pizarra y de caliza. En las tres ramblas cortas, pero muy profundas, que desembocan en Orgiva, en la gran rambla, se ven perfectamente los conglomerados que cubren aún en el camino á Laujaron, y durante un buen trecho, la caliza y los filadíos.

Una formación análoga á la de Guadix se encuentra también en el Norte de la provincia de Almería en dos bandas que corren en dirección Sudoeste á Nordeste y á Poniente de Velez-Rubio y Taberno, viéndose aquí lo mismo que en Purullena, numerosas cuevas en donde vive la gente pobre. Daniel de Cortázar ⁽¹⁾ designa como postpliocena la edad de las rocas, que Hausmann ha observado también en Berja.

CONGLOMERADOS DE LA ALHAMBRA.

No incluimos los conglomerados de las colinas de Granada entre las estratificaciones de Guadix, sino que los marcamos en la carta con un color particular y bajo el nombre de *Conglomerado de la Alhambra*, y la razón es que se diferencian por algunas particularidades.

Desde luego faltan las capas de arenisca intercaladas en la masa de los depósitos anteriores, desapareciendo con esto el carácter propio morfológico, que tanto distingue las estratificaciones de Guadix.

Las guijas de Granada son en su mayor parte y con ligera variación del tamaño de un puño. El cemento es terroso de color rojo muy pronunciado y debido á los óxidos de hierro. Los bancos gruesos son completamente horizontales y constituidos por detritus de las rocas de la sierra, encontrándose rara vez elementos calizos.

La potencia de este conglomerado es bastante considerable, pues se encuentra desde la plaza Nueva de Granada y el lecho del Darro hasta lo más alto de la Alhambra y en la Silla de los Moros, lo cual prueba un espesor que no baja de 100 metros.

Desde el valle del Darro se puede ver fácilmente que la colina, casi cortada á pico, y coronada por la Alhambra, se compone exclusivamente de conglomerados que se extienden también por la orilla derecha del Darro, y entre cuyas rocas existen las cuevas de los gitanos. La parte oriental de la ciudad de Granada, lo mismo que el Albaicín, la antigua ciudad moruna, y una parte de Antequera, descansan sobre esta formación, mientras que la parte occidental de la ciudad se apoya en los aluviones del Genil.

Forman también los conglomerados el suelo del arrabal llamado «Ciudad del Rey Chico,» al Norte de Granada, y continúan las mismas rocas unos cuatro kilómetros hácia Fardes, terminando estos yaci-

(1) Reseña física geológica. *Boletín*. Tomo II, págs. 25-32.

mientos al Sur del camino de los Neveros. Desde aquellos elevados puntos se distinguen fácilmente las gonfolitas miocenas por su estructura y su situación perfectamente horizontal. Además, los conglomerados de la Alhambra se ven en la embocadura del Genil en la Vega de Granada.

Tanto la formación de Guadix como el conglomerado de la Alhambra, son sólo restos de formaciones que ántes tuvieron una gran extensión, y en su mayor parte desaparecieron por efectos de corrosión llevados á cabo por las aguas corrientes. Si en Sierra Nevada existieran huellas de un período glacial antiguo, acaso pudiera combinarse el origen de aquellas masas sueltas con la época de la desaparición final de los heleros, hallando de este modo una explicación satisfactoria los grandes fenómenos de corrosión en los valles de la provincia; mas aunque he buscado con atención las huellas de los heleros, no pude encontrar pruebas patentes de su antigua existencia; solo en el camino de los Neveros vi un banco de caliza muy desgastada y lisa, que tal vez debe su estado al paso por encima de cuerpos duros puestos en movimiento, ya por las nieves, ya por corrientes de agua.

Las formas notables de algunos cerros como el Peñon de San Francisco, y de ciertos vallejos transversales del río Genil, se explicarían fácilmente si alguna vez se encontraran pruebas inequívocas de antiguos heleros. Schimper ⁽¹⁾ considera como morenas, tanto la formación de las gonfolitas como el conglomerado de la Alhambra, y se expresa del siguiente modo: «A la terminación del gran valle del Genil y Monachil se ven inmensos montones de arena, guijarros, fragmentos de pizarra micácea, de forma angulosa, y áun trozos de antiguos edificios. Estos montones están formados por gruesos bancos, y tienen completamente el aspecto de las morenas de los heleros. La del valle del Genil (nuestra formación de gonfolitas miocenas) se apoya por la parte de Granada en una colina de conglomerados (nuestro conglomerado de la Alhambra), y presenta un espesor de unos 100 metros por 1000 de extensión.» De estas falsas observaciones proceden sin duda todas las noticias sobre la existencia de antiguos heleros en Sierra Nevada.

(1) «Voyage géologique botanique au Sud de l'Espagne, l'Institut,» 4849; y en el resumen publicado en el «Anuario» de Leonhard, de 1850, pág. 467.

ALUVIONES.

Como tal hemos marcado en la carta los terrenos más recientes de las orillas de los ríos, que en parte se hallan cubiertos con una espesa capa de mantillo. Marchando por los bordes de las corrientes de agua de Granada se puede observar á menudo cómo el color blanco de la formación yesosa termina de pronto en línea recta y se presenta el tinte oscuro que produce entre los aluviones la abundancia de mantillo, principalmente en las cercanías de Granada, Orgiva y Adra.

La fértil llanura de Motril, correspondiente también á los aluviones, abunda en toda clase de frutos propios de la zona subtropical, y así es que el terreno está casi por completo dedicado al cultivo de la caña de azúcar.

RICHARD VON DRASCHE.

VIENA, 1878.

RESEÑA FÍSICO-GEOLÓGICA

DE LA

PROVINCIA DE BADAJOZ.

I.

La provincia de Badajoz es fronteriza con Portugal, y entre todas las de España la de mayor superficie. Su situación geográfica la determinan los paralelos 39° 25' N. y 37° 46' 5" N., y los meridianos 0° 56' 12" y 5° 41' 16" al Oeste del de Madrid.

El número de habitantes, según el censo de 1877, asciende á 452809, repartidos en 170 poblaciones, entre las que se cuentan 15 cabezas de partidos judiciales. La extensión superficial de la provincia se fija en 22500 kilómetros, correspondiendo por lo tanto al kilómetro 19,2 habitantes, y por cada poblado 2546. Las poblaciones de más habitantes son: la capital, Don Benito y Villanueva de la Serena, que cuentan 22965, 14692 y 10710 respectivamente. En el orden de densidad por provincias, ocupa Badajoz el lugar 41.

Los confines de esta provincia son: por el Oeste Portugal; por el Norte la provincia de Cáceres, una cortísima extensión de la de Toledo y algo más de la de Ciudad-Real; esta última y la de Córdoba por el Este, y al Sur las de Sevilla y Huelva. Por el NE. constituyen su límite las últimas estribaciones meridionales de la cordillera Oretana, y por el SE. las septentrionales de la Mariánica. En los partidos judiciales de Fregenal, Fuente de Cantos y Herrera del Duque es donde el suelo se presenta más quebrado, porque llegan á sus demarcaciones las cordilleras citadas. Las llanuras de mayor extensión se encuentran en los términos de Badajoz, Don Benito, Villanueva de la Serena y Almedralejo. Los partidos de Mérida, Puebla de Alcocer, Jerez de los Caballeros, Castuera, Llerena, Zafra, Olivenza y Albuquerque, participan de caracteres intermedios.

Desiertos inmensos, páramos y soledades, son frecuentes en esta provincia, pudiendo citarse, entre otros, los que se encuentran entre

la capital y Olivenza y también hacia Alburquerque, así como el gran espacio conocido por la Serena, las dilatadas llanuras del partido judicial de Llerena y las ásperas sierras del de Castuera.

Entre las estribaciones más importantes de la cordillera Oretana, y relacionadas con ella, figuran las sierras más ó menos aisladas, que unas veces constituyen en la provincia la divisoria del Guadarranque y Guadalupejo, y otras cortadas profundamente dan paso al Guadiana, que penetra desde la provincia de Ciudad-Real; corresponden también al mismo sistema orográfico las alturas que dividen las aguas del Guadalupejo y Gargáliga, formando las sierras de Valdecaballeros y las Casas, así como también deben referirse á la cordillera Oretana, áun cuando su alejamiento sea de consideración, las series de sierras paralelas discontinuas, que marcando varios y repetidos pliegues en Santi-Spiritu, Jimela, Garlitos, Peñalsordo y otros, se enlazan con las sierras de Almaden del Azogue; y áun la que, derivándose de la cadena principal, cerca de Herguijuela, se aproxima al Escorial, pasa por Santa Amalia, dando aguas al Búrdalo y Ruccas, forma junto á Medellín el tajo por donde pasa el Guadiana, y volviendo á elevarse en Magacela, con la sierra de este nombre, es el contrafuerte de enlace con la parte oriental de la sierra de Montanchez, formando la divisoria del Búrdalo y Aljucen hasta las inmediaciones de Mérida, y las sierras de Alburquerque y San Vicente de Alcántara, que se relacionan con la de San Pedro, en la provincia limítrofe de Cáceres.

La parte de Sierra Morena que penetra en la provincia de Badajoz, constituye la separación de los orígenes del Zújar y Bembézar, extendiéndose en el ramal de Llerena, el cual pasa al Sur de Fuente del Arco, Reina, Llerena y Villagarcía, yendo en ligero declive á confundirse con las divisorias de los numerosos arroyos afluentes del Uzar, que es tributario del Guadalquivir y de los que van al Ardila, que lo es del Guadiana. La sierra de Túdía ó Tentúdia, que alcanza la mayor altitud de la cordillera Mariánica, en su parte occidental (1104^m), corresponde al término de Monasterio, y determina la divisoria de aguas entre el Ardila y la ribera de Cala, que marca el límite de provincia con la de Huelva, á cierta distancia de su nacimiento. En la region media ó central de la provincia de Badajoz existen también series de sierras cuyos arrumbamientos tienen lugar del segundo al cuarto cuadrante, formando cadenas de un orden inferior á las ya citadas, las cuales dejan paso á las corrientes principales por las gargantas ó cortaduras producidas entre las capas se-

dimentarias. El Zújar, Guadamez, Ortigas y Matachil, principalmente, se hallan en este caso; mientras que sus afluentes siguen los valles longitudinales determinados por los diversos montes de esta region.

Son sierras notables y muy conocidas, la de Lora, que desde el rio Zújar, pasando al Sur de Monterrubio, se extiende hasta el promedio de la dirección de Castuera á Esparragosa; la de los Algallenes, que bifurcándose en su parte occidental, da paso al rio Guadamez por un estrecho é imponente desfiladero, continuando al otro lado del rio con la Sierra Hermosa; las de Arroyo de San Servan, Alange, Oliva, etc., que con sus numerosos puertos se presentan fraccionadas en vistosas montañas, coronadas por crestas de cuarcitas que las dan un singular aspecto, y la notable sierra de Hornachos, que sola y aislada se levanta en la dilatada llanura, cuyo fin no alcanza la vista cuando el viajero recorre la distancia que separa la capital de los límites con la provincia de Córdoba, en dirección á Belmez, viéndose altos y escuetos picos que sobre dicha sierra forman las cuarcitas.

Entre Medina de las Torres y el Almendral, Burguillos y Barcarota, Jerez de los Caballeros y Olivenza, Santo Domingo y Alconchel, también se alzan sierras, cuya tendencia á los arrumbamientos indicados antes les da la forma de cadenas, en las cuales los diversos contrafuertes y ramales de ellas derivados, dificultan sobremanera el estudio cuando se trata de considerarlas en detalle.

Casi todo el territorio de la provincia de Badajoz está comprendido en la region hidrográfica del Guadiana, pues sólo la pequeña parte que por el SE. vierte aguas al Viar, afluente del Guadalquivir, corresponde á la region de este último.

El rio Guadiana cruza la provincia de E. á O., aproximándose mucho en la parte montañosa septentrional á la region donde están los límites con la provincia de Cáceres. Por esta circunstancia, la parte meridional de la cuenca es mucho mayor que la septentrional, encontrándose además en aquella los principales afluentes. El caudal del rio es tan escaso que pasada la época de las grandes lluvias, puede vadearse por diversos puntos, y áun por la capital durante el verano.

Dentro de los límites provinciales, el cauce del Guadiana es profundo, estrecho y sinuoso en lo que se relaciona con las agrestes sierras de Villarta de los Montes y Helechosa; recoge luego las aguas del Guadarranque por su orilla derecha, y modificando su rumbo hacia el Sur, corre mansamente, pasando al Mediodía de Castilblanco, por un cauce no muy profundo; más adelante separa los pueblos de Pelo-

che y Valdecaballeros, agregándosele las aguas del Guadalupejo; poco despues cruza las sierras de Herrera por los desfiladeros abiertos en las cuarecitas y pizarras silurianas; siguiendo por entre estas y las grauwackas de Talarrubias, Las Casas y Orellana, sin recibir afluente alguno de importancia y llega luego magestuoso á la dilatada y fértil campiña que se extiende hasta la capital. En la última parte de su trayecto recoge las aguas del Zújar en las inmediaciones de Villanueva de la Serena, y las del Ruecas y Ortigas poco ántes de Medellín, al cual toca; despues se le unen los rios Guadamez y el Búrdalo, inclinándose hácia el Sur para formar la gran vuelta á torno, como dicen en el país, junto á Don Alvaro; el rio Matachel desagua en el torno, junto á Alange, y torciendo nuevamente el Guadiana en direccion media del Noroeste, gana la latitud de la histórica ciudad de Mérida, sirviéndole de dique en su margen derecha los restos de las murallas romanas. Desde aqui hasta la capital se le unen las riberas de Aljucen, Gualefra, Setrin, de la Alcazaba, de la Albuera y el Gévora, junto á Badajoz; se inclina luego el rio hácia el Sur, constituyendo la frontera con Portugal hasta más abajo de Cheles, y entra en aquel reino despues de haber recibido las aguas del arroyo Friega Muñoz. Las riberas de Táliga y Olivenza confluyen con el rio entre la capital y Cheles.

Como afluentes de más importancia figuran los que vamos á nombrar, sin entrar en detalles por no permitirlo la índole de esta nota:

Por la margen derecha, y segun la marcha de las aguas, figura en primer término el Guadarranque, que descende de las estribaciones de la sierra de Guadalupe, en la provincia de Cáceres, uniéndose con el Guadiana al NO. de Helechosa.

El Guadalupejo, que, naciendo en la cordillera ántes citada, recoge varios arroyos y riachuelos y desagua al Sur de Valdecaballeros.

El Ruecas, que se origina en la sierra de las Villuercas (Cáceres), y en su trayecto recoge aguas del Gargáliga, Pizarroso y Alcollarin, para unirse con el Guadiana entre Medellín y Reina.

Recoge el Búrdalo las aguas de la parte oriental de la sierra de Montanchez, desembocando al SE. de San Pedro, y su cuenca se halla casi por iguales partes repartida entre las dos provincias extremeñas.

A corta distancia, aguas arriba de Garrobilla, está el rio Aljucen, cuyo nacimiento se halla en las laderas meridionales de la sierra indicada anteriormente.

Al Norte de Talavera la Real, y ya reunidas, llegan al Guadiana

las riberas de la Alcazaba y Guerrero, que á su vez están formadas por diversos arroyos originados en la sierra de Cordobilla, Puebla de Obando y la sierra de Estena, perteneciente á la provincia de Cáceres.

Y finalmente, el Gévora, que ademas del gran número de arroyos que nacen en la sierra de San Pedro (Cáceres), recibe los de San Vicente de Alcántara y la Codosera, con algunos que por la parte occidental nacen en las próximas sierras de Portugal.

Por la margen izquierda afluyen al Guadiana corrientes de mayor longitud que las de la derecha; pero en unas y otras sufre tanta variacion el caudal de sus aguas que, si momentos despues de grandes lluvias se convierten en caudalosos rios los más insignificantes arroyuelos, llegan á extinguirse por completo sus corrientes en tiempo seco.

En la parte más septentrional se encuentran los arroyos Benazaire y Peloeche, que nacen en las sierras de Herrera del Duque y Fuenlabrada de los Montes, desembocando en el Guadiana, al SE. de Castilblanco el primero, y al O. de Peloeche el segundo.

En el largo trayecto que hay hasta el Norte de Villanueva de la Serena, tan sólo existen barrancos ó arroyuelos de poca importancia.

El rio Zújar, que es el más caudaloso entre los afluentes de la margen izquierda del Guadiana, tiene su nacimiento en la cordillera Mariánica, al Este de Azuaga, y casi desde su origen forma limite con Córdoba. Recibe un sinnúmero de arroyos, algunos de los cuales tienen origen en la provincia de Ciudad-Real, uniéndose con el Guadiana al Norte de Villanueva de la Serena.

Sigue al anterior el arroyo Ortigas, que desemboca en las inmediaciones de Medellín, teniendo su origen en las estribaciones septentrionales de la sierra de los Algallenes. Despues, entre Mengabril y Guareña, se encuentra el Guadamez, cuya divisoria con el Zújar está tan solo á pocos kilómetros de este. Atraviesa diversas sierras, y se le agregan algunos arroyos de escaso caudal.

El rio Matachel, de importancia poco menor que el Zújar, se une con el Guadiana en Alange, y en su trayecto, desde los llanos de la Granja de Torre-hermosa, donde tiene su nacimiento, recoge las aguas de los numerosos arroyos que nacen entre Almendralejo, Bienvenida, Azuaga y la sierra de Oliva.

Marchando siempre aguas abajo del Guadiana, se halla el Guada-

gira, cuyo origen está en el partido de Zafra, y pasando por Villalva y Lobon, desemboca entre este pueblo y Talavera la Real.

La ribera de la Albuera, que pasa por la villa de su nombre, nace en Salvatierra y desemboca al Norte de la citada Talavera, no habiendo ya ningun otro afluente notable en el trayecto que media hasta Badajoz.

Despues figuran como principales las riberas de Olivenza, que nace en Barcarrota; la de Tálida, que se origina en la aldea de este nombre, y el arroyo de Friega Muñoz, que recoge las aguas entre Alconchel y Villanueva del Fresno; desemboca el último al SO. de Cheles, la primera entre Badajoz y Villa-Real, y la tercera entre esta villa y Chcles.

El rio Alcanache, con los arroyos Argodolin, Zaos y otros de menor importancia, cruzan la línea de frontera, y juntos se unen al Guadiana dentro de Portugal.

Otro afluente de grande interes es el rio Ardila, el cual recoge las aguas de la parte septentrional de la sierra de Túdía, donde nacen sus tributarios los Bodeones y otros, que en tiempo de lluvias aumentan considerablemente el caudal de aquel, y con los de Segura de Leon y los que llegan de la provincia de Huelva, desaguan en el Guadiana dentro de Portugal, despues de reunirse todos.

La pequeña parte de la provincia situada en la cuenca del Guadalquivir, está surcada por el Viar y el Bembézar, con sus pequeños tributarios, estando sus nacimientos en la parte meridional de Llerena y Fuente de Cantos.

La temperatura media anual en la provincia es de 14° centígrados, y muy raros los hielos y las nieves, desapareciendo, cuando tienen lugar, ántes del mediodía, á pesar de haber días de frio intenso en el invierno, por los fuertes vientos que se levantan.

Los vientos que más reinan son del SO. ó *ábrege*, de NO. ó *gallego*, y en el invierno el Norte ó *cierzo*, y á veces el NE. y el E. en el verano. El clima es muy cálido en el estío y propenso á fiebres intermitentes; el invierno frio y destemplado sin escasear las lluvias, que en la primavera van acompañadas de fuertes tormentas de granizo.

Entre las diferentes producciones de esta provincia, es la principal la de cereales, los cuales se recolectan en grandes cantidades en las fértiles campiñas del Guadiana y en las feracisimas tierras denominadas de *barros*.

Tambien se obtiene en cantidades notables el aceite y el vino; pero

sobre todo, y por lo que más se distingue este país, es por las extensas superficies dedicadas á pastos y arboleda de encina y alcornoque; manteniéndose por ello innumerables rebaños de ganado de cerda, lanares, caballar y vacuno del país y trashumantes.

Fábricas de jabon, alfarería, tejidos de lienzos y lana burda, curtidos de cuero, de aguardientes y corcho, hay en varios pueblos; consumiéndose en las mismas localidades la mayor parte de las materias fabricadas. La industria minera ha tomado gran desarrollo en estos últimos años, habiendo en marcha fábricas tan notables como las de las minas de Castuera.

Esta provincia es rica en metales, sobresaliendo en galenas más ó ménos argentíferas, y habiendo tambien minerales de mercurio, cobre, hierro, antimonio y oro, indicándose ademas el carbon mineral en Fuente del Arco, Villagarcía, Los Santos de Maimona y Fuente del Maestre.

II.

Para el trazado del mapa geológico en bosquejo que acompañamos á esta nota, hemos recorrido, en los diferentes itinerarios que por toda la provincia seguimos, unos 2000 kilómetros y de tal manera, que sin repetir operaciones, sirva de base este trabajo al que más tarde debemos continuar para la redaccion y mapa detallados de la provincia.

Con la esperanza de un éxito seguro y satisfactorio, dirigimos los primeros reconocimientos hácia la frontera portuguesa, donde esperábamos hallar la clave para el deslinde de las formaciones tierra adentro de la provincia de Badajoz, fundándonos para ello en los datos y el mapa geológico de Portugal.

Los resultados que más adelante se consignarán justificarán la necesidad que tuvimos de modificar la marcha del estudio, dirigiendo las exploraciones subsiguientes hácia la region oriental y confines con la provincia de Ciudad-Real, donde el sabio maestro, de imperecedera memoria, Sr. Prado, obtuvo conclusiones tan positivas, como acertadas predicciones para los puntos explorados con ménos fortuna ó no visitados por falta material de tiempo.

Los diversos yacimientos fosilíferos que hallamos entónces y el consiguiente estudio mineralógico y estratigráfico que hicimos, nos suministraron despues los medios de comparacion para todas aque-

llas localidades donde no tuvimos la suerte de encontrar fósiles, ya fuera porque la rapidez á que debíamos subordinar las investigaciones no nos permitiese registrar lo bastante, ó, porque en efecto, no los hubiese.

Sometiendo á tal criterio nuestras observaciones, y con los elementos que hemos adquirido en las provincias de Huelva y Badajoz, que estudiamos, creemos haber reconocido en la última varios horizontes geognósticos, que pueden referirse á formaciones determinadas, ya por los fósiles que encierran, ya por la naturaleza y disposición de las rocas. Y no se crea que por ello tenemos la pretension de haber resuelto por completo todos los problemas geognósticos que se presentan; al contrario, abrigamos dudas que esperamos poder desvanecer en un plazo más ó ménos largo.

La sucesion de formaciones reconocidas, en el orden ascendente, es como sigue:

Estrato-cristalina, siluriana, devoniana, carbonífera, terciaria media, cuaternaria, además de la hipogénica de varias edades.

Existen además porciones de terreno sedimentario de dudosa determinacion por sus confusos caracteres, y las cuales, después de todo, no nos extrañaría correspondiesen á los sistemas cambriano, ó huroniano, á los que parece se refieren por algunos geólogos las pizarras, filadidos y grauwaecas no fosilíferas de esta parte de la península; pero interin no se hallen representantes de la fauna cambriana, preferimos referir las rocas en cuestion al periodo siluriano ántes que admitir un nuevo sistema, cuyo fundamento no hemos logrado hallar.

También hemos visto capas tan profundamente alteradas por el metamorfismo, que hemos creído deber marcarlas con un signo especial, pero sin que por esto formemos un horizonte geológico distinto.

FORMACION ESTRATO-CRISTALINA.

Los materiales del periodo estrato-cristalino se extienden en dos zonas, separadas por un ancho espacio que ocupan formaciones superiores diferentes; hallándose ambas en la parte meridional de la cuenca del Guadiana, y afectando una direccion media que se separa poco del O.NO. al E.SE.

En la del Sur, que es la menor, los afloramientos graníticos de

pórfidos, dioritas y otras rocas hipogénicas, son muy frecuentes; habiendo quedado interrumpida, en el término de Valencia de las Torres, la continuacion de los estratos por una masa granítica interpuesta, y cuya mayor extension es de NE. á SO.

En las trastornadas capas de este periodo se reconoce el gneis, micacita, talcocita, antibolita-pizarrosa y alguna caliza; no siendo además extrañas ciertas rocas feldespáticas y algunas otras de difícil clasificacion específica, por tener caracteres distintos ó intermedios entre las mencionadas; caracteres debidos sin duda á las acciones metamórficas, de las que tantos indicios existen por aquellos sitios.

En longitud hemos seguido las rocas del periodo estrato-cristalino desde la parte oriental de Santa María Nava-Zapatera, donde las reconocimos en una estrechísima banda de 150 metros, hasta la occidental de Oliva de Jerez, en cuyo punto comprobamos la existencia de la talcocita entre otros filadidos de dudosa clasificacion, que se extienden mucho más allá del sitio indicado. La anchura máxima de la formacion se halla desde las afueras de Fregenal de la Sierra hasta el granito de Valverde de Burguillos, en donde se apoyan las capas.

La zona más septentrional tiene mayores dimensiones, siendo en ella los asomos hipogénicos ménos numerosos y más reducidos, si hemos de juzgar por lo visto en los diferentes itinerarios con que la tenemos cruzada, pues sólo descubrimos insignificantes afloramientos de granito y otros mayores, pero más escasos, de melafiros y dioritas: á la inversa de lo que se ve en la primera zona, la roca gnéica se desarrolla ámpliamente, abundando una variedad con grandes cristales de feldespato ortosa, en todo el espacio en que asoman las rocas de este sistema, y en menor escala otra de grano fino y más feldespática, que contribuye á aumentar el espesor de las capas que consideramos como las más inferiores. La micacita, antibolita y talcocita también son abundantes, comprobándose además, como subordinadas á las anteriores, ciertas rocas feldespáticas, el cuarzo y alguna caliza.

La tierra vegetal impide con frecuencia el reconocimiento de las capas en las extensas llanuras; por lo cual es bastante difícil un deslinde perfecto del sistema, siendo preciso acudir á los cáuces de los arroyos y partes más quebradas para el trazado de las líneas generales que con más aproximacion forman los linderos. Por la parte oriental, las rocas del periodo estrato-cristalino, tal vez laurentinas, traspasan sin interrupcion los límites provinciales, internándose en

la de Córdoba. Por la occidental quedan cubiertas con un manto terciario en Rivera, Villafranca, Fuente del Maestre, Almendralejo, Solana y La Corte, no volviendo á aparecer al otro lado del Guadiana, donde se encuentran rocas más modernas, probablemente cuaternarias. La mayor anchura se halla precisamente junto al sitio en que están cubiertas por los sedimentos terciarios, disminuyendo notablemente hácia el rumbo opuesto.

Dentro de los contornos generales de la formación de que hablamos y en los términos de Hornachos, Campillo de Llerena, Maguilla é Hinojosa del Valle, comprobamos rocas de un período más moderno, entre las cuales existe una grauwaeka de grano fino con pedacitos de filadio implantados en su pasta, que de una manera palpable demuestran preexistencia de otra formación.

FORMACION SILURIANA.

El período ó sistema siluriano, con los distintos horizontes geognósticos que presenta, es el que, en nuestro concepto, aparece con mayor desarrollo en la provincia de Badajoz, constituyendo una extensísima superficie á uno y otro lado del río Guadiana, á juzgar por la identidad de caracteres que existe entre las rocas donde no hemos hallado fósiles, y las que los contienen en más ó menos abundancia.

Las capas de las diversas rocas que constituyen la formación se encuentran siempre muy levantadas y afectando á veces fuertes pliegues, que en muchos sitios determinaron las fracturas y fallas que con tanta frecuencia se observan por toda la provincia.

La presencia de fósiles característicos de la segunda y tercera fauna dentro de los límites provinciales, y la semejanza entre los caracteres mineralógicos y estratigráficos de ciertas rocas de la provincia de Badajoz, donde no hemos hallado fósiles, con las que en las inmediatas de Ciudad-Real y Sevilla han proporcionado el *Ellipsocephalus Pradoanus*, (Vern) un *Cápulus* y un *Archæocyathus marianus* (Roemer) revelan que, en esta parte de la Península, se encuentran rocas coetáneas ó sincrónicas de la primera, segunda y tercera fauna silurianas.

ROCAS.

Por una parte la semejanza que existe entre las rocas sedimentarias de Malcocinado y las de la provincia de Sevilla, donde se ha ha-

lado el *Archæocyathus marianus*, y por otra la identidad entre las que en la de Ciudad-Real contienen el *Ellipsocephalus Pradoanus* y en la de Badajoz ocupan grandes espacios, constituyendo las llanuras de Castuera, Herrera del Duque, etc., hacen que el siluriano inferior pueda y deba considerarse con extensísimo desarrollo en esta provincia.

La determinación genérica del *Archæocyathus*, hallado por el señor Mac-Pherson en las pizarras calíferas de Sevilla, hace á las rocas del horizonte geognóstico de la parte meridional de la provincia, equivalentes á la arenisca de Potsdam, y por lo tanto sincrónicas, de las de la fauna primordial de Barrande (cambriano de los geólogos ingleses).

A las pizarras, arcillas pizarrosas y grauwaekas endurecidas, que son las rocas predominantes del sistema, acompañan otras que con frecuencia son tránsito á verdaderos filadios, y aún se encuentran capas subordinadas de estos entre la pizarra arcillosa más ó menos grosera y la grauwaeka; las cuales por sí determinan un horizonte característico y definido en muchos puntos, tales como en la extensa llanura de la Serena, Herrera del Duque y otros de la región septentrional de la provincia.

La grauwaeka es de estructura compacta ó pizarrosa, de grano fino ó mediano, contiene ó no mica, y su coloración y dureza son diversas, cambiando, según el grado de alteración en que se la encuentra, desde lo más duro y tenaz á lo terroso: su color pasa desde el gris oscuro, que es el propio, hasta el amarillo verdoso ó blanco sucio, siendo difícil, en este último caso, el distinguirla de una arenisca.

En el horizonte de las pizarras y grauwaekas que estamos describiendo son muy frecuentes, en la primera de estas rocas, pedacitos de un filadio de color gris azulado, el cual está cimentado con la pasta que constituye la referida grauwaeka, indicando preexistencia de una formación de filadios, cuya destrucción debió de tener lugar precisamente cuando aquella se originaba.

Tanto en las arcillas pizarrosas que acompañan á la grauwaeka, como en las pizarras más ó menos groseras, se advierte la misma variabilidad de color, y además penetración de sustancias, tales como la mica, talco, clorita, sílice, etc., que enmascaran los caracteres ordinarios de las rocas, y hacen dudar á veces sobre su verdadero lugar en la escala de los terrenos.

En la región meridional de la provincia, ó sea al S. del macizo estrato-cristalino que se prolonga al NO. de Azuaga, se presentan en

estratificación concordante con las rocas esenciales del sistema y con extraordinario desarrollo, calizas de coloración diversa, de textura compacta, granuda ó cristalina, fractura concoidea ó desigual y variada dureza, constituyendo á veces mármoles de excelente calidad, tales como los que se explotan en la Alconera, Los Santos y otras localidades. Entre las referidas calizas y la pizarra y grauwaacka, que las sirven de caja, existen generalmente estratos de una pizarra grosera de color violado ó verdoso, penetradas á veces por carbonato de cal, pasando así á una pizarra calífera. También, entre la caliza blanca ó sonrosada de Los Santos, hemos reconocido bancos de otra cristalizada, de la cual se obtienen perfectos romboedros, cuyas caras de brillo anacarado presentan irisaciones debidas al óxido de hierro que las tiñe.

La gran zona en que tanto abundan las calizas citadas, se extiende más allá de los límites con las provincias de Huelva y Sevilla, hasta alcanzar en aquella los filadios y pizarras, donde se encuentran las ampelitas con graptolitos de la tercera fauna.

Al N. de la zona que venimos describiendo siguen presentándose las pizarras y grauwaackas de que hablamos al principio; pero la caliza es entre ellas muy escasa, presentándose tan sólo en lentejones de reducido volumen interestratificados con las precitadas rocas y sin adquirir los caracteres de los mármoles ántes citados. En cambio las cuarcitas con diversa coloración y estructura coronan las diversas sierras, formando crestas inaccesibles y otras mil caprichosas formas, que dan á la comarca un singular y vistoso aspecto, diferente en un todo del que se presenta en la región meridional, donde son tan abundantes las calizas.

Las pizarras, con sus séquitos de grauwaackas y capas subordinadas de filadios, y á veces conglomerados, ocupan siempre las partes más bajas del suelo, constituyendo los extensos llanos de la Serena y parte septentrional de la provincia.

Aunque la dirección más general en las capas sedimentarias es de NO. á SE., se encuentran también orientadas de N. á S. y de E. á O., y aún algunas veces corren de O.SO. al E.NE., cuyas mismas direcciones se ven en relación íntima con las que acusan los fracturados estratos de cuarcitas en las cimas de las sierras, razón por la cual no se advierte discordancia entre las rocas de una y otra composición mineralógica. Sin embargo, la presencia de *crucianas*, *pa-leoficus* y *tigilites*, en las cuarcitas, y el hallarse inferiores ó ser el

infraestrato de las rocas del horizonte de las grauwaackas con hojuelas de filadio y de las pizarras groseras, inclina á establecer la separación entre las rocas de la fauna primordial y las de la segunda, precisamente en la base del horizonte de las cuarcitas.

Superiores á estas, y aunque su espesor no sea en manera alguna comparable con el de las inferiores, siguen estratos de otra pizarra arcillosa más ó ménos grosera y fosilífera, con mica ó sin ella y á veces grafitosa, la cual pasa también á un filadio con nódulos lenticulares entre los estratos, cuyos nódulos suelen contener como núcleo la impresión de un crustáceo, un cefalópodo ú otro fósil, siempre perteneciente á la segunda fauna, lo cual apoya la idea de fijar el límite de los dos tramos á la altura citada.

Las cuarcitas no siempre constituyen capas de muchos metros de espesor; se las encuentra también en delgados lechos interestratificados con una pizarrilla, más bien filadio, á veces talcosa ó micáfera, en el espacio comprendido entre el extenso macizo granítico de Quintana y el manchón septentrional estrato-cristalino. Las cuarcitas en tal caso no dan lugar á las masas escarpadas de Castuera, Cabeza del Buey, etc., y las de Paredes, Villarta de los Montes, ni á las altas crestas, tan frecuentes en las localidades citadas, y en Garlitos, Herrera del Duque, Alburquerque, etc.; pero como se la encuentra indistintamente en las cumbres y valles, resulta un piso áspero, aun cuando bastante accesible. En esta cuarcita no hemos logrado hallar fósiles.

La pizarra arcillosa fosilífera, superyacente á las cuarcitas, es muy rica en especies, siendo la más abundante la *Calimene Tristani*, de cuyo fósil no se consiguen generalmente individuos enteros; y sí, por el contrario, profusión de cabezas: con este fósil se hallan también restos de *Lichas*, *Asaphus*, *Illænus* y otros crustáceos, así como Cefalópodos, Gasterópodos, Brachiópodos, etc., de todos los que hemos recogido muchos ejemplares en diversas localidades.

El conjunto de circunstancias y caracteres con que se presentan las rocas inmediatamente superiores á las del sistema estrato-cristalino, y la apreciación de diversos hechos que hemos podido observar durante nuestros trabajos de campo, nos han inclinado á colocarlas todas en el período siluriano y no en el laurentino.

Las rocas superiores del sistema, con graptolitos de la fauna 3.^a, están representadas en la provincia de Badajoz por una pizarrilla hojosa, más bien filadio, con estratos subordinados de ampelita gráfica-fosilífera, como se ve en el túnel de Cabeza del Buey, hallándose ade-

mas algunos lentejones de caliza subordinados á las referidas rocas. En la de Huelva, que es donde este tramo tiene mayor desarrollo, al filadio y pizarra arcillosa acompañan otros micíferos, cloríticos y talcosos, con capas subordinadas de una grauwaacka de grano fino, y á veces pizarrosa, y, aunque más rara vez, alguna cuarcita. Entre el conjunto de estas variedades de pizarras, aparecen las ampelitas fosilíferas en estratificación concordante, sin que los numerosos yacimientos que tenemos reconocidos dejen lugar á duda sobre la colocación de estas rocas en el sistema siluriano y á la altura representada por la fauna de aquellos fósiles (1).

Y he aquí el fundamento que hemos tenido para no colocar á este horizonte geognóstico de rocas en el cambriano, á pesar de ser la prolongación de las que representan tal sistema al otro lado de la frontera. A nuestro sentir, y por lo que tenemos observado, se han incluido allí las capas inferiores del siluriano, en que abunda la caliza de *Archæocyatus*, en el sistema laurentino; y todo lo que le sigue, donde no habían hallado fósiles los geólogos portugueses cuando formaron el mapa, en el cambriano; como si tal circunstancia fuera bastante para introducir un sistema que, teniendo una fauna propia, numerosa en especies, ni una sola de ellas se ha citado en apoyo de su creación. Y se prueba lo aventurado que es admitir sistemas sin que estén justificados por sus fósiles, con el hallazgo de *graptolitos*, precisamente en la zona considerada como cambriana, en Portugal.

El conjunto de las diversas circunstancias que acabamos de apuntar, y el concepto que se forma después de haber estudiado los diversos horizontes de que consta el sistema ó formación siluriana, inclina á formular un juicio acerca del orden de sucesión de los materiales que le constituyen, juicio que no está libre de error, pero que todo parece indicar fueron las grandes cantidades de limos arcillosos y los arenáceos de compleja composición los que afluyeron primero á aquel vasto mar siluriano, dando lugar con su entrada sucesiva á las capas alternantes de pizarras y grauwaackas, que bien puede decirse constituyen las rocas esenciales del sistema, por su abundancia. En tal época, el mar siluriano no debió ofrecer las mejores condiciones para el desarrollo de seres organizados, á juzgar por los escasos restos que de ellos se han encontrado, no pudiendo citarse hasta la fecha más

(1) «Nota» publicada en el tomo V del *Boletín de la Comisión del Mapa geológico*.

que el *Archæocyatus* de las pizarras calizas de Sevilla; un *Ellipsocephalus*, hallado por Prado en los cortijos de Malagon (Ciudad-Real) y un *Cápulus* encontrado por el Sr. Cortázar en las pizarras arcillosas del mismo horizonte geognóstico en la citada provincia.

Sobre los precipitados sedimentos debieron acomodarse los materiales silíceos en determinadas extensiones, dando lugar á las capas de cuarcita, que por los fósiles que encierran marcan ya una segunda época. A la par que los sedimentos silíceos, debieron también seguir depositándose los limos arcillosos que dieron lugar á las pizarras, entre las cuales quedaron como incrustadas las cuarcitas, y sobre unos y otras los detritus, que originaron la pizarra de grano grueso tan rica en especies de la segunda fauna, demostrando con ello un cambio notabilísimo en las condiciones para la existencia de aquellos seres.

En cuanto á los sedimentos calizos, que con tanta profusión y extraordinario desarrollo se encuentran entre las pizarras y grauwaackas de la parte inferior siluriana, no es tan fácil comprobar si su depósito fué coetáneo del de los elementos de estas, ó, por el contrario, tuvo lugar mientras que en otros sitios se verificaba el de los silíceos de las cuarcitas. Lo que tenemos observado en diversas localidades nos hace presumir debió de suceder lo primero; pero nos abstenemos por hoy de prejuzgar esta cuestión, que aplazamos para cuando observaciones más detenidas nos suministren datos más ciertos y positivos.

A este séquito de materiales debieron suceder los de las pizarras hojosas ó filadios, entre los cuales se encuentran las ampelitas con *graptolitos* de la tercera fauna, que, como ya se ha dicho, son las rocas superiores de la formación en esta provincia.

Sucediendo las cosas de ese modo, quedaria establecido el enlace que se observa entre los distintos horizontes de rocas, y satisfactoriamente explicada la circunstancia de encontrarse alguna vez las cuarcitas como terminando en cuña entre las otras rocas nombradas; lo cual puede comprobarse al SE. de Cabeza del Buey, en la falda meridional de la sierra, en Alange, Puebla de Alcocer y otros puntos clásicos para el estudio de estos fenómenos.

En determinados sitios debieron de existir además corrientes de importancia que arrastrarían las guijas desprendidas de las rocas del continente, las cuales, cimentadas por los sedimentos más finos, dieron lugar á las capas aisladas de conglomerados que, en concordancia con las demás del sistema, hemos visto en varios puntos. Tiene esto tantas más probabilidades de certeza, cuanto que en los bancos que

se hallan en Malcocinado y Guadalcanal puede seguirse hacia el NO. la disminución del volumen de los cantos rodados, lo cual indica disminución de velocidad en la corriente motriz.

Aunque no es del caso entrar en detalles, ni descender á la descripción de un sinnúmero de hechos que llenarian demasiadas páginas, creemos necesario decir algo sobre los calizas de la capital por ser asunto muy debatido por geólogos de nota, y que, sin embargo de las diversas explicaciones que se han dado sobre el particular por unos y otros, los hechos han seguido sin ponerse en claro, y todo ello, en nuestro humilde concepto, por no haber comparado la formación de aquel sitio con las de otras localidades de la provincia.

En efecto, estudiadas las calizas del Almendral con su séquito de arcillas pizarrosas, pizarras y grauwaekas, las de Malcocinado, Los Santos y otros sitios, resalta en seguida la identidad de caracteres con las del cerro de San Cristóbal, que se extienden á uno y otro lado del río, y en las cuales existen todas las precitadas rocas. Como en aquellas localidades, se muestra la caliza de textura compacta, sacarina y hasta cristalina, con coloración variada, entre el azul oscuro, verde, amarillento, etc., hasta el blanco más puro; y entre sus levantados estratos se reconoce la arcilla pizarrosa endurecida ó pizarra grosera, contándose además entre las rocas de la caja, que se ven á corta distancia, la grauwaeka de composición y naturaleza análogas á las de muchos otros sitios de la provincia.

Si además añadimos que existe concordancia en el carácter estratigráfico, no se extrañará la contemporaneidad de yacimientos, debiendo pertenecer las rocas en cuestión al período siluriano, y no á la formación terciaria media, como se había supuesto.

Y aunque no lo hayamos visto, no dudamos de lo que Leplay dice acerca del travertino fosilífero, ó caliza con oquedades cilíndricas, hallada por tan hábil geólogo en la parte occidental del cerro; pues la presencia del travertino solo indicaría depósitos miocenos superyacentes y localizados en el reducido espacio donde se estudiaron. La concordancia que aquel autor notó entre tan singular depósito y el que le sirve de asiento, bien pudiera proceder de un trastorno del conjunto, relacionado tal vez con la aparición de la roca diorítica que en varios sitios corta hoy la trinchera del camino de hierro, presentándose los estratos calizos del contacto, con pliegues y fracturas muy pronunciadas.

La presencia de dicha roca hipogénica, no volcánica como alguien

ha indicado, nada tiene de particular en aquel punto, si se toma en cuenta el gran desarrollo con que afloran las dioritas en las no lejanas poblaciones portuguesas, Elvas y Montemayor, y con las cuales creemos relacionados los afloramientos más pequeños de Borja.

SISTEMA DEVONIANO.

Sobre los materiales del período siluriano y en espacios generalmente de reducida é insignificante extensión, descansan otros que consisten en pizarras arcillosas con mica, areniscas más ó menos micáceas, calizas compactas de color azul oscuro y cuarcitas; unas y otras muy fosilíferas en la mayor parte de los casos, determinando claramente la fauna que encierra la formación devoniana.

Los estratos de este sistema se muestran muy levantados y simulando concordancia con los silurianos que les sirven de apoyo; pero con un detenido exámen se consigue á veces comprobar discordancias notables, como pudimos reconocer en el castillo de Alange, Cabeza del Buey y Herrera del Duque. Además de estas localidades hemos visto la formación devoniana en Alburquerque, entre Alange y el río Guadiana, en el valle de la Serena y en Monterrubio.

El manchón devoniano de las Rañas de Monterrubio, que es el mayor de los que tenemos reconocidos, está constituido por una pizarra arcillosa de color verdoso, micáfera, más ó menos hojosa y teñida en parte por óxidos de hierro. Los estratos están muy levantados y á veces como retorcidos, formando crestas salientes, en las cuales la estratificación es indistinta. En esta roca es abundante el *Spirifer disjunctus*, *S. Rousseau*, la *Rhynchonella Orbignyana* y varias especies de *Leptena*, *Orthis*, etc.

La roca predominante en este ámbito devoniano es una caliza de color gris azulado, fractura desigual y mediana dureza, en la cual abundan sobre manera políperos de distintos géneros, crinoides y algún cefalópodo. Entre los primeros tenemos determinados el *Favosites cervicornis*, *F. polymorpha*, y *Acerbularia Pradaana*. La dirección de las rocas es al N. 55° O.

En Cabeza del Buey, sitio conocido por Cuesta de Anton, existe otra pequeña mancha devoniana, constituida por areniscas micáferas de color rojizo ó gris azulado, pasando á veces á verdaderas cuarcitas. Algunos lentes de caliza espática se ven entre los estratos de las areniscas, y unas y otras afectan la dirección O. 29° N., con

buzamiento de 64° al E. 29° N., manifestándose la discordancia con las pizarras silurianas sobre que se apoyan por el arrumbamiento al E. 15° N. y buzamiento al N. 15° O., correspondiente á las últimas en el contacto con las areniscas devonianas. Estas rocas son muy fosilíferas, abundando sobre manera el *Spirifer Disjunctus*, *S. Bouchardi*, *Rhynchonella Orbignyana*, *Leptena* y otras especies de la fauna devoniana.

Al Sur de Garlitos, en un cerrillo, se encuentran estratos de poco espesor de una cuarcita semejante á la siluriana, interestratificados con una pizarrilla hojosa con hojuelas de mica en su pasta arcillosa; pero abundan en la roca citada, en primer término, fósiles de la fauna devoniana, tales como la *Spirigerina reticularis*? *Orthis opercularis*, *Productus Murchisonianus*, etc.

En las otras localidades que citamos al principio consisten las rocas devonianas en areniscas de coloracion y estructura diversas, solas ó acompañadas de pizarras semejantes á las de Monterrubio y Garlitos, como tiene lugar en Herrera del Duque.

SISTEMA CARBONÍFERO.

También tienen su asiento sobre el siluriano inferior las capas de la formacion carbonífera, representada, como la devoniana, por los restos que quedaron de las denudadas capas, cuya extension superficial debió de ser considerable en otros tiempos.

Dicho sistema está representado en la provincia de Badajoz, con sus dos divisiones, inferior y superior, segun lo comprueba el carácter paleontológico y la distinta naturaleza y disposicion de las rocas. La division inferior, ó caliza de montaña, se reconoce en el espacio comprendido entre Llerena y Bienvenida, Los Santos y Fuente del Maestre, elevándose sobre un pequeño valle, y constituyendo la denominada Sierra Cabrera. Sus rocas consisten en una caliza de color gris azulado, fractura desigual, textura compacta, espatizada á veces, por los muchos restos de crinoides que encierra; y una pizarra arcillosa, de estratificacion indistinta, blanda y que se fractura fácilmente en pedacitos pequeños y alargados. Dicha pizarra se halla interestratificada con la caliza en capas de poco espesor, y ésta contiene abundancia de Brachiópodos, entre los cuales hemos reconocido el *Productus giganteus*.

Las capas se presentan con numerosos pliegues y muy levantadas,

sin que se observe, sin duda por tal causa, discordancia entre ellas y las silurianas, que aparecen al Norte de la mencionada sierra. Las rocas del valle son: arcillas pizarrosas endurecidas, cruzadas en diferentes sentidos por grietas que las dividen en menudos pedazos; grauwaackas de color verdoso-amarillento, con análogas grietas, y un conglomerado fino, que aparece hácia el contacto con la caliza de montaña ya descrita. En estas rocas existen en abundancia impresiones de *Lepidodendron elegans*, *Calamites canaeformis* y *Stigmaria ficoides*.

Las diferencias que se advierten entre los caracteres de estas rocas y las de los Barriales, que estudiaremos despues, nos inclina á suponerlas como la parte inferior de la division superior, ó sea la transicion entre ésta y la inferior.

En el término de Villagarcía existe otro valle con rocas semejantes á las de Los Santos y Fuente del Maestre, con fósiles idénticos, y como en aquel, se han cortado en diversos pozos algunas capas de hulla de escasisimo espesor y hasta la fecha sin importancia industrial.

Las capas superiores del sistema son sin duda alguna las que hemos visto en el sitio conocido por los Barriales, término de Guadalcanal, á muy corta distancia del límite provincial; en este sitio reconocimos un pequeño manchon, cuyos materiales descansan horizontalmente sobre los estratos muy levantados del siluriano. Las rocas consisten en areniscas groseras, teñidas por los óxidos de hierro, y pizarras arcillosas blandas más ó menos hojosas. Entre las caras de los estratos se acomodan unos grandes lentejones de arenisca compacta, de grano fino y extremada dureza, con impresiones, pequeñas y en mal estado de conservacion, de *Calamites* y *Sigilaria*. De idénticas impresiones hay restos también imperfectos en la arenisca, y con ménos frecuencia en la pizarra. Lechos de hulla, con espesor de algunos centímetros, se cortaron entre la pizarra con un pozo de ocho metros, y junto á los superiores logramos ver, por capas alternantes, la arenisca y la pizarra.

La configuracion del valle hace presumir sea escaso el espesor de la formacion.

Otros dos asomos, de no mayor importancia que el anterior, vimos entre Fuente del Arco y Reina, á lo largo del valle, en la margen derecha del arroyo Galapagal.

Como en los Barriales, se encuentra en la parte superior la arenisca grosera de color amarillento, y debajo estratos de pizarrilla hojosa acompañada de otra carbonosa, con numerosas impresiones

de plantas carboníferas. El carbon mineral es escaso y en capas discontinuas de algunos centímetros de espesor. Los estratos son horizontales, y por consiguiente en marcadisima discordancia con las capas del siluriano. La perfecta identidad entre las rocas de las tres manchas carboníferas y la orografía del suelo, hacen suponer la continuidad y union de las capas al tiempo de la sedimentacion en toda esta parte del país.

SISTEMA TERCIARIO MEDIO.

Corresponden sin duda alguna al terreno del epígrafe los materiales modernos que con gran desarrollo se extienden por la márgen izquierda del Guadiana. Los retazos aislados de Ahillones, Bienvenida, Puebla de la Reina y algunos otros, manifiestan además, con los del Norte del mismo rio, cuán extensa sería la formacion á que corresponden, ántes de haber sido denudada. La composicion y disposicion análogas de los sedimentos en los diferentes manchones, no dejan duda acerca de su misma edad; y cuando se les compara con los que en extensísimo manto se prolongan desde la orilla del rio hácia el Norte, no es difícil comprobar que son aquellos el infrastratum de éstos.

Las rocas del sistema consisten en una caliza terrosa de color blanzuzco, que se presenta formando capas discontinuas de poco espesor, y con más frecuencia en pedazos informes de escaso volúmen, mezclados con detritus finos de otras rocas y gran cantidad de arcilla. En la parte más elevada predomina la última, con un tinte rojizo muy pronunciado y debido al óxido de hierro que contiene.

Con tales caractéres se extiende el principal manchon desde la proximidad del cauce del Guadiana, que le sirve de límite por Norte y Oeste, hasta las cercanías de Olivenza, Santa Marta y Fuente del Maestre; por el Sur, se halla el fin en las inmediaciones de Rivera, desde donde se eleva al Norte para encontrar el límite oriental en el cauce del arroyo Valdamez; mas á cierta distancia de las sierras de Alange abandona el arroyo, é inclinándose al NO. y metiéndose por entre las alturas silurianas de Torremejía y Arroyo de San Serván, llega con contornos sumamente sinuosos hasta las cercanías de Mérida.

Esta gran superficie, conocida en el país con el nombre de «Tierra de Barros,» es una de las principales fuentes de riqueza de la provincia; habiéndola valido el título de granero de Extremadura por la abundancia de cereales que en ella se cosechan.

En Villareal, Bienvenida, La Haba, Don Benito, Guareña, Orellana, Mérida, Villanueva de la Serena y otras localidades, existen espacios mucho más pequeños de la misma composicion mineralógica, que el anterior, y estos terrenos se dedican especialmente al cultivo de cereales, destinándose tambien, como se ve en Almendralejo, Villafraña, etc., algunos pedazos al del olivo, con notables ventajas sobre otros suelos.

SISTEMA CUATERNARIO.

La roca detrítica del N. del Guadiana ocupa un extensísimo espacio sin solucion de continuidad, puesto que de E. á O. corre desde la frontera ⁽¹⁾ de Portugal hasta el pié de la cadena de cuarcitas que se eleva al Occidente de Castiblanco, internándose una buena parte en la provincia de Cáceres. Por el Sur traspasa el cauce del Guadiana, y por el Norte llega á Cordobilla é inmediaciones de La Roca; y separándose más de Villar del Rey y Alburquerque, penetra en Portugal.

En Mérida y pueblos limitrofes, en Santa Amalia y Rena, y algunos otros asoman, con variable extension, entre los detritus de la formacion, las rocas de los sistemas inferiores. En Orellana, Navalvillar de Pela y Casas de Don Pedro, las denudaciones permiten comprobar la discordancia de estos depósitos con el manto calífero-arcilloso inferior.

En Castiblanco, Talarrubias, Tamurejo y Granja de Torrehermosa, hemos comprobado la misma formacion cuaternaria, por más que las dimensiones de estos retazos no sean en manera alguna comparables con las del primero. Su presencia tiene, sin embargo, gran importancia, por las consideraciones á que da lugar sobre el primitivo depósito. La parte inferior está compuesta de limos arenáceos de color azulado, amarillento ó rojizo, de poca coherencia, y completamente análogos á los que tenemos estudiados en San Bartolomé de la Torre (Huelva) y otras localidades de la misma provincia. En la parte superior los detritus son más gruesos, y en su mayor parte compuestos por cantos de cuarcita.

En cuanto á la edad de todos los depósitos modernos de la provincia de Badajoz, se comprende cuán difícil es su precisa determinacion, sin salir de los límites locales, faltando, como faltan, restos de

(1) Creemos entre en aquel Reino, por más que en el Mapa geológico portugués se represente en su lugar al mioceno lacustre.

séres organizados. La caliza terciaria de Badajoz, en la que Leplay cita fósiles de agua dulce (que nosotros no logramos comprobar, sin duda por la premura del viaje), arroja, sin embargo, gran luz sobre este importante punto.

En efecto, discordante el travertino del Cerro de San Cristóbal (Badajoz) con el manto de arcillas y caliza terrosa, del que algunas muestras se ven en aquel punto, colocaría á este en el sistema plioceno, si correspondiese al mioceno, como dice tan distinguido geólogo, la caliza fosilífera. Y en tal caso los materiales arenáceos y de cantos rodados silíceos del N. del Guadiana, superiores á los del S., pertenecerían al posplioceno ó cuaternario. Tal clasificación estaría conforme con lo que tenemos observado en Huelva, y lo que los Sres. Egozcue y Mallada han visto en Cáceres, puesto que los sedimentos que constituyen el cuaternario de Madrigalejos son de la misma naturaleza que los superiores de Badajoz, con los cuales se juntan.

FORMACION HIPOGÉNICA.

Los granitos de Extremadura en sus numerosos afloramientos hacen suponer un macizo inmenso que de los mismos debe existir á cierta profundidad por bajo de los terrenos estratificados; mas las diferencias de aspecto hacen conocer dos zonas distintas, pertenecientes probablemente á edades diferentes.

La zona más septentrional se prolonga por las provincias limítrofes de Cáceres y Córdoba, bajo una dirección comprendida entre las líneas NO. á SE. y O.NO. á E.SE., no pasando los asomos graníticos que comprende, del macizo estrato cristalino, del Acebuchal y Azuaga.

El granito de esta región puede referirse al tipo del de la Sierra de Montañchez, pues, como aquél, es de grano grueso, color blancuzco, con poca mica y grandes cristales de feldespato, que á veces miden un volumen de varios centímetros cúbicos. A esta variedad corresponde el de las diversas construcciones romanas, cuyas ruinas llaman la atención del viajero que se detiene en Mérida.

Afloramientos aislados de esta misma roca y con superficie de algunos kilómetros, hemos reconocido en Valencia de Alcántara, Alburquerque, Villar del Rey, La Roca, Mérida, Esparragalejo, Aljucen, Carrascalejo, Mirandilla, Trujillano, Don Alvaro, Valverde de Mérida, Guareña Garlitos, Valle de la Serena, y el más extenso que desde la proximidad del Guadiana se extiende por Magacela, La Guardia, Quin-

tana, etc., internándose en la provincia de Córdoba, sin solución de continuidad.

La segunda zona granítica es más meridional, y sus asomos presentan variedades de grano fino ó mediano, estando sus elementos en mejores proporciones y con más igualdad repartidos. Como materias accidentales, contienen piritas de hierro y anfíbol, pasando, cuando este domina, ya á los sienitos ya á los pórfidos.

Los afloramientos son, por regla general, de más reducida superficie en esta que en la otra zona y en considerable número. Le hemos reconocido en el Almendral, Barcarrota, Valverde de Burguillos, Olivenza, Salvatierra, Jerez de los Caballeros, Valencia del Ventoso, Medina de las Torres, La Atalaya, Fregenal de la Sierra, Higuera la Real, Bodonal, Segura, Cabeza de la Vaca, La Calera, Monasterio, Pallares, Azuaga, Santa María Nava Zapatera y la Puebla del Maestre, existiendo además en otros varios puntos.

PÓRFIDOS, DIORITAS, ETC.

Los melafiros, pórfidos cuarzosos, eufótidas y dioritas, con una porción de variedades intermedias, asoman en muchísimos sitios, hallándose por lo general asociado, y con frecuencia se les ve también entre el granito, estableciéndose tránsitos entre este y las demás rocas hipogénicas. Ejemplo de ello podemos citar en Valverde de Mérida, Malpartida, Barcarrota, etc.

Sería prolijo enumerar todos los sitios donde hemos reconocido estas rocas, por lo cual citaremos tan solamente las localidades donde se encuentran sus principales afloramientos, á saber: Mérida, Aljucen, Palomas, Malpartida, Valverde de Llerena y Valle de la Serena. Con menor importancia se les encuentra desparramados por toda la provincia; siendo la región donde ménos abundan la del NE. á partir del macizo granítico de Quintana.

ROCAS METAMORFOSEADAS EN ALTO GRADO.

En contacto de los afloramientos graníticos de Alburquerque, San Vicente de Alcántara y Campanario y Castuera, las acciones metamórficas muestran sus efectos por el desarrollo en la pizarra arcillosa de cristales de silicato de alúmina, haciéndose por tal causa

maclifera la roca, hasta cierta distancia de la hipogénica y transformándose en una verdadera *Maclina*.

En un sinnúmero de puntos, los mismos fenómenos dieron lugar á un nuevo arreglo molecular entre los elementos de las calizas; y de ahí el que las veamos con diferente estructura, ya granuda ya cristalina, y con coloraciones muy varias, efecto sin duda de las sustancias que adquirieron por tales causas.

En otros puntos donde los asomos hipogénicos, especialmente de los pórfidos y dioritas, se hallan en gran número, las pizarras sedimentarias han sufrido un metamorfismo tan completo, que constituyen espacios cuyo carácter mineralógico es completamente distinto al que debieron presentar las rocas ántes de haber sido metamorfoseadas, por más que se reconozca su sincronismo, con las que á cierta distancia pueden estudiarse con sus caracteres normales. Ejemplos de ellos podemos citar en Mérida, Don Alvaro, Valverde de Mérida, y en el Valle é Higuera de la Serena en Alconchel, y en Bodoñal y Segura de Leon.

Como objeto de industria existen en el siluriano de Badajoz los depósitos de pizarra magesiana, en grado avanzadísimo de descomposición, conocida con el nombre vulgar de *tierra blanca*, usada para el enjalvegado de las casas.

Con las diversas variedades de calizas se fabrican cales, piedras para molino y piezas de ornamentación para las construcciones de algun mérito, tales como columnas, dinteles, jambas, etc.

Pizarras de tejar se explotan con éxito en Villar del Rey, donde hay canteras y una fábrica en que se cortan y pulimentan las losetas, y de otras capas ménos hojosas se extraen lanchas de grandes dimensiones para el solado de los patios y cocinas de las casas, como sucede en Olivenza y otras localidades.

De las distintas variedades de granito se saca gran partido para las construcciones, habiendo canteras en gran número de donde se extraen y labran las piedras necesarias, especialmente para los puentes.

JOAQUIN GONZALO Y TARIN.

MADRID Julio de 1879.

PROVINCIA DE BADAJOZ.

CRIADEROS DE FOSFATO DE CAL EN LOS TERMINOS DE ALBUQUERQUE Y VALENCIA DE ALCÁNTARA (1).

Hacia el extremo Noroeste de la provincia Badajoz, y en la falda de un elevado cerro, que domina una hermosa y extensa campiña, se halla situada la villa de Albuquerque, cabeza de partido judicial, y cuya poblacion es de 9000 habitantes.

El terreno en que asienta la villa está en el contacto de las pizarras silurianas con el granito, viéndose de una manera clara la influencia metamórfica que ha ejercido el mismo en las rocas silíceas, convertidas hoy en termántidas y euarcitas.

Numerosas fuentes de excelentes aguas brotan en las inmediaciones de la poblacion y en todo su extenso término, apareciendo generalmente entre el granito grosero y deleznable.

A la distancia de dos á seis kilómetros de la citada villa de Albuquerque se hallan situadas las minas de fosfato calizo comprendidas en su término, teniendo todas ellas la ventaja de estar unidas por un camino carretero á aquella, que empalma con otro de igual clase á la estacion de Santa Eulalia. Por este último marchan los carros del país en una jornada desde las minas á dicha estacion, quedando así unidas con el ferro-carril portugués que va á Lisboa. Tambien termina en la villa de Albuquerque una excelente carretera que llega hasta la capital de la provincia.

Dar á conocer la importancia minera del indicado centro, es el objeto de estos renglones; y á la verdad, que si bien merecen los criaderos de aquella region salir del olvido en que se hallan y fijar la atención de las empresas industriales, que adquieren cada vez con más afán en nuestro país los minerales de fosfato calizo, desmaya nuestro ánimo

(1) Extractamos estos datos de una Memoria original del Sr. D. Emilio Moreno, Ingeniero Jefe de Minas.

ante la consideracion de hallarse aquellos casi sin explotar, y ser, por consiguiente, difícil en extremo avanzar conclusiones acerca de su verdadera riqueza. Nos atrevemos á hacerlo, sin embargo, ya que se trata de poner en comunicacion las minas de fosforita de la provincia de Cáceres con Portugal, para facilitar y hacer más económica la conduccion de dicho mineral á Lóndres, único mercado del mismo actualmente, pues sería imperdonable guardar silencio sobre la importancia de las concesiones de fosforita del distrito de Albuquerque, sitas no lejos del trazado de la nueva vía férrea.

DIRECCION, POTENCIA É IMPORTANCIA DE LOS FILONES.

Los filones de las minas de fosfato calizo, cuyo espesor, así como el número de pertenencias demarcadas sobre los mismos se detallan más adelante, arman en el granito, generalmente bastante descompuesto, y de grano grueso, y siguen por término medio la direccion NE. á SO., hallándose comprendidos casi todos en una zona orientada entre N. 20° E. y N. 62° E.

Todos los filones que hemos observado son verticales ó fuertemente inclinados; sus espesores son bastante variables, oscilando entre 1^m,20 y 0^m,40, llegando á veces á 2^m,70.

La continuidad de los filones es muy marcada, habiendo podido reconocerse uno en 500 metros de longitud, y otro, el que presenta mayor espesor y riqueza, en más de 500 metros. Este último sigue la línea de máxima pendiente de la colina en que aflora, alcanzando un desnivel de 40 metros próximamente hasta un barranco, lo que facilitará mucho la explotacion económica del mismo, por tener desagüe natural para mucho tiempo.

La roca que sirve de caja á los filones, es, segun hemos dicho, granito bastante descompuesto, con especialidad en el contacto del mineral, lo que facilitará mucho el arranque.

Los filones están constituidos por una mezcla variable de fosfato calizo y cuarzo, y mientras en unos puntos la cantidad de la primera sustancia, que es la verdadera riqueza, llega al 76 por 100, en otros aumenta el cuarzo de una manera notable.

Por regla general, se hallan muy próximos unos á otros varios filones, cuya composicion es análoga, é indudablemente correspondientes á un mismo sistema, si bien varían en el espesor.

Pueden reconocerse cinco sistemas de filones más ó menos diver-

ses en las cercanías de Albuquerque, además de otro criadero existente en el término de Valencia de Alcántara, donde en la mina «Gaditana» la potencia del filon llega á 0^m,80, siendo vertical y con direccion de N. 40° E. á S. 40° O.

Sobre dichos filones se hallan concedidas y demarcadas las siguientes minas: «San Lorenzo, Buena Esperanza, Fidelidad, San Pedro Alcántara, Batalladora, Conquista, Santa Teresa, Constanca, Solitaria, Diamante, Perla, Potente, Princesa, Fortuna, Confianza, Lealtad, Actividad, Caridad y Vigilante,» correspondiendo las cuatro primeras á un grupo de filones, las tres siguientes á otro, las cuatro despues nombradas á un tercero, mientras que la «Potente, Princesa y Fortuna,» constituyen un nuevo sistema, lo mismo que la «Confianza y Lealtad,» no estando hasta ahora determinado si hay ó no verdadera relacion entre los criaderos de las demas minas.

Dejamos para otra parte el tratar de las condiciones económicas de todas estas minas, limitándome á lo expuesto, como de interes para los lectores del BOLETIN DE LA COMISION DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.

EMILIO MORENO.

MÉRIDA 7 de Diciembre de 1878.

ÍNDICE

DE LAS MATERIAS CONTENIDAS EN ESTE TOMO.

	<u>Páginas.</u>
Prólogo.....	XI
Excursion geológica por la isla de Mallorca, por <i>D. Luis M. Vidal</i>	1
Exámen microscópico de varias muestras de rocas eruptivas, recogidas por <i>D. Luis M. Vidal</i> en la isla de Mallorca, por <i>D. Ramon Adan de Yarza</i>	23
Nota acerca de las fosforitas recientemente descubiertas en el Mediodía de España, por <i>M. Calderon</i>	29
Memoria acerca de los criaderos auríferos del segundo distrito del departamento de Mindanao—Misamis—(Filipinas), por <i>D. Enrique Abella y Casariego</i>	33
Itinerarios geológicos.—Observaciones tomadas al paso en los viajes hechos á las comarcas auríferas de Misamis (islas Filipinas), por <i>D. Enrique Abella y Casariego</i>	63
Datos geológicos de la provincia de Toledo, término de Villamiel, por <i>D. Juan Sanchez y Massia</i>	83
Minerales del archipiélago de las islas Orientales, por <i>A. Frenzel</i>	87
Nota acerca del sistema devoniano de la provincia de Leon, por el <i>Dr. Ch. Barrois</i>	94
Estudio geológico y petrográfico del Norte de la provincia de Sevilla, por <i>D. José Mac-Pherson</i>	97
Las rocas eruptivas de Vizcaya, por <i>D. Ramon Adan de Yarza</i>	269
Las minas de Somorrostro, por <i>Eug. Bourson</i> . Nota de <i>D. R. A. de Y. A. de Y.</i>	287
Nota sobre las minas de hierro de Bilbao, por <i>M. Baills</i> , de <i>D. R. A. de Y.</i>	304
Datos geológicos acerca de la provincia de Leon, recogidos durante la campaña de 1878 á 1879, por <i>D. Luis N. Monreal</i>	344
Reseña física y geológica de la parte N.O. de la provincia de Guadaluajara, por <i>D. Pedro Palacios</i>	324
Bosquejo geológico de la zona superior de Sierra Nevada, por el <i>Doctor Richard von Drasche</i>	353
Reseña físico-geológica de la provincia de Badajoz, por <i>D. Joaquin Gonzalo y Tarin</i>	389
Provincia de Badajoz.—Criaderos de fosfato de cal en los términos de Alburquerque y Valencia de Alcántara, por <i>D. Emilio Moreno</i>	443

ÍNDICE

DE LAS LÁMINAS QUE ACOMPAÑAN A ESTE TOMO.

	<u>Láminas.</u>
Porfiritas de Mallorca, vistas al microscopio con aumento de 50 diámetros.....	A
Plano del placer de Pigtao y parte de los de Dumalogdog, Camingauan y Saganahay.....	B
Plano del placer de Dominolog ó Pinatagan.....	C
Bosquejo de las comarcas de Quiliud y Bugsug con los placeres que contienen.....	D
Bosquejo de la comarca donde yacen los criaderos de contacto de Pigholugan.....	E
Avance geológico de la parte central del distrito de Misamis.....	F
Croquis geológico del Norte de la provincia de Sevilla....	G
Rocas cristalinas (provincia de Sevilla).....	H
Idem id. id.....	I
Bosquejo geológico de la parte N.O. de la provincia de Guadalajara.....	J
Mapa en bosquejo de una parte de las alturas de Sierra Nevada.....	K
Mapa en bosquejo de la provincia de Badajoz.....	L
<i>Sinopsis paleontológica:</i>	
Sistema jurásico.....	{ 21, 23, 31, 32, 34, 36, 41, 42
Sistema terciario inferior.—Grupo numulítico.....	{ 2, 3, 13, 14, 16, 19, 20, 25



JURÁSICO

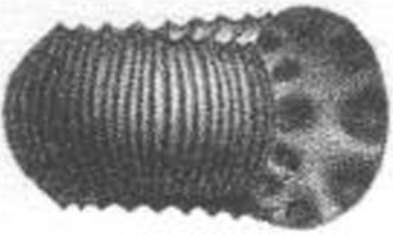
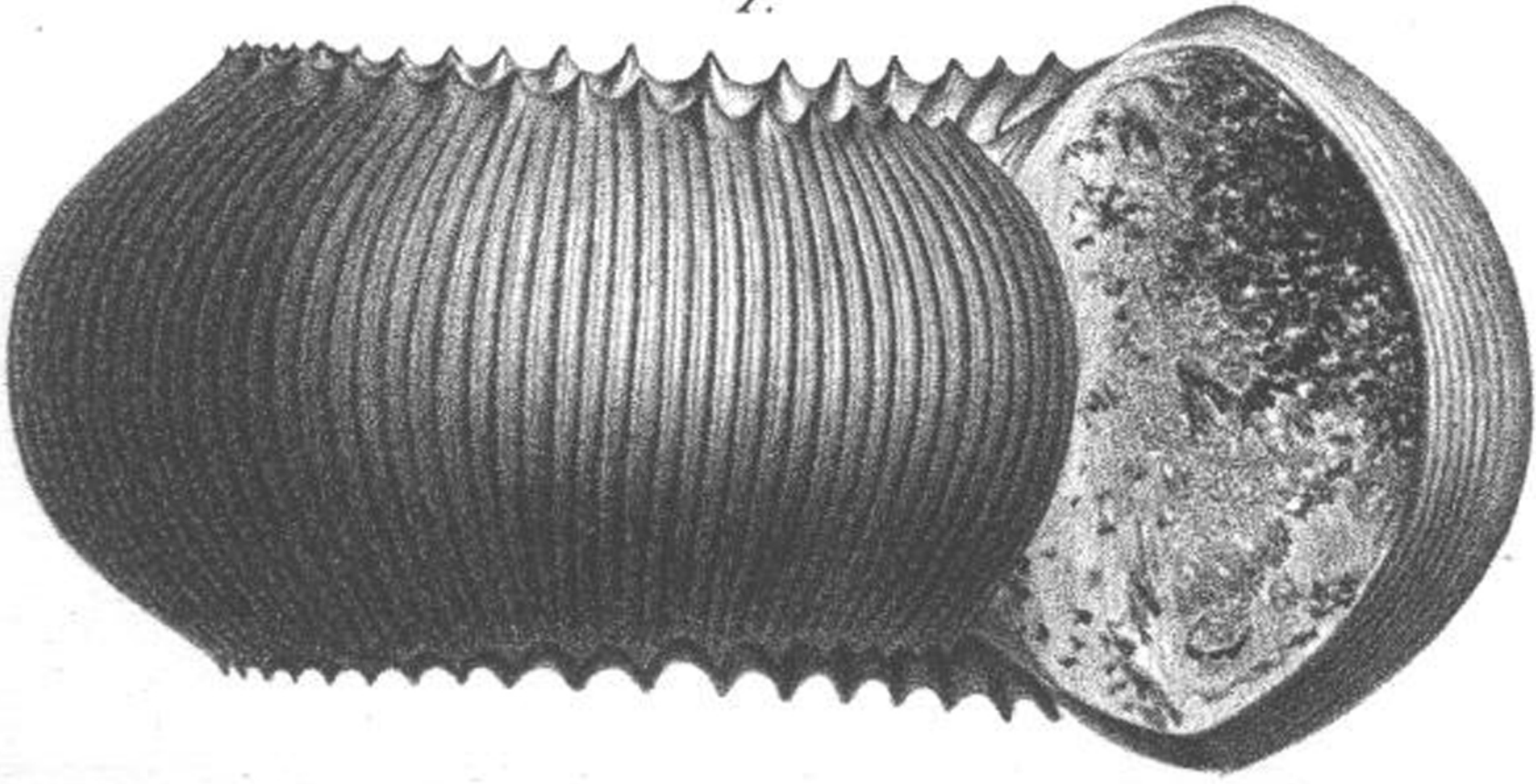
LÁM. 21

Figs.

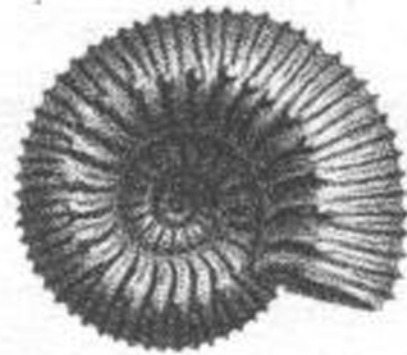
1 y 2 AMMONITES HUMPHRIESIANUS, Sow.

3 y 4 Individuo joven de la misma especie.

1.

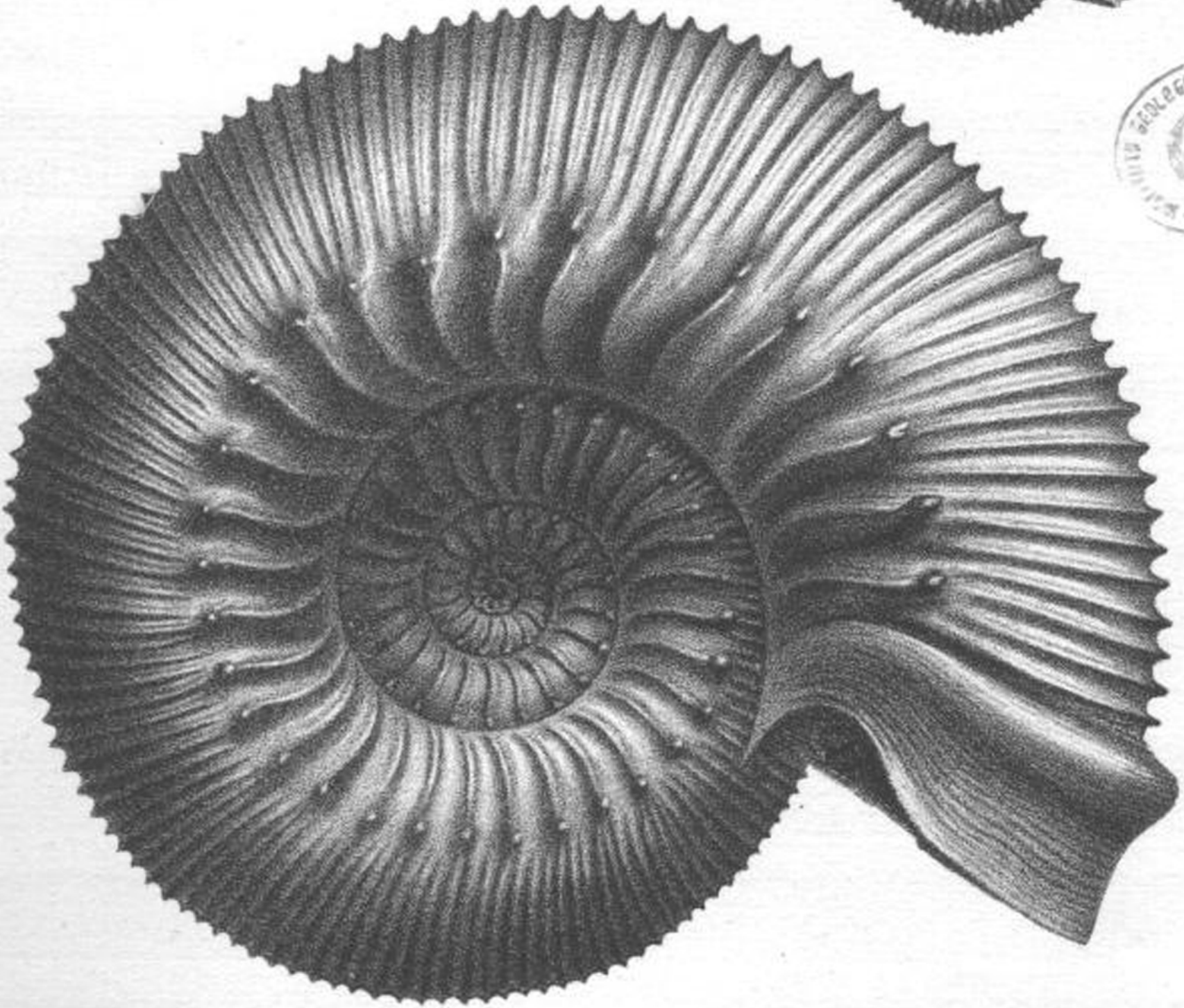


4.



3.

2.

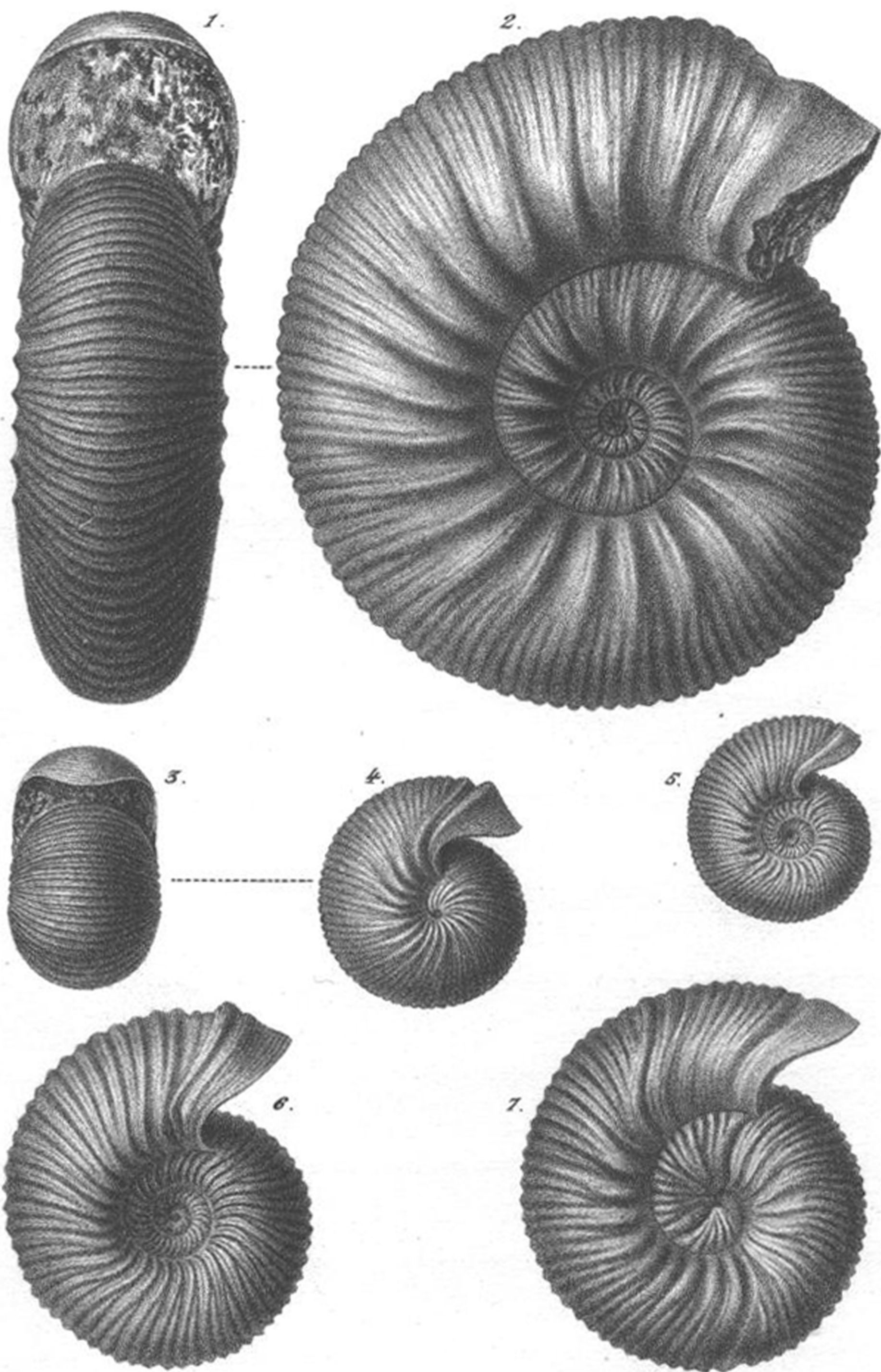


JURÁSICO

LÁM. 23

Figs.

- 1 AMMONITES BRONGNIARTII, Sow.
- 2 La misma especie vista lateralmente.
- 3 AMMONITES GERVILLII, Sow.
- 4 La misma especie vista lateralmente.
- 5 AMMONITES BRONGNIARTII, Sow. Individuo joven.
- 6 Otro individuo de la misma especie.
- 7 AMMONITES DIMORPHUS, Orb.



JURÁSICO

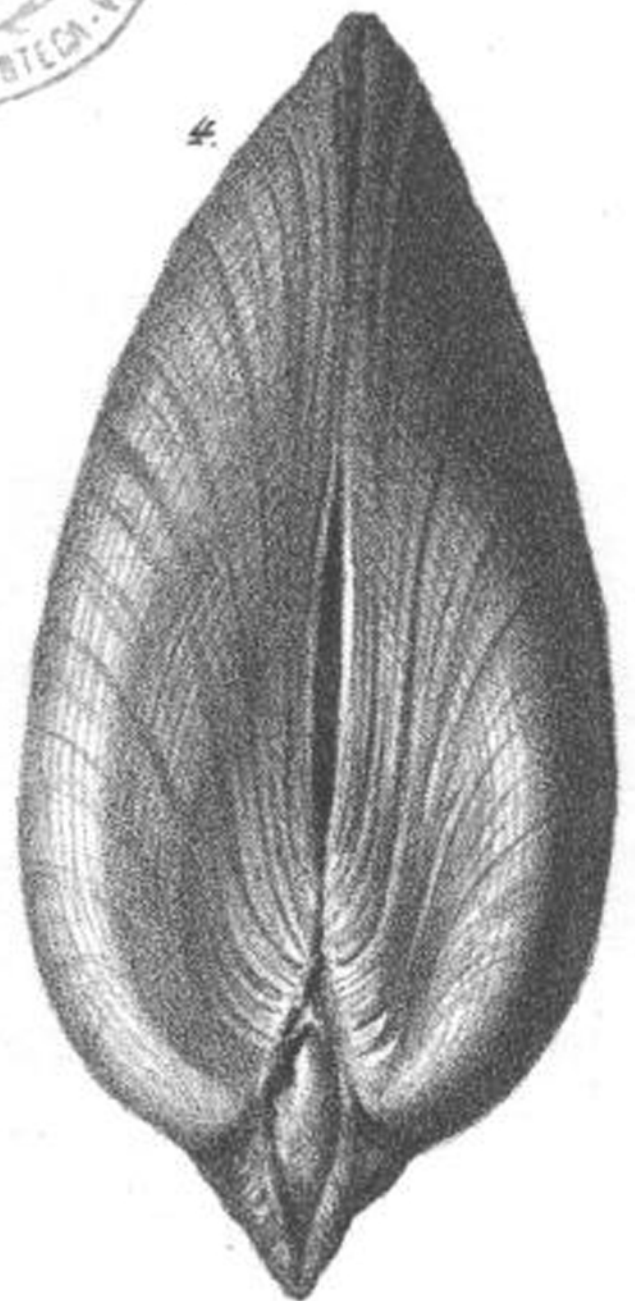
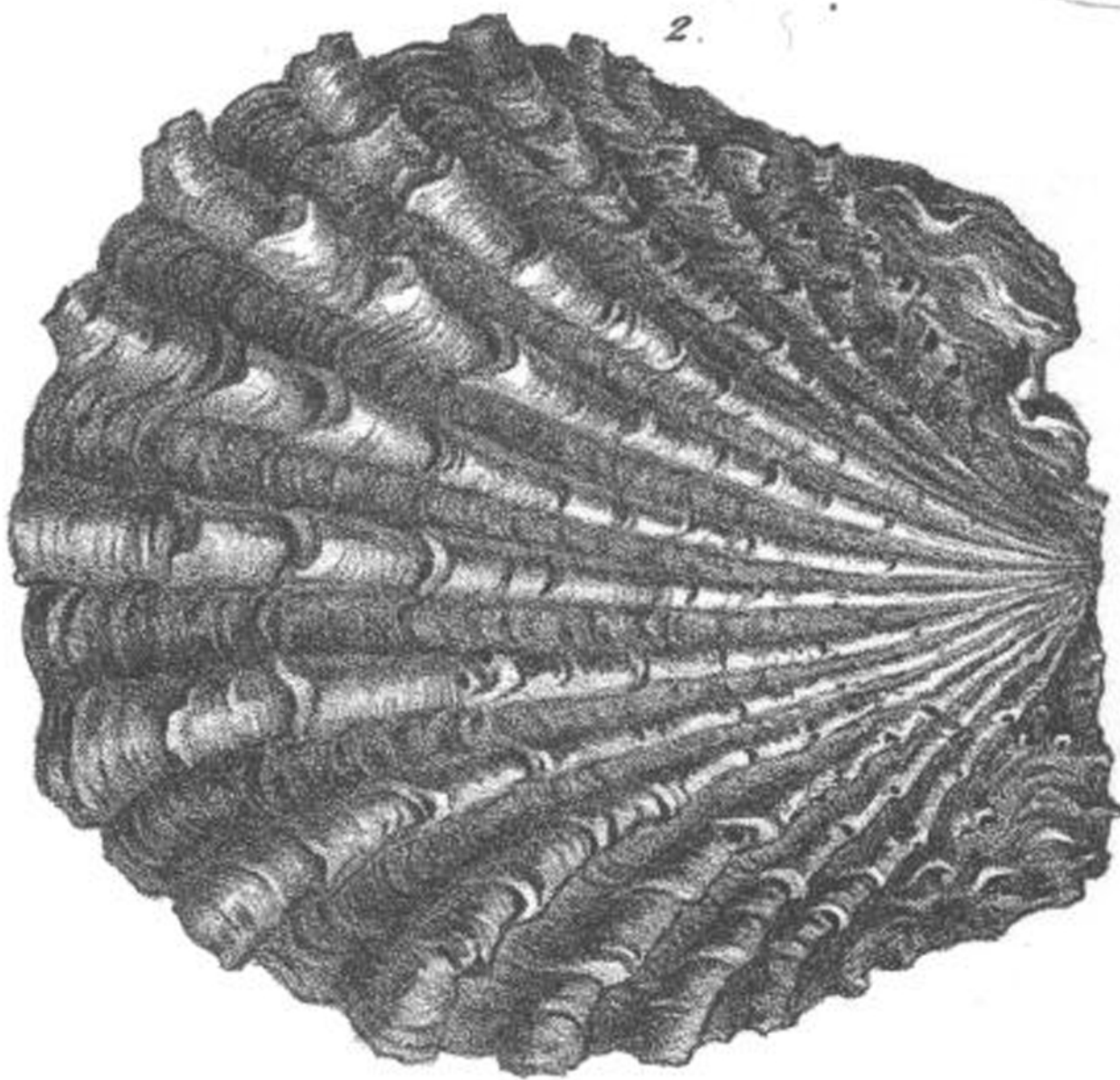
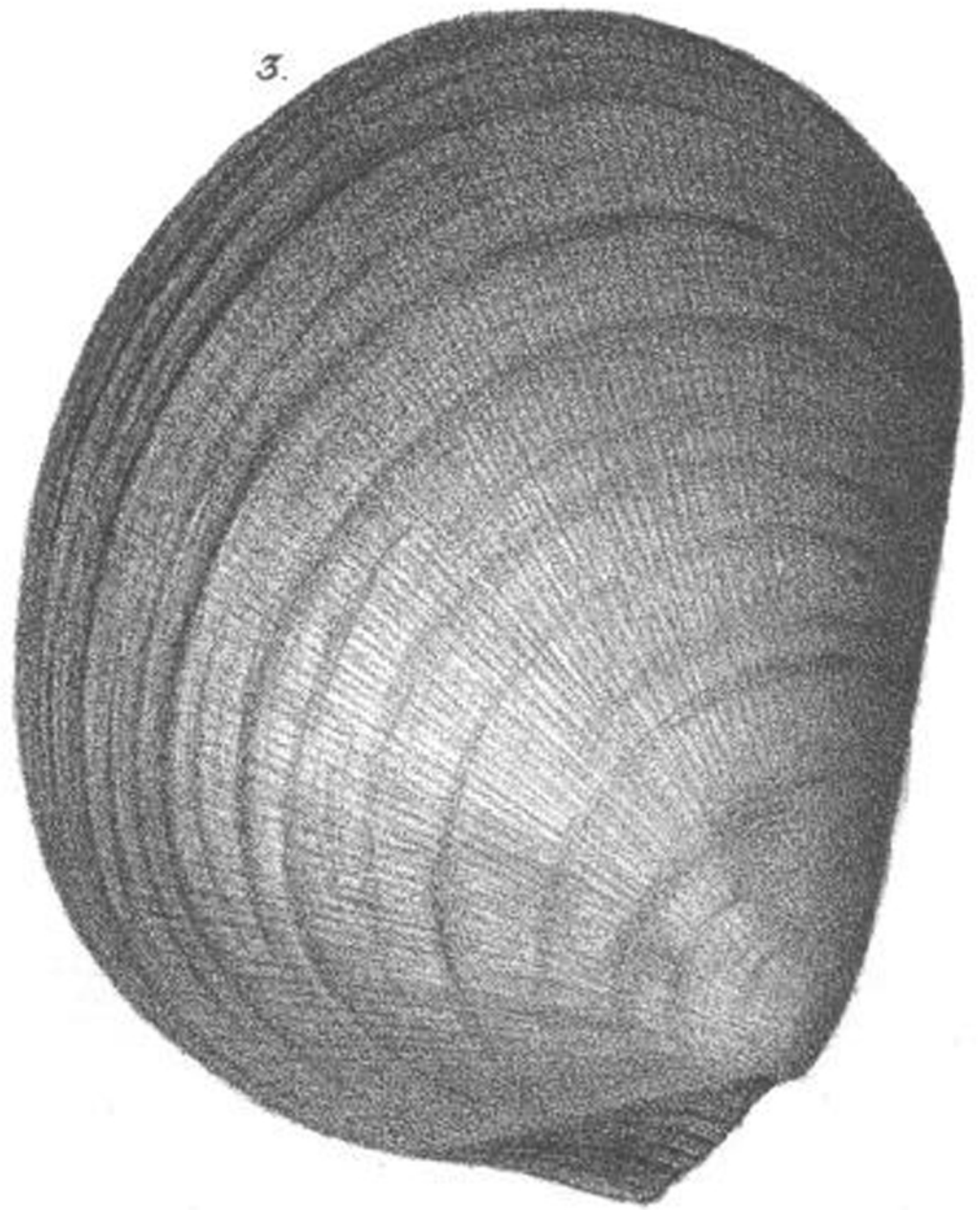
LÁM. 31

Figs.

1, 2 LIMA PROBOSCIDEA, Sow.

3, 4 LIMA GIGANTEA, Desh.

Ambas especies reducidas á la mitad del tamaño más general.

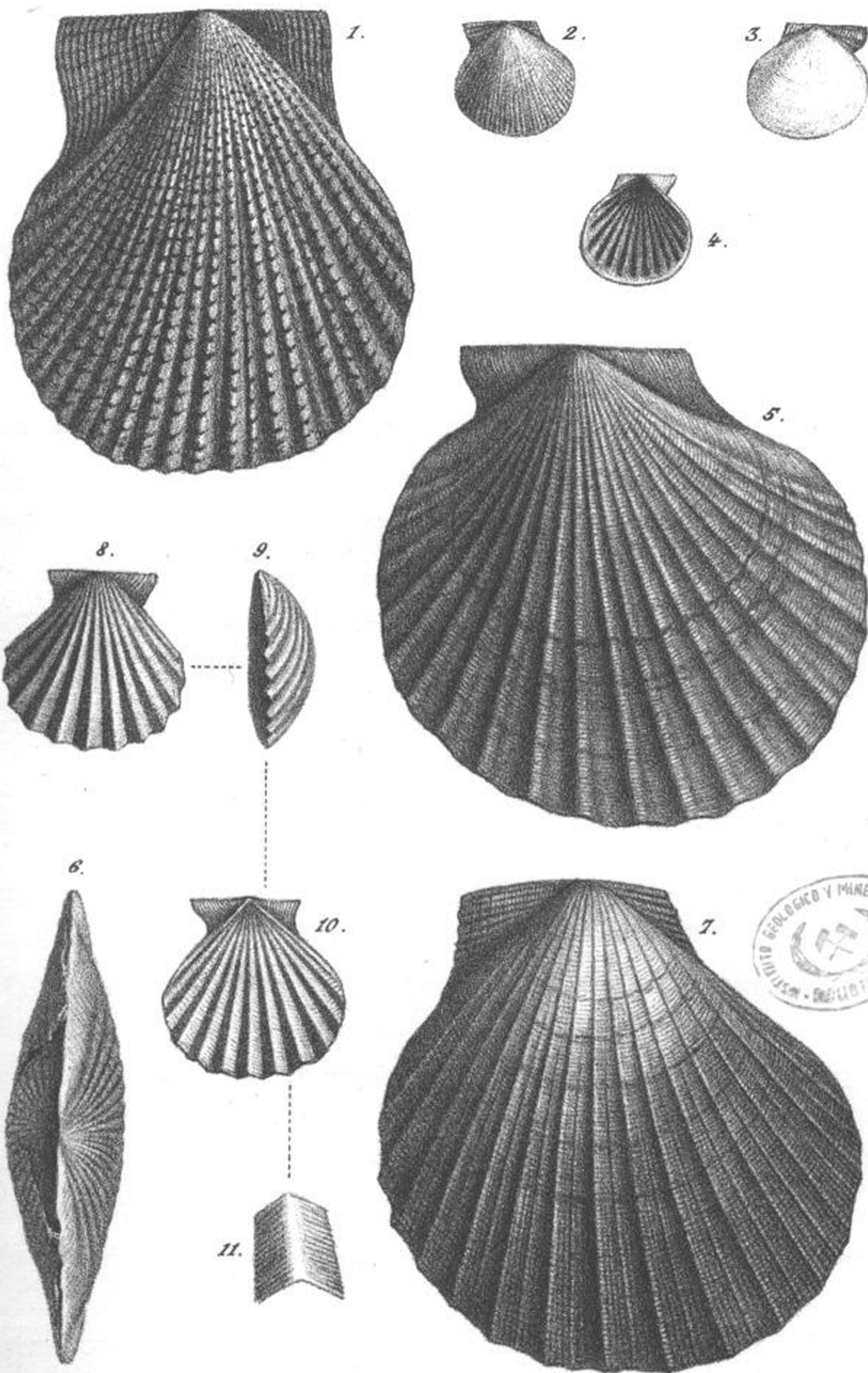


JURÁSICO

LÁM. 32

Figs.

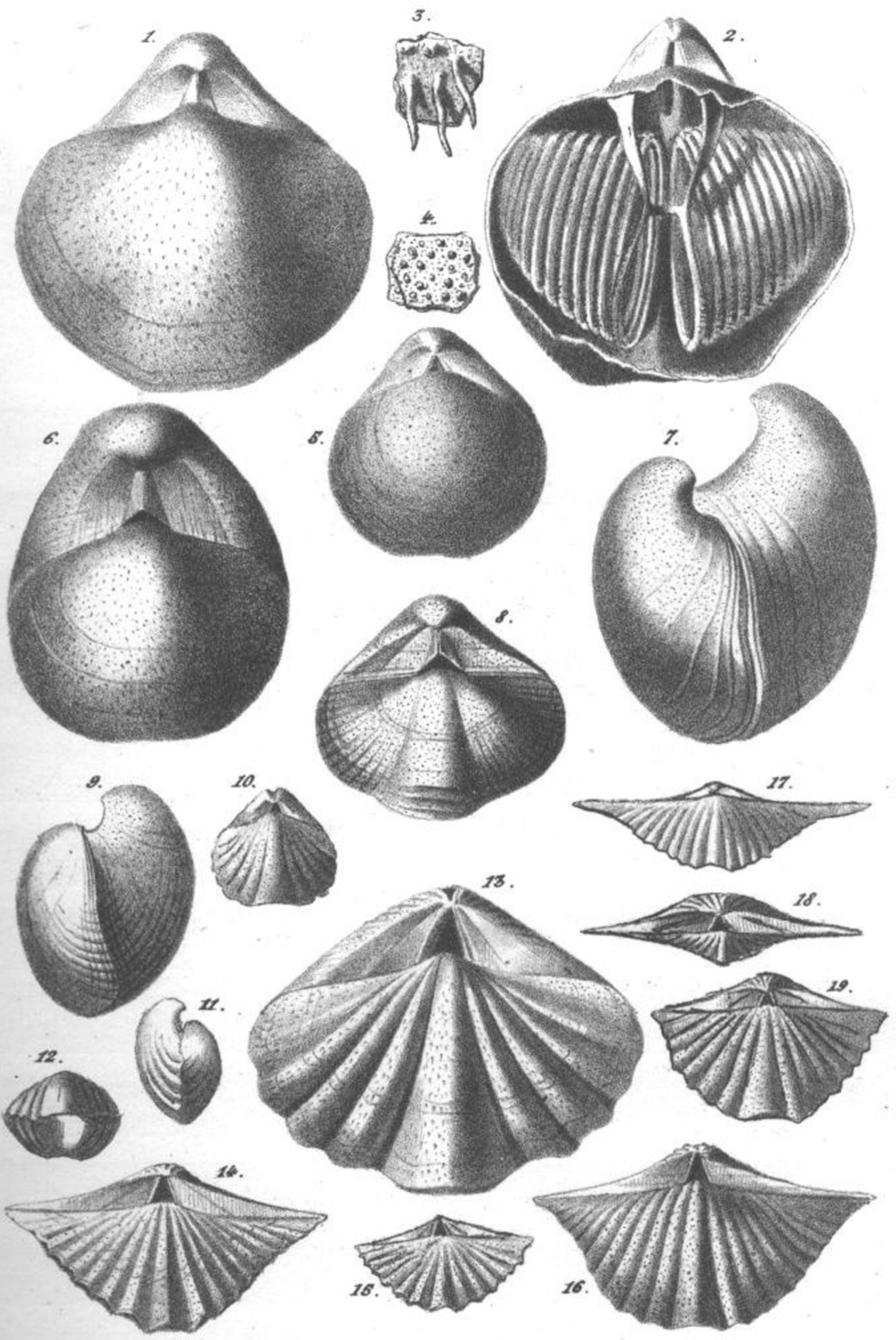
- 1 PECTEN VIMINEUS, Sow.
- 2 PECTEN PERSONATUS, Gold.
- 3 Valva opuesta de la misma especie.
- 4 La misma valva vista interiormente.
- 5 PECTEN ÆQUIVALVIS, Sow., reducido á la mitad de tamaño.
- 6 El mismo ejemplar visto por la region cardinal y rota su concha en algunos sitios.
- 7 PECTEN VELATUS, Gold.
- 8 PECTEN PRADOANUS, Vern.
- 9 La misma especie vista lateralmente.
- 10 La misma vista por la valva menor.
- 11 Porcion de costilla aumentada.



JURÁSICO

LÁM. 34

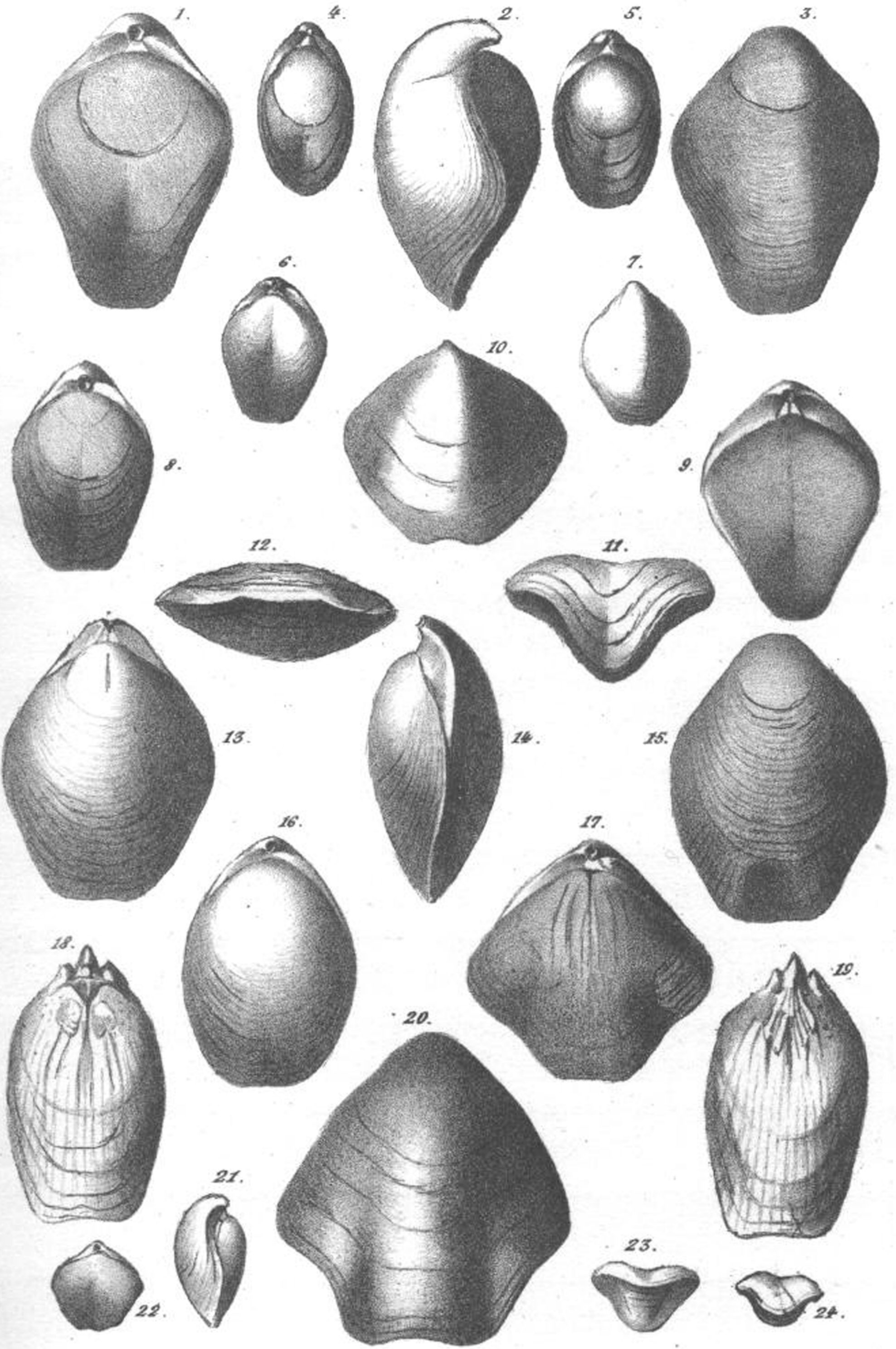
- Figs.
- 1 *SPIRIFERINA ROSTRATA*, Schlot.
 - 2 Interior de la misma especie.
 - 3, 4 Pedazos de la concha aumentados.
 - 5, 6, 7 Variedades de la misma especie.
 - 8, 9 Variedad con pliegues, ó sea la *S. pinguis*, Zieten.
 - 10, 11, 12 Variedad descrita por Zieten con el nombre de *Sp. verrucosa*.
 - 13 *SPIRIFERINA WALCOTII*, Sow.
 - 14 á 19 *SPIRIFERINA OXYPTERA*, Buv., con sus diversas modificaciones.



JURÁSICO.

LÁM. 36.

Figs.	
1 á 3	TEREBRATULA RESUPINATA, Sow.
4, 5 y 9	Variedades de la misma especie.
10 y 11	Otra variedad de la misma especie.
21, 22 y 24	Individuos jóvenes de la misma.
6 y 7	TEREBRATULA FLORELLA, Orb.
8 y 23	Variedades de la misma especie.
13 á 15	TEREBRATULA SARTHACENSIS, Orb.
16	TEREBRATULA IDENTATA, Sow.
18 y 19	Molde de la misma especie.
20	TEREBRATULA VERNEULI, Deslong.
12 y 17	Variedad de la misma especie.



JURÁSICO

LÁM. 41.

Figs.

- 1 *RHYNCHONELLA TETRAEDRA*, SOW.
- 2 á 6 Variedades de la misma especie.
- 7 y 8 *RHYNCHONELLA MERIDIONALIS*, Deslong.
- 9 á 14 Variedades de la misma especie.



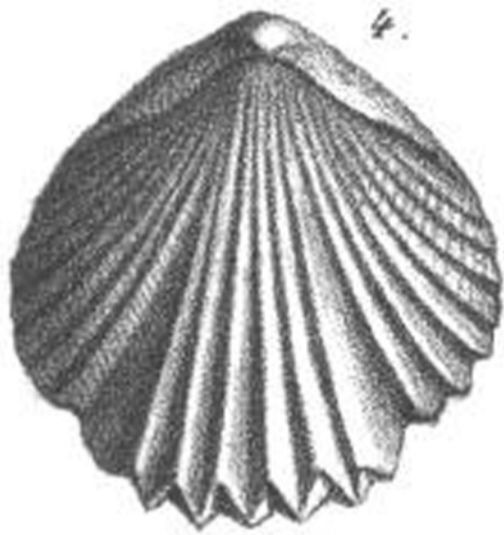
1.



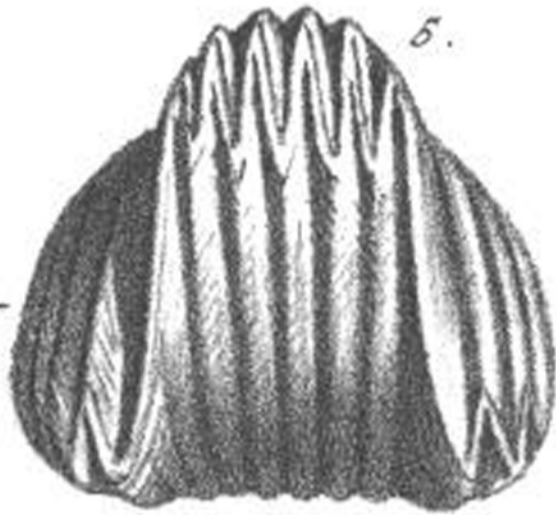
2.



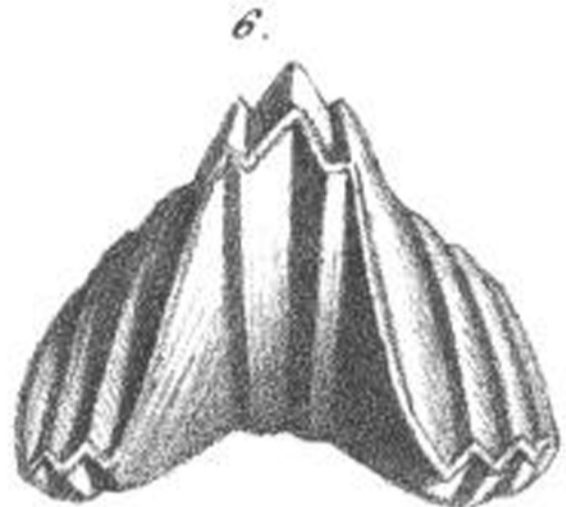
3.



4.



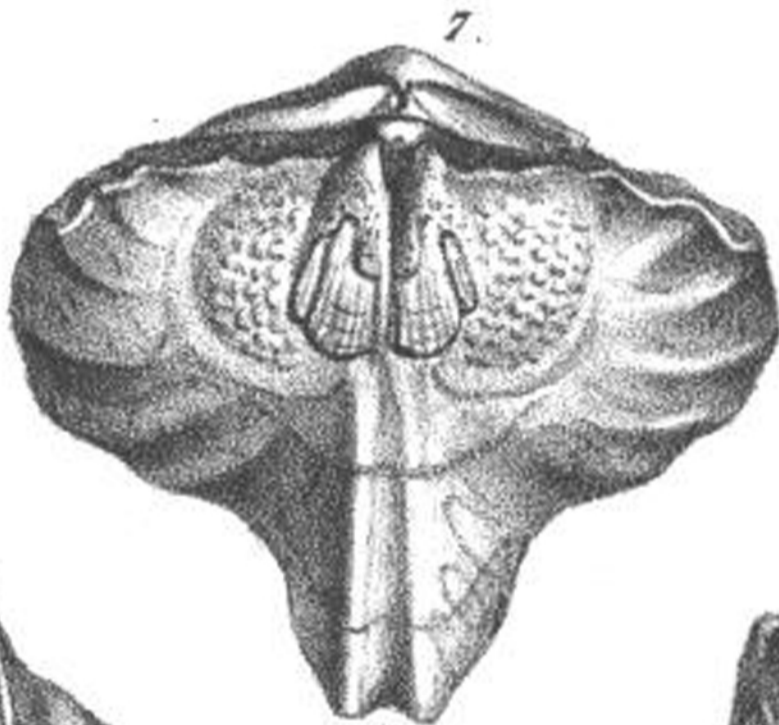
5.



6.



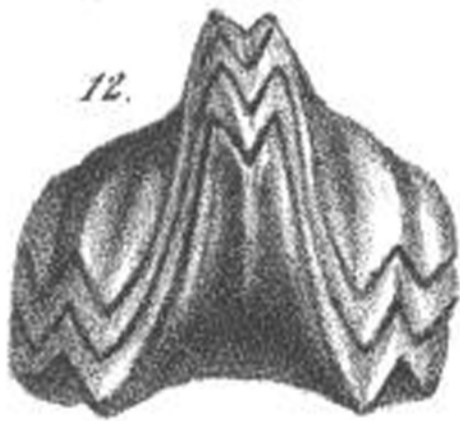
9.



7.



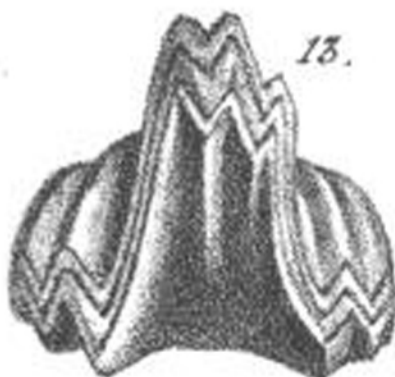
10.



12.



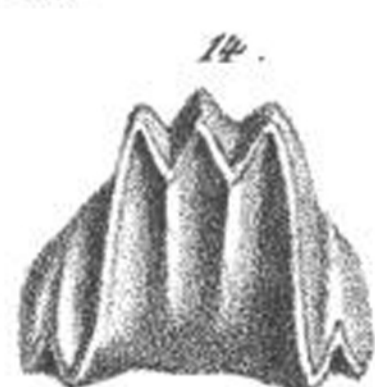
11.



13.



8.

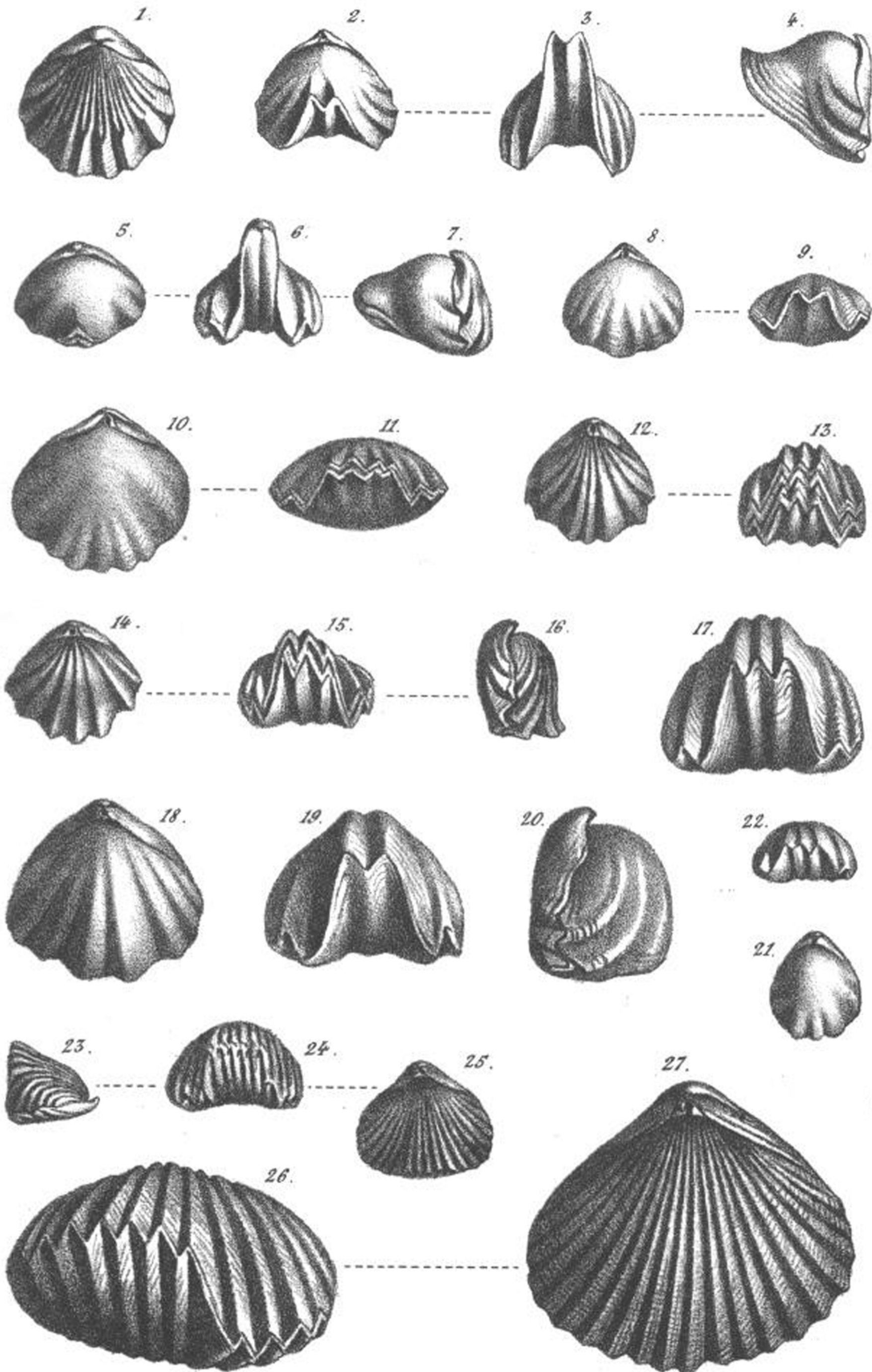


14.

JURÁSICO

LÁM. 42

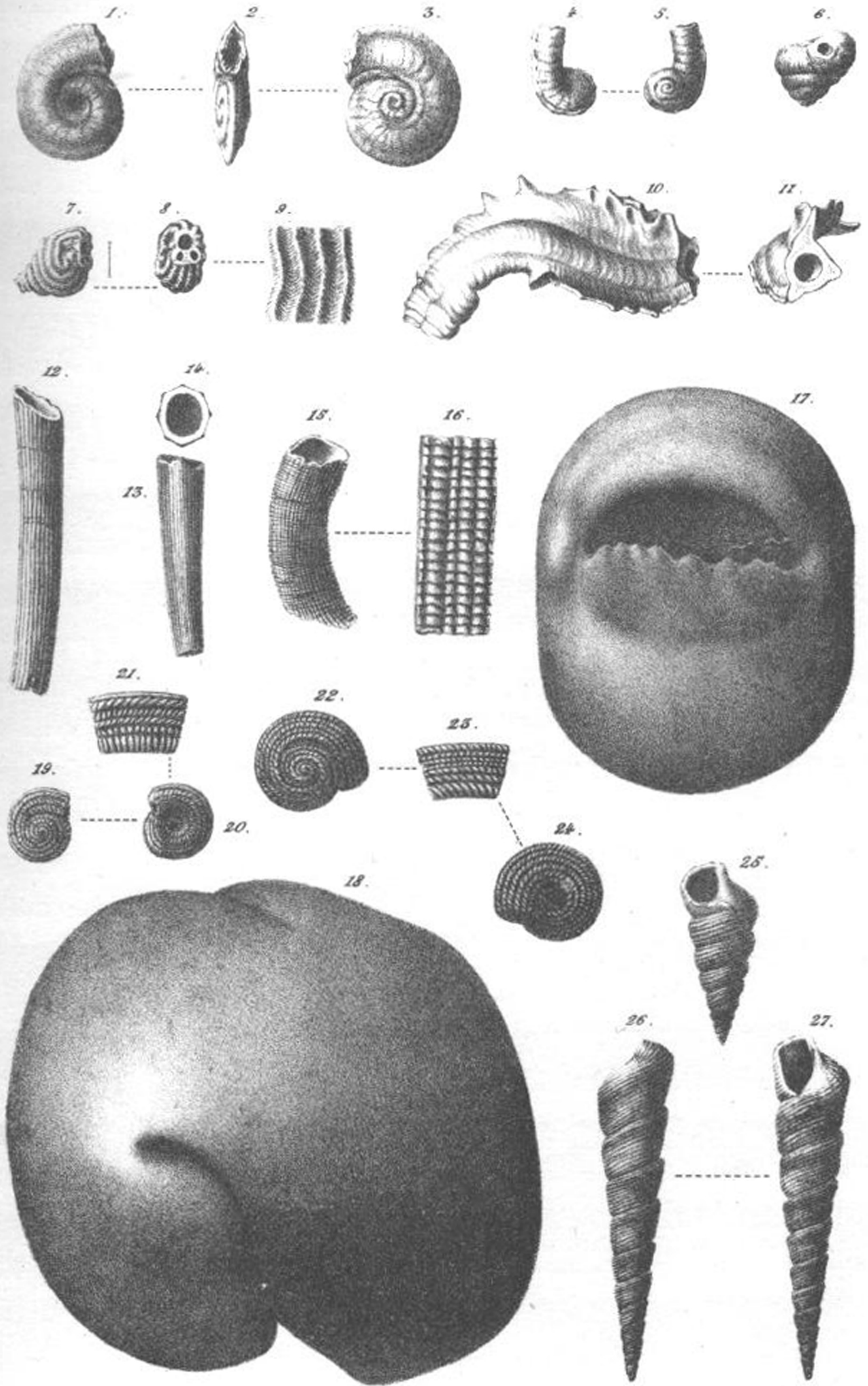
- Figs.
- 1 RYNCHONELLA VIMOSA, Buch.
 - 2 á 4 RYNCHONELLA CYNOCEPHALA, Richard.
 - 5 á 7 RYNCHONELLA RINGENS, Herault.
 - 8 y 9 RYNCHONELLA LYGETTI, Dav. (segun Deslong).
 - 10 y 11 Otra variedad de la misma especie.
 - 12 y 13 RYNCHONELLA VARIABILIS, Schlot.
 - 14 á 22 Variedades de la misma especie.
 - 23 á 25 RYNCHONELLA VARIANS, Schlot.
 - 26 y 27 RYNCHONELLA INCONSTANS, Sow.



NUMULÍTICO.

LÁM. 2.

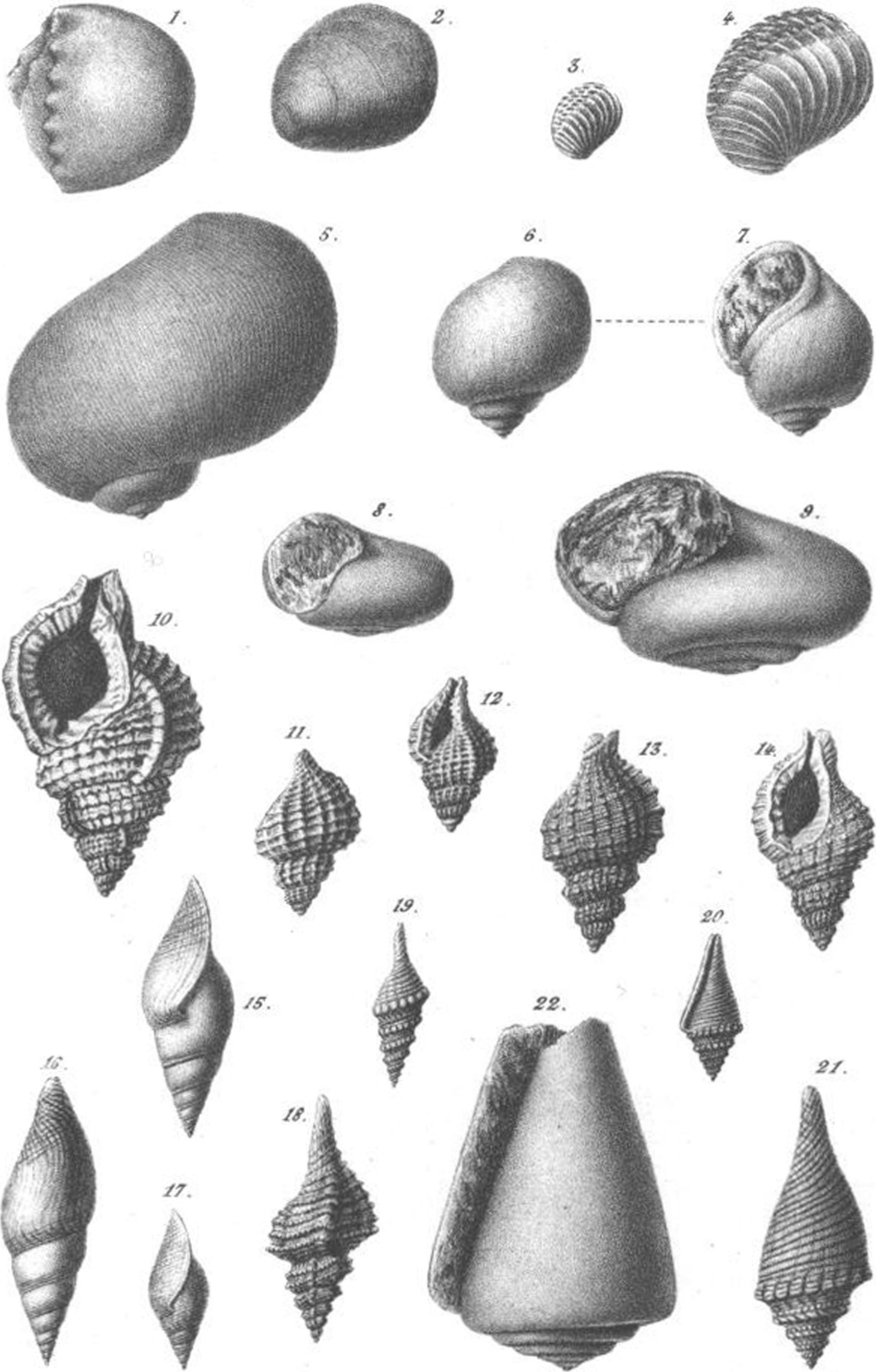
- Figs.
- 1 á 3 *SERPULA SPIRULÆA*, Lam.
- 4 á 6 Variedades de la misma especie.
- 7 y 8 *SERPULA SUBMACROCEPHALA*, nov. sp., aumentada.
- 9 Aumento mayor de sus costillas.
- 10 y 11 *SERPULA DILATATA*, Arch.
- 12 *DENTALIUM TENUISTRIATUM*, Rouault.
- 13 y 14 *DENTALIUM NICENSE*, Bell.
- 15 *VERMETUS SQUAMOSUS*, Rouault.
- 16 Aumento de sus costillas.
- 17 *NERITA SCHMIDELIANA*, Chem.
- 18 Molde de otro ejemplar de la misma especie.
- 19 á 21 *SOLARIUM PLIGATUM*, Lam.
- 22 á 24 Variedad de la misma especie.
- 15 *TURRITELLA DUVALII*, Rou.
- 26 y 27 *TURRITELLA IMBRICATARIA*, Lam.



NUMULÍTICO.

LÁM. 3.

- Figs.
- 1 y 2 *NERITA SCHMIDELIANA*, Chemn (individuos jóvenes).
- 3 *NERITA HALIOTIS*, Arch.
- 4 La misma especie aumentada.
- 5 *NATICA SIGARETINA*, Desh.
- 6 y 7 *NATICA ALBASIENSIS*, Leym.
- 8 y 9 *NATICA CEPACEA*, Lam.
- 10 y 11 *TRITON DELAFOSSEI*, Rou.
- 12 *TRITON NODULARIUM*, Lam.
- 13 y 14 Variedad de la misma especie.
- 15 y 16 *PLEUROTOMA CLAVICULARIS*, Lam.
- 17 *PLEUROTOMA MARGINATA*, Lam.
- 18 *PLEUROTOMA ARCHIACI*, Rou.
- 19 *PLEUROTOMA SUBCARINATA*, Rou.
- 20 *CONUS ROUULTI*, Arch.
- 21 Aumento de la misma especie.
- 22 *CONUS SUB-BREVIS*, Arch.



D.^{ca} Teresa Madarrigá - dibujo



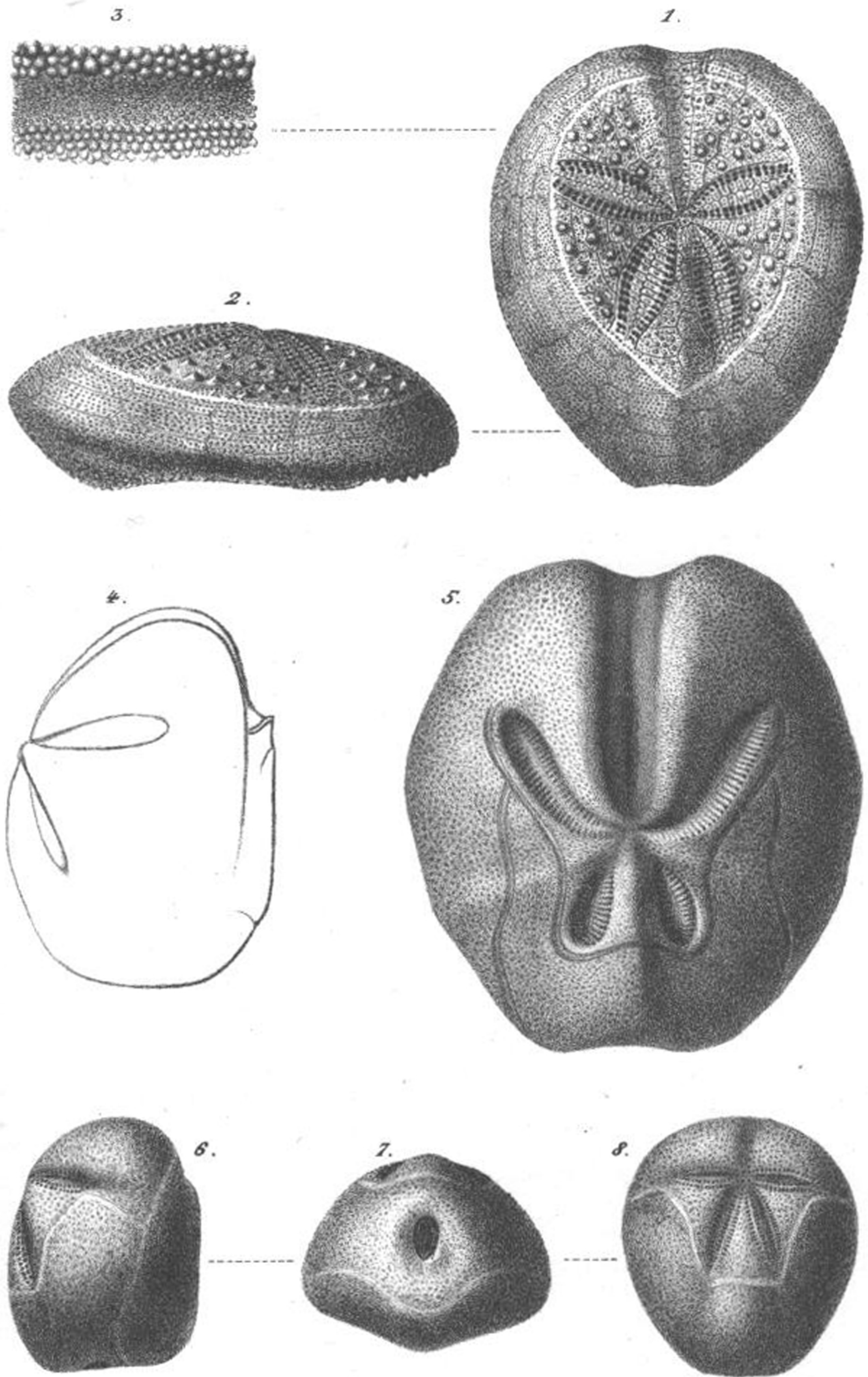
Lit. de G. Pfeiffer, Madrid.

NUMULÍTICO

LÁM. 13

Figs.

- 1 EUPATAGUS ORNATUS, Agass.
- 2 La misma especie vista lateralmente.
- 3 Trozo de la fasciola aumentada.
- 4 SCHIZASTER NEWOLDI, Haimé.
- 5 La misma especie vista por encima.
- 6 PREMASTER ALPINUS, Desor.
- 7 La misma especie vista posteriormente.
- 8 La misma vista por encima.

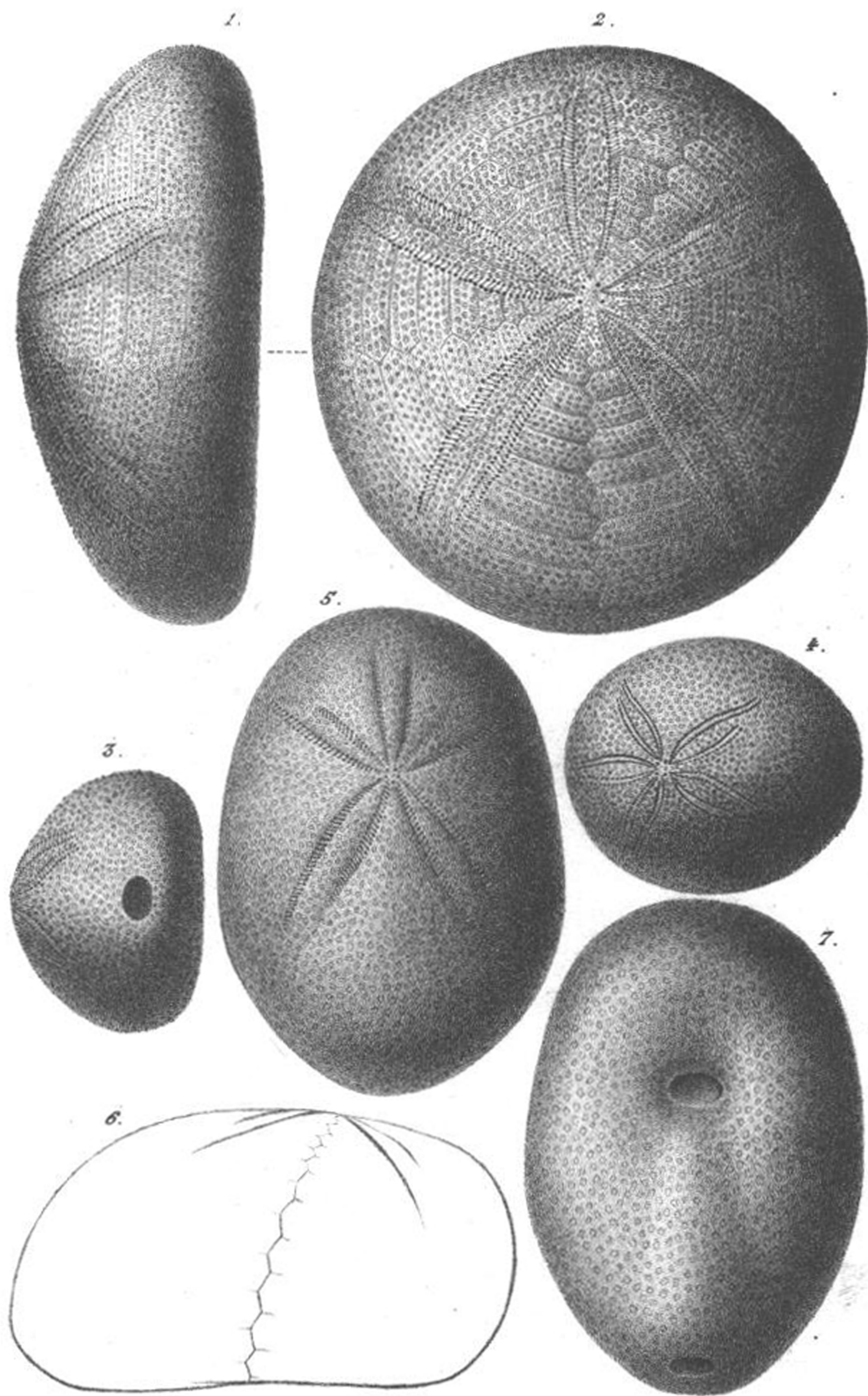


NUMULÍTICO

LÁM. 14

Figs.

- 1, 2 ECHINOLAMPAS DISCOIDEUS, Arch.
3, 4 ECHINOLAMPAS SPHEROIDALIS, Arch.
5, 6, 7 ECHINOLAMPAS ELLISOIDALES, Arch.

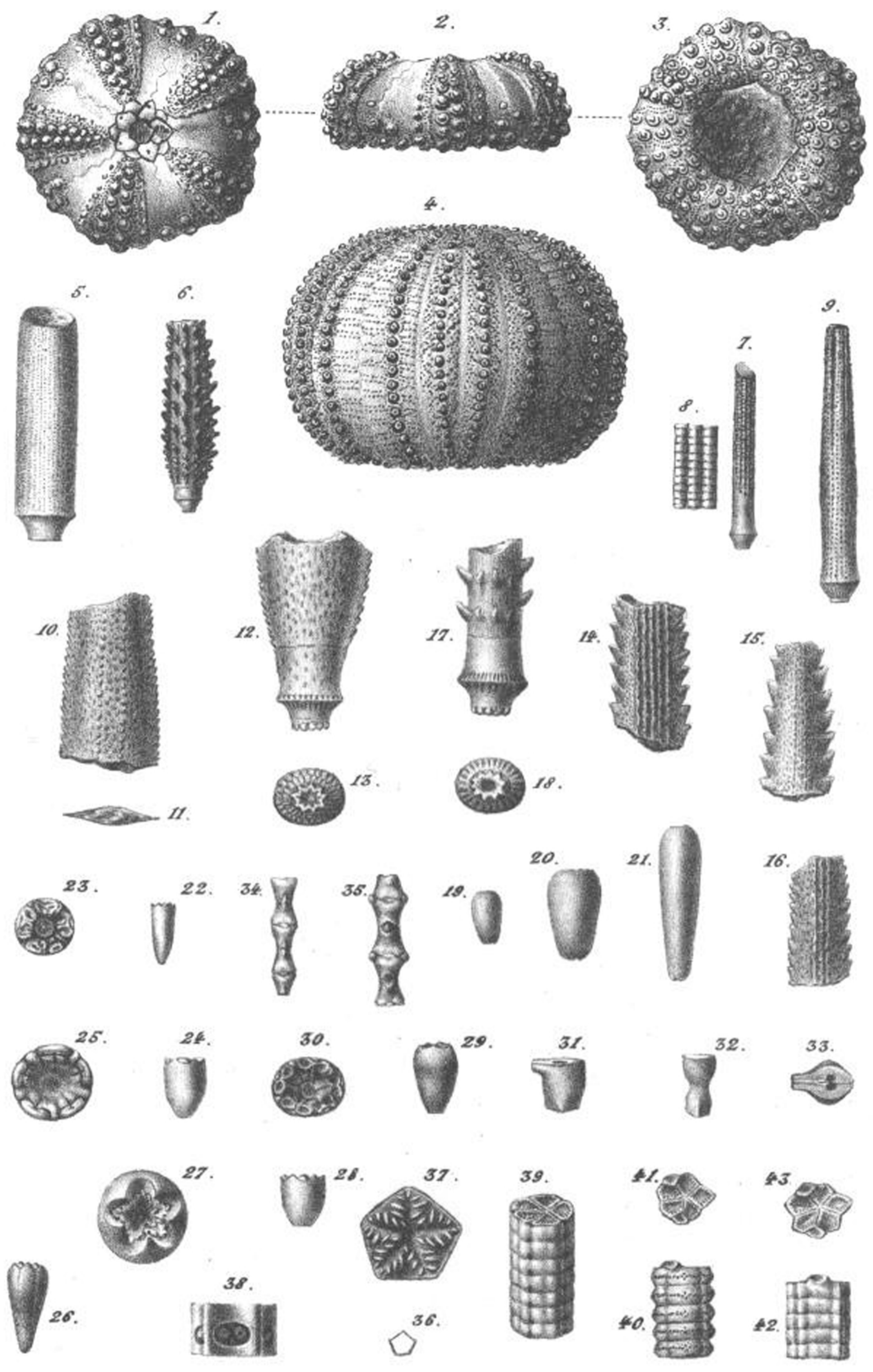


NUMULÍTICO

LÁM. 16

Figs.

- 1, 2, 3 *COELOPLEURUS EQUIS*, Agass.
4 *ECHINOPSIS GACHETI*, Agass.
5 *CIDARIS SUBCILÍNDRICA*, Arch. [radiolas].
6 *CIDARIS SEMIASPERA*, Arch. [radiolas].
7, 8 *CIDARIS ACICULARIS*, Arch. [radiolas].
9 *CIDARIS STRIATO-GRANOSA*, Arch. [radiolas].
10 á 18 *POROCIDARIS SERRATA*, Arch., sp. [radiolas].
19 á 35 *BOURGUETICRINUS THORENTI*, Arch.
36 á 43 *PENTACRINUS DIDACTYLUS*, Orb.



NUMULÍTICO

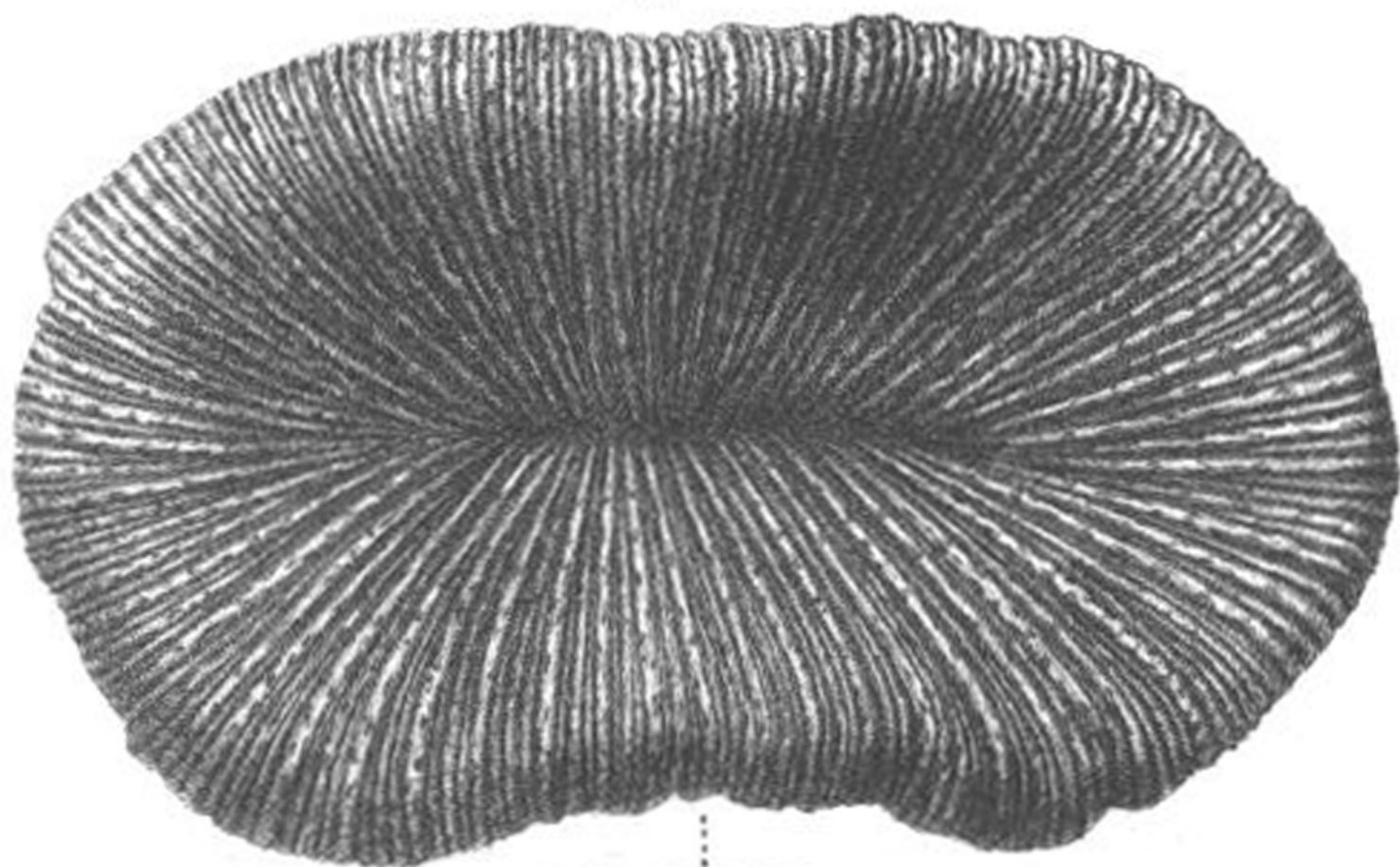
LÁM. 19

Figs.

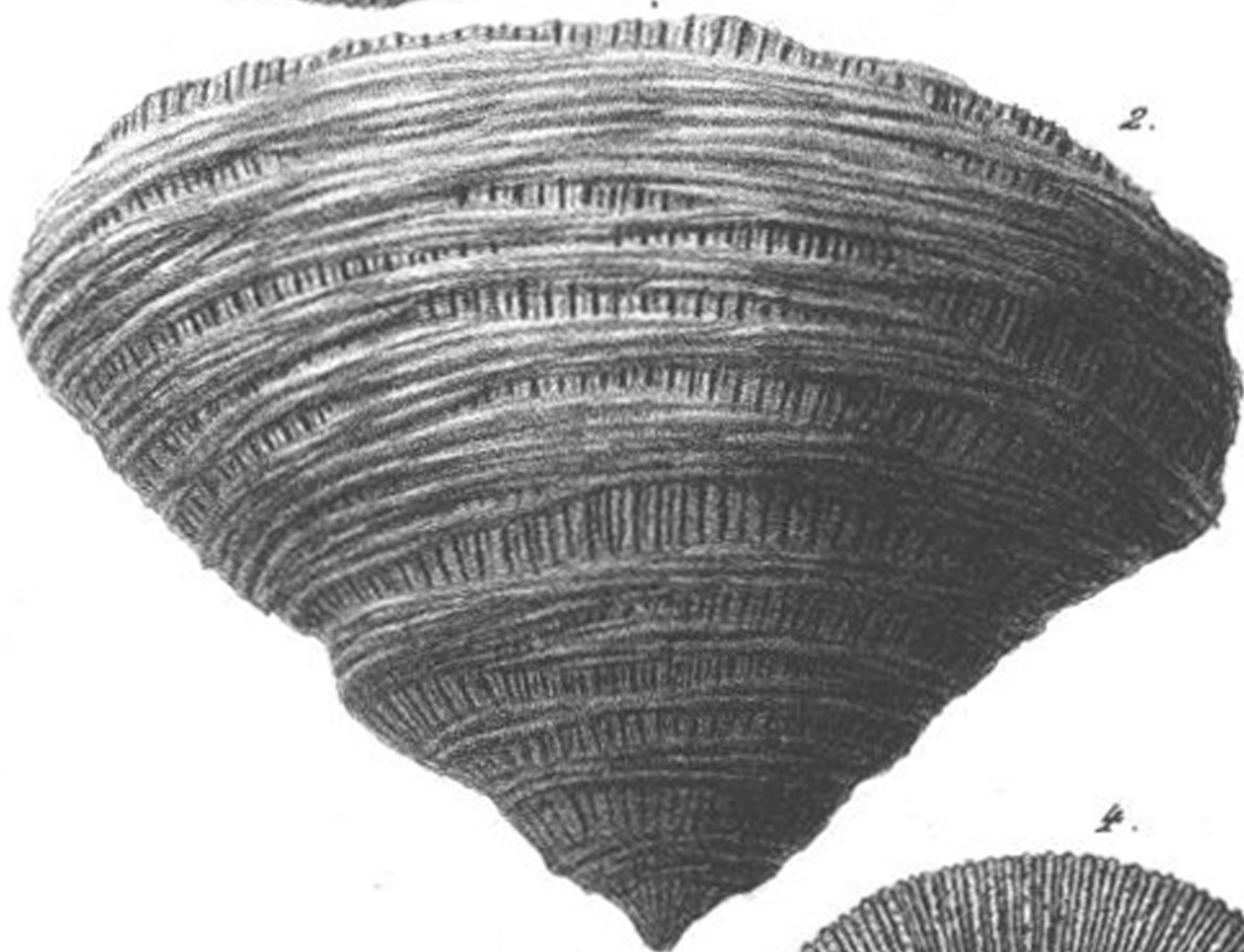
1, 2 *MONTLIVALTIA BILOBATA*, Mich. sp.

3, 4 *MONTLIVALTIA GRANTI*, Haime.

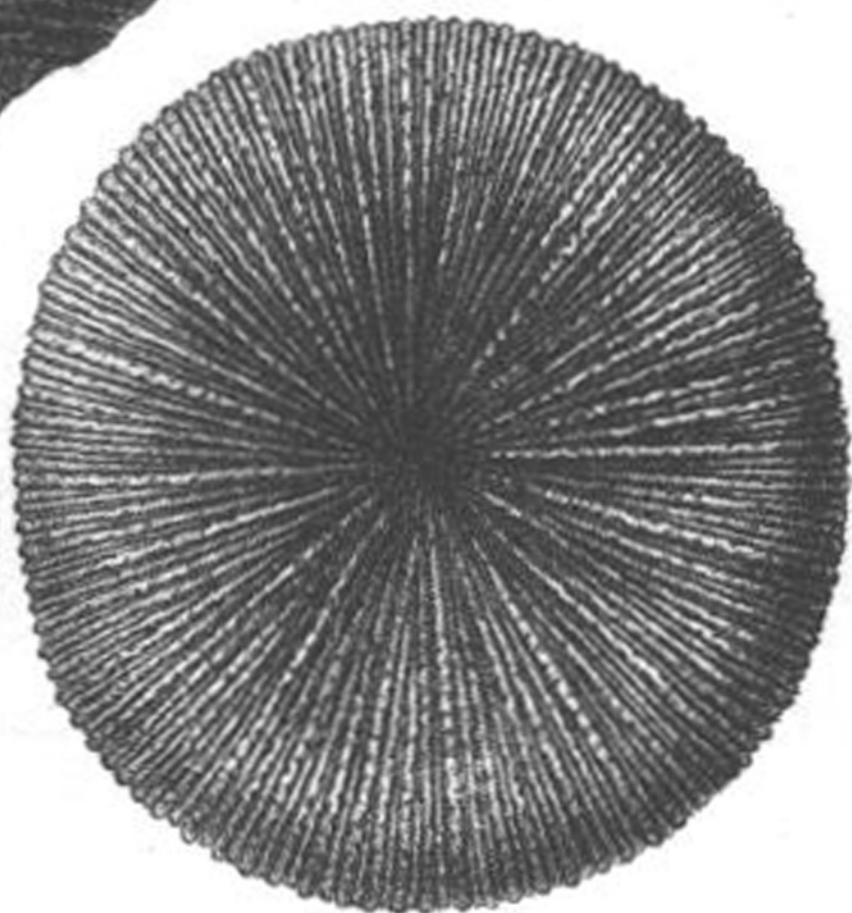
1.



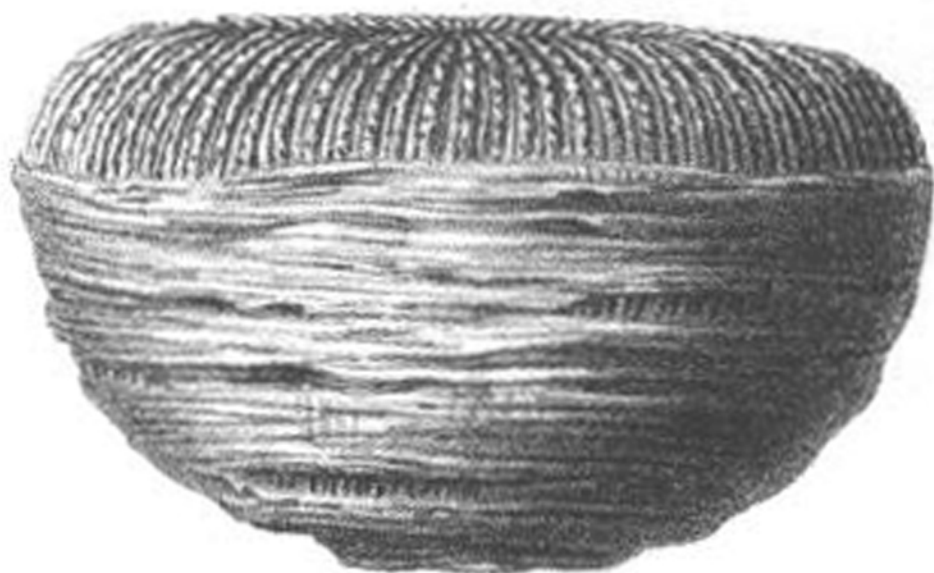
2.



4.



3.

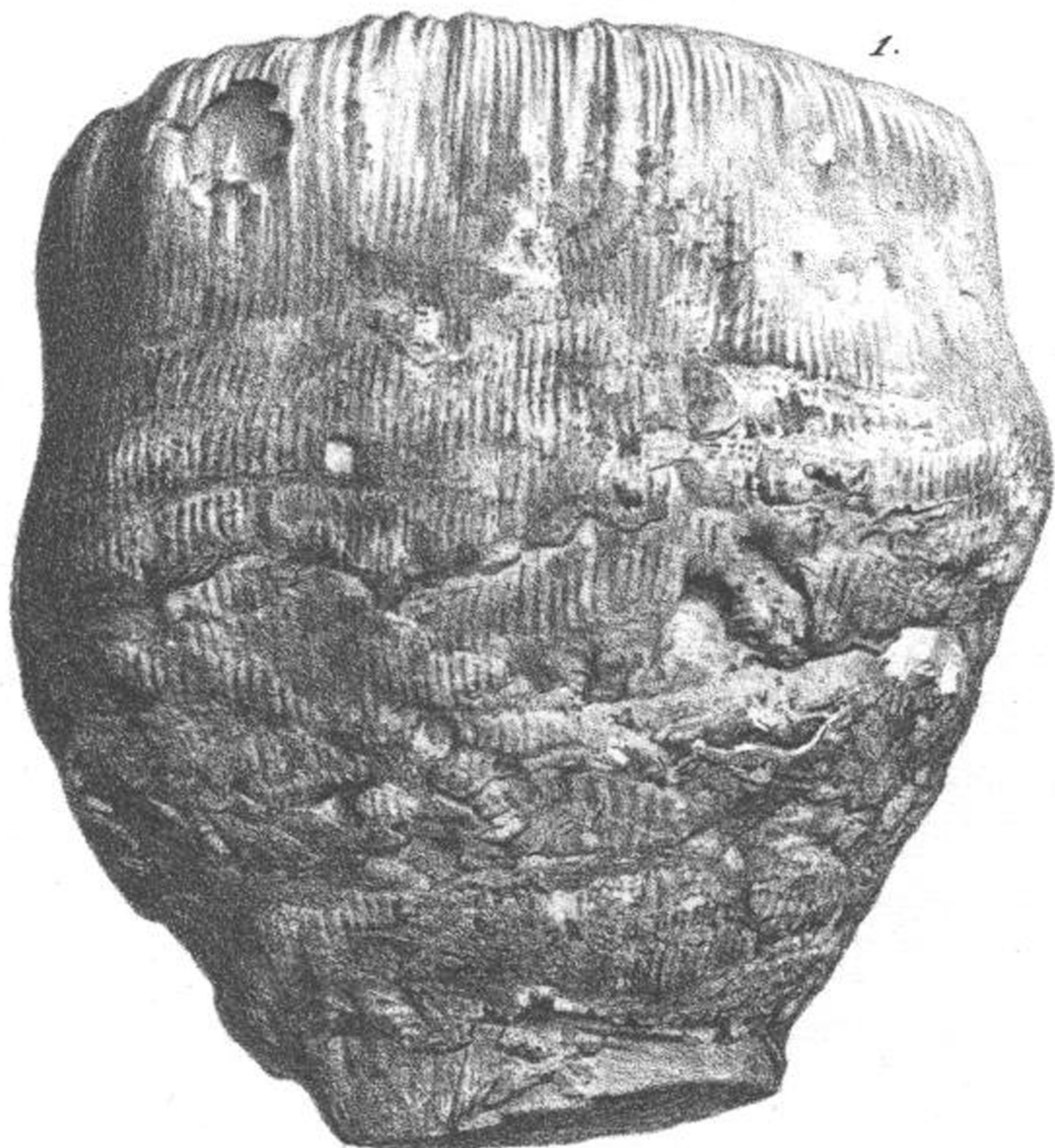
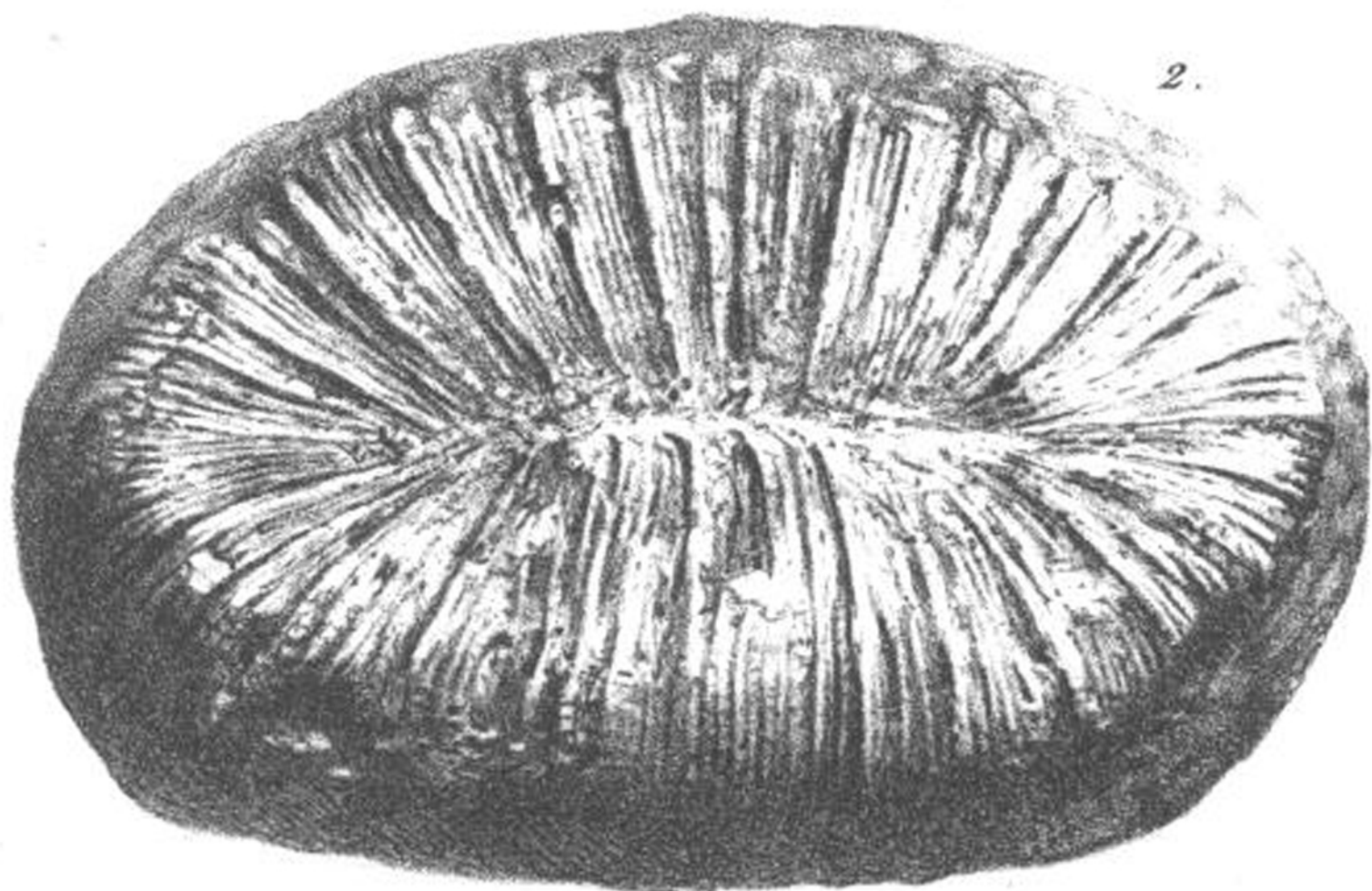


NUMULÍTICO

LÁM. 20.

Figs.

- 1 *MONTLIVALTIA* EGOZCUEI, nov. sp.
- 2 Cáliz del mismo ejemplar, procedente de Bernués.—Copia de fotografía.

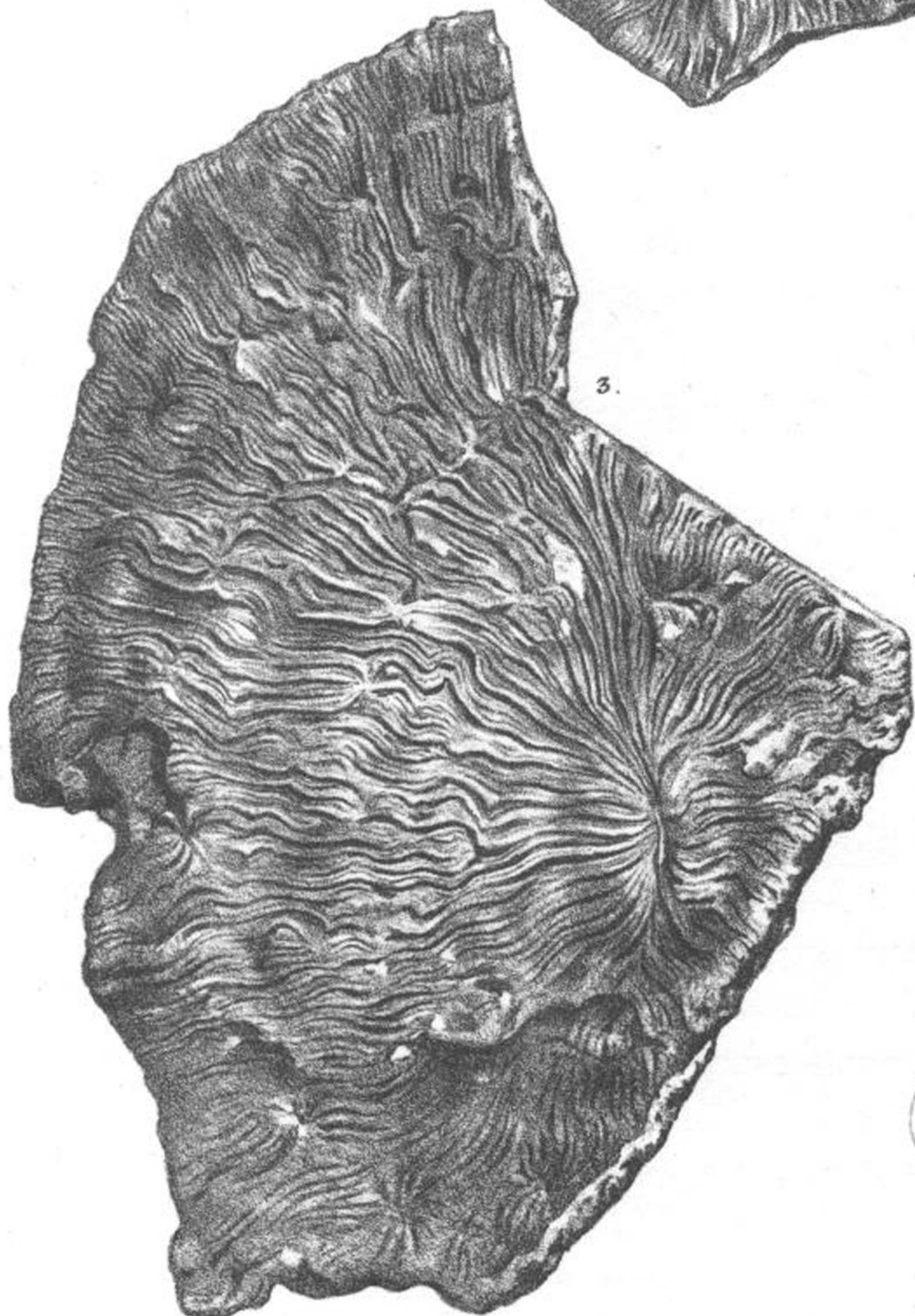
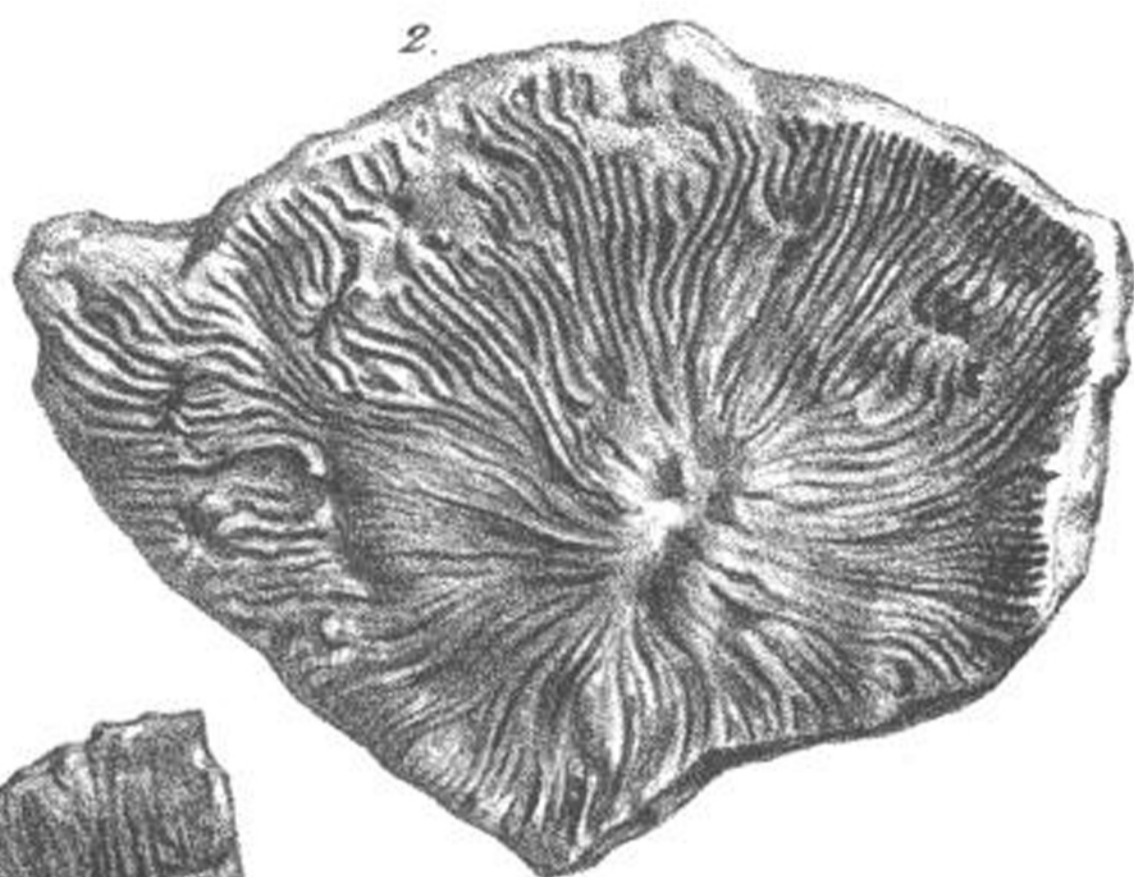


NUMULÍTICO

LÁM. 25

Figs.

- 1 DIMORPHASTREA CORTAZARI, nov. sp. De un ejemplar fotografiado, procedente de Mediano.
- 2 DIMORPHASTREA CASTROL, nov. sp.
- 3 Otro ejemplar de la misma especie, procedente de Atares. Copia de una fotografía.



EXPLICACION DE LAS FIGURAS.—LÁMINA A.

FIG. 1.^a Sección de la muestra núm. 1. Aumento de 50 diámetros.

1 *base amorfa*: fondo amarillo-verdoso con algunas manchas blanquecinas irregulares.

2 cristales de *plagioclasa*: secciones rectangulares blancas.

3 *hierro magnético*: manchas negras numerosas.

FIG. 2.^a—Sección de la muestra núm. 2. Aumento de 50 diámetros.

1 *base amorfa*: manchas de color pardo-claro.

2 *plagioclasa*: cristales blancos con inclusiones pardas.

3 *hornablenda*: color verde: tres trozos muestran manchas de color castaño.

4 *hierro magnético*: manchas negras numerosas.

FIG. 3.^a—Sección de la muestra núm. 3. Aumento de 50 diámetros.

1 *base amorfa*: manchas de color pardo.

2 *plagioclasa*: cristales blancos con inclusiones pardas.

3 *augito*: color castaño.

4 *hierro magnético*: manchas negras numerosas.

5 *caliza*: blanco, con líneas de crucero.

FIG. 4.^a—Muestra núm. 4. Aumento de 50 diámetros.

Forma y dimensiones de los cristales de *plagioclasa* en esta roca.

FIG. 5.^a—Sección de la muestra núm. 5. Aumento de 50 diámetros.

1 *base amorfa* y *óxido férrico*: fondo pardo-oscuro rojizo.

2 *plagioclasa*: cristales blancos con inclusiones pardas.

3 *clorita*: manchas de color verde oscuro.

Fig. 1

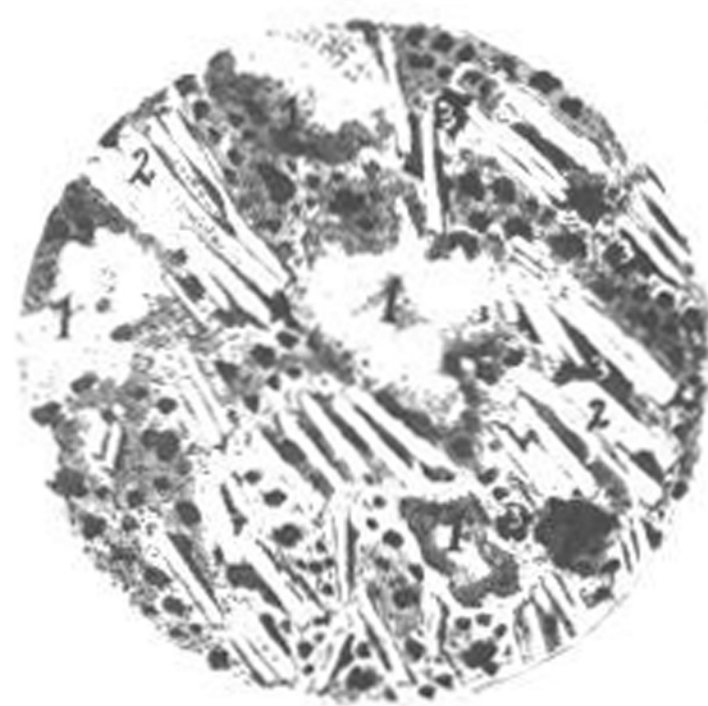


Fig. 2



Fig. 4

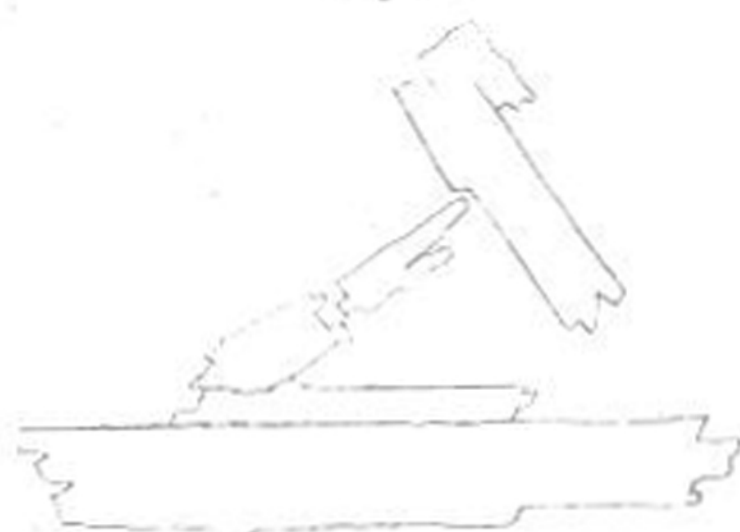


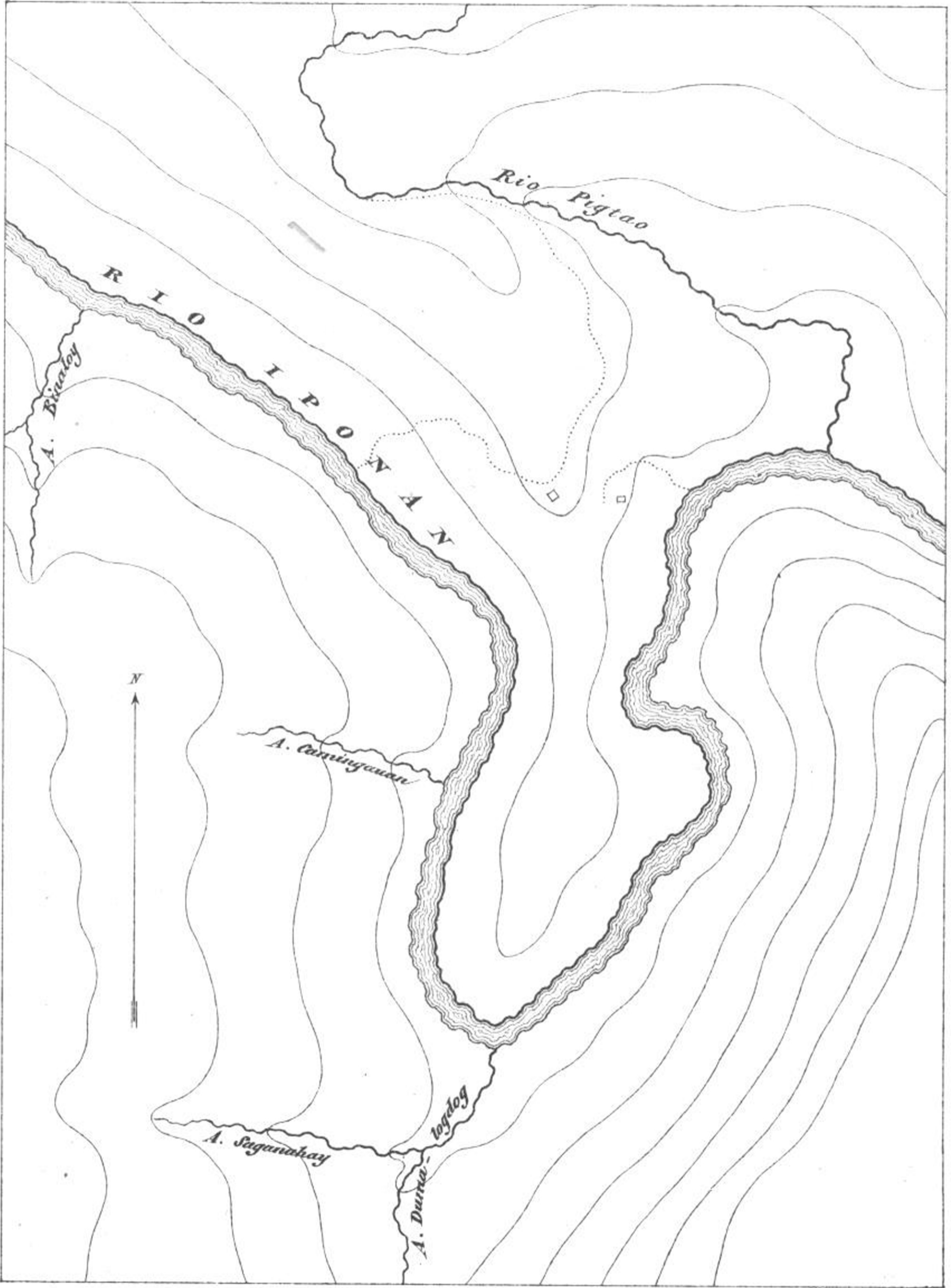
Fig. 3



Fig. 5



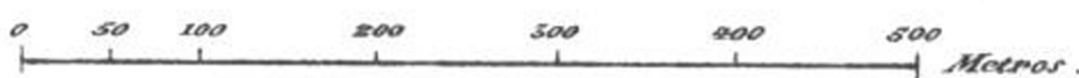
PLANO
 DEL PLACER DE PICTAO Y PARTE
 DE LOS
 DE DUMALOGDOG, CAMINGAUAN Y SAGANAHAY.
 (FILIPINAS)



Grabado por G. Pfeifer

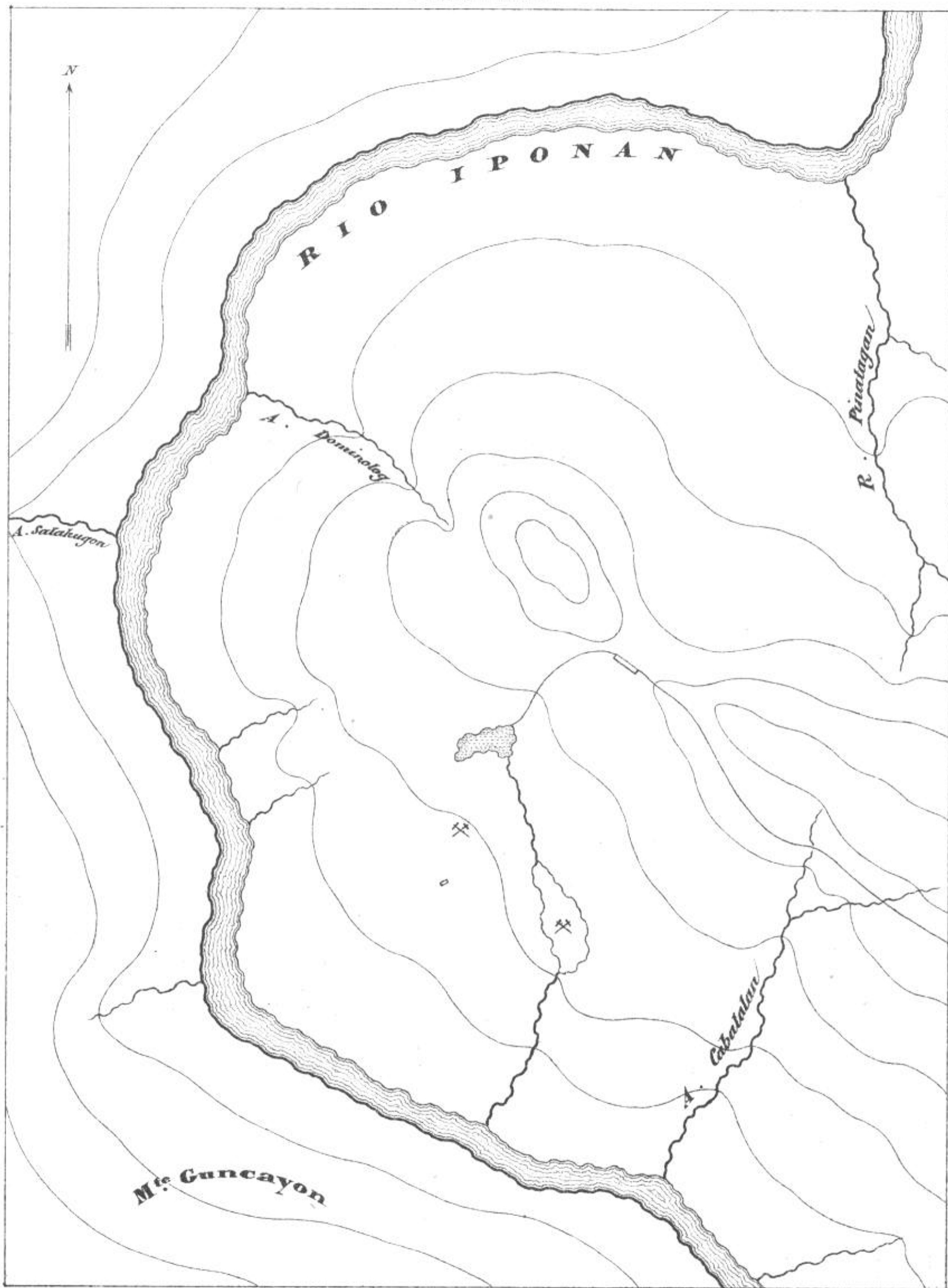
Lit. de G. Pfeifer - Madrid.

Escala de $\frac{1}{10.000}$.



PLANO DEL PLACER DE DOMINOLOG ó PINATAGAN.

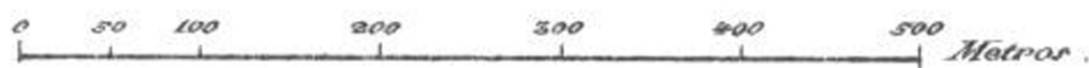
(FILIPINAS)



Grabado por G. Pfeiffer.

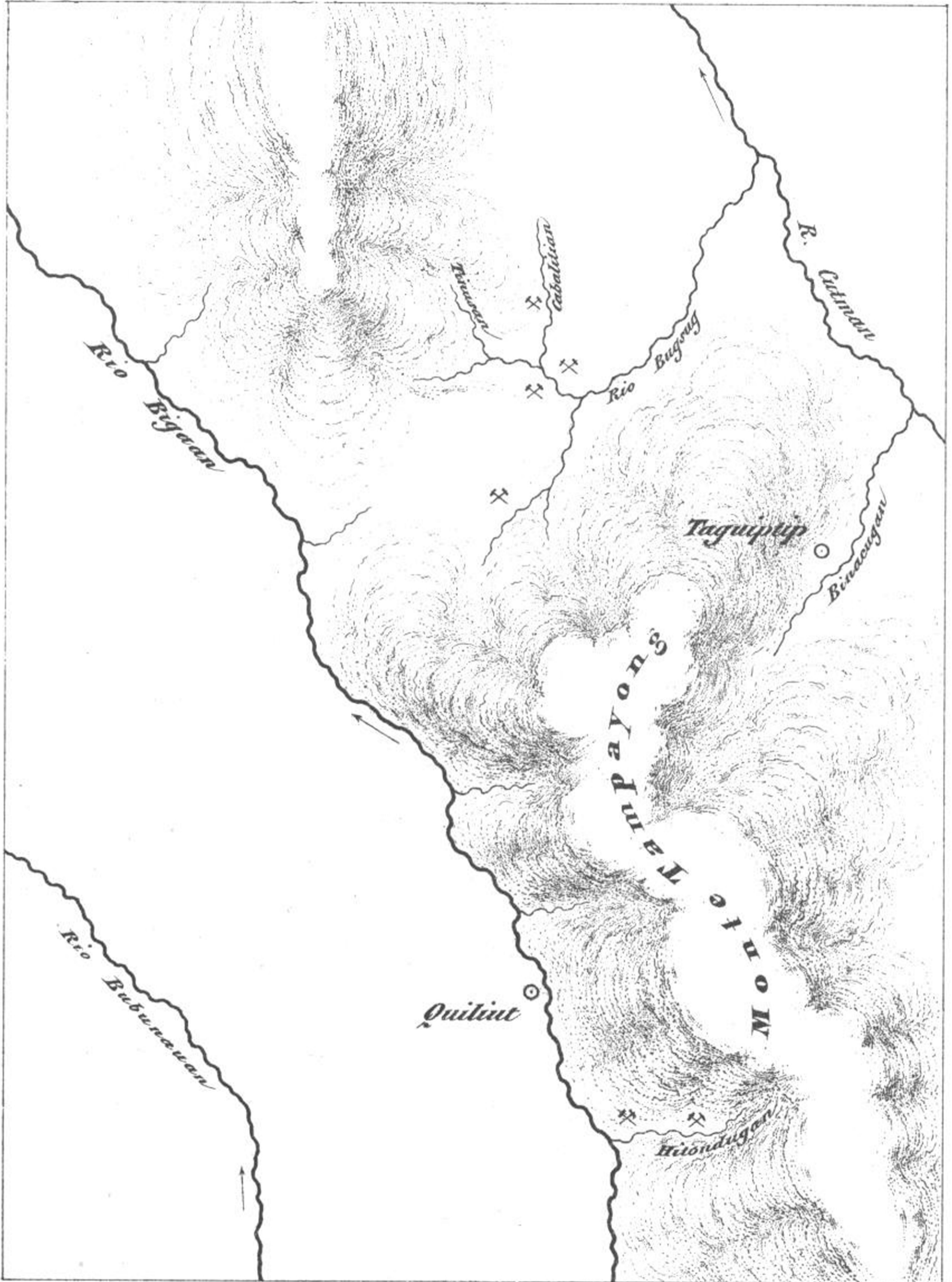
Lit. de G. Pfeiffer - Madrid.

Escala de $\frac{1}{10.000}$.



BOSQUEJO
 DE LAS
 COMARCAS DE QUILIUD Y BUGSUG
 CON LOS PLACERES QUE CONTIENEN.

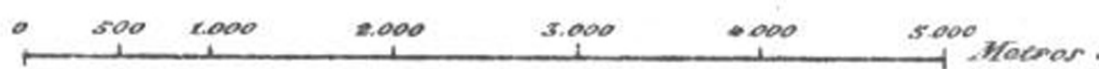
(FILIPINAS.)



Grabado por G. Pfeiffer.

Lit. de G. Pfeiffer, Madrid.

Escala de $\frac{1}{100.000}$.



BOSQUEJO DE LA COMARCA DONDE YACEN LOS CRIADEROS DE CONTACTO DE PIGHOLUGAN.

(FILIPINAS)



Grabado por O. Pfeifer

Lit. de O. Pfeifer - Madrid.

Escala de $\frac{1}{20.000}$.



AVANCE GEOLÓGICO

DE LA PARTE CENTRAL DEL DISTRITO

DE

MISAMIS.

(FILIPINAS)



Grabado por G. Pfeifer.

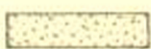
Lit. de G. Pfeifer, Madrid.

Terr. aluvial.

Aluv. metalif.

Terr. mioc.

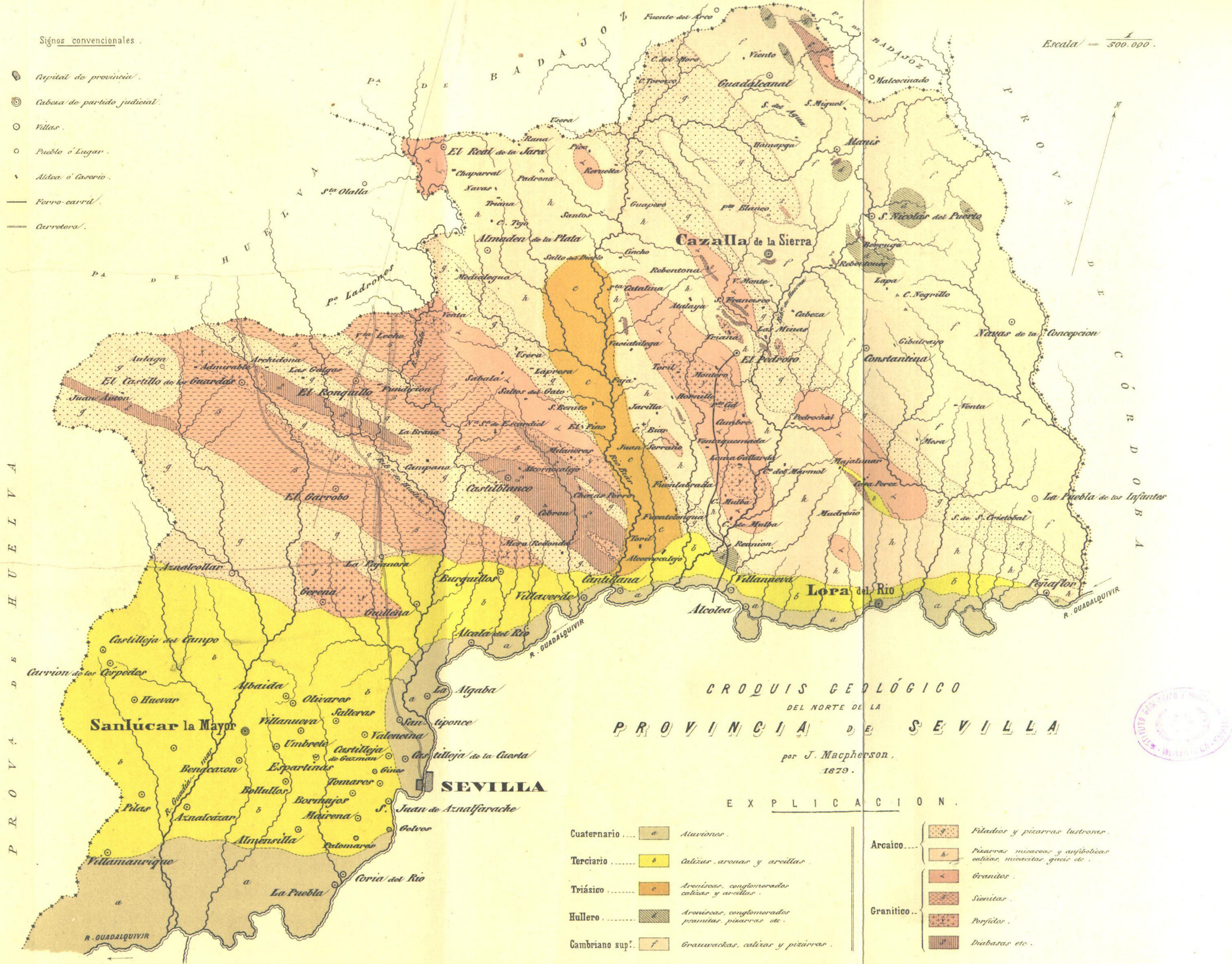
Terr. prim.



Signos convencionales.

- Capital de provincia.
- Cabeza de partido judicial.
- Villas.
- Pueblo o lugar.
- Aldea o caserío.
- Ferrocarril.
- Carretera.

Escala = 1/500.000.



CROQUIS GEOLÓGICO
DEL NORTE DE LA
PROVINCIA DE SEVILLA

por J. Macpherson.
1879.

EXPLICACION.

- Cuaternario a Aluviones.
- Terciario b Calizas, arenas y arcillas.
- Triásico c Areniscas, conglomerados calizas y arcillas.
- Hullero d Areniscas, conglomerados pánctas, pizarras etc.
- Cambriano sup? e Grauwackas, calizas y pizarras.

- Arcaico f Filaditas y pizarras lustrosas.
- Arcaico g Pizarras micáceas y asfálticas calizas micáceas grises etc.
- Granítico h Granitos.
- Granítico i Sienitas.
- Granítico j Porfidos.
- Granítico k Dabasas etc.



MAPA GEOLOGICO EN BOSQUEJO de una parte de las alturas DE **SIERRA NEVADA** y sus alrededores

por el
D^º RICHARD v. DRASCHE

1878.

Escala de 1:400.000.

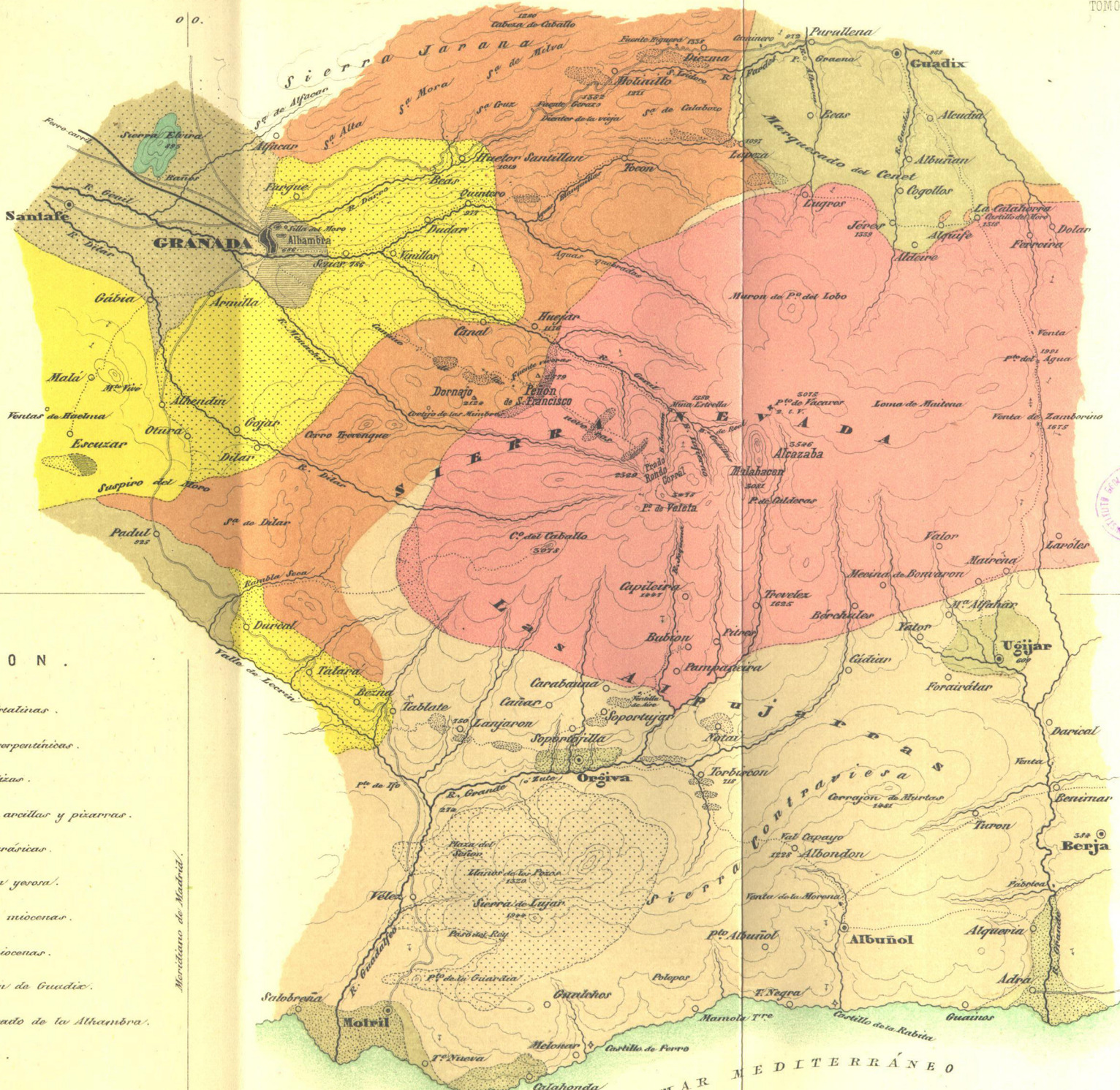
Alturas en metros.

37 Latitud Norte.

37.

EXPLICACION.

- Pizarras arenosas y micáceas Rocas cristalinás.
- Pizarras serpentínicas Rocas calizas.
- Pizarras arenosas y talcosas Areniscas, arcillas y pizarras.
- Calizas y otras rocas indeterminadas Calizas jurásicas.
- Formación yesosa.
- Confolitas miocenas.
- Calizas miocenas.
- Formación de Guadix.
- Formación mostrená Conglomerado de la Alhambra.
- Aluviones.



Mapa geológico en bosquejo DE LA PROVINCIA DE BADAJOZ

POR
JOAQUIN GONZALO Y TARIN,
1879.



Escala
de
1
800.000.



Signos convencionales.

- ⊙ Capital de provincia.
- ⊙ Cabeza de partido judicial.
- Villa.
- Pueblo o lugar.
- Ferro-carril.
- Carretera construida.

EXPLICACION

PERIODOS

- Pospaleoceno
- Terciario
- Carbonífero
- Devoniano
- Siluriano
- Estrato cristalino
- Siluriano metamorfoseado
- Hipogénico

ROCAS

- Arcillas y arenas ferruginosas, con cantos cuarzosos y limos.
- Arenas, caliza terrosa y arcilla.
- Píscaras, areniscas y calizas.
- Píscaras, areniscas, cuarcitas y calizas.
- Píscaras, grauwackas, calizas y cuarcitas.
- Gneis, micaicitas, talquias, anfibolitas y caliza.
- Píscaras cloríticas, talcosas, síliceas, cuarzo &c.
- Granitos.
- Fósforos, metafosforos, enfitoides, dioritas &c.