

BOLETÍN  
DEL  
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

II/2-2-1

**BOLETÍN**  
**DEL**  
**INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO**  
**DE**  
**ESPAÑA**



**TOMO LII**  
**(12.º DE LA TERCERA SERIE)**  
**1930**

**MADRID**  
**GRÁFICAS REUNIDAS, S. A.**  
**HERMOSILLA, 96**  
**1931**



**PERSONAL**  
DE LA  
**COMISIÓN PERMANENTE DEL INSTITUTO GEOLÓGICO  
Y MINERO DE ESPAÑA**

---

<b>DIRECTOR:</b>	Excmo. Sr. D. Luis de la Peña.
<b>VOCALES:</b>	Sr. D. Alfonso Fernández y M. Valdés.
»	» Manuel Sancho Gala.
»	» Manuel Ruiz Falcó.
»	» Agustín Marín y Bertrán de Lis.
»	» Augusto de Gálvez-Cañero.
»	» Alfonso del Valle Lersundi.
<b>VOCAL SECRETARIO:</b>	» Guillermo O'Shea.
<b>VOCALES:</b>	» Primitivo Hernández Sampelayo.
»	» José de Gorostíza.
»	» José García Siñeriz.
»	» Enrique Dupuy de Lôme.
»	» Juan Gavala.
»	» Diego Templado Martínez.
»	» Alfonso de Alvarado.
»	» Joaquín Mendizábal.
»	» Javier Miláns del Bosch.
»	» Enrique Rubio.
<b>INGENIEROS AGREGADOS:</b>	» Manuel de Cincúnegui.
»	» Agustín de Larragán.
<b>INGENIERO AUXILIAR:</b>	» José Meseguer Pardo.
<b>INGENIEROS AYUDANTES:</b>	» Antonio de Larrauri Mercadillo.
»	» Manuel Pastor Mendivil.
»	» Ricardo Madariaga Rojo.
»	» Carlos Orti Serrano.
»	» José Cantos Sainz de Carlos.

**INGENIERO AL SERVICIO DEL INSTITUTO**

Sr. D. Laureano Menéndez Puget

**PROFESORES DE LA ESCUELA ESPECIAL DE INGENIEROS DE MINAS  
AFECTOS A ESTE INSTITUTO**

<b>DIRECTOR DEL LABORATORIO:</b>	Sr. D. Ceferino L. Sánchez Avecilla.
<b>PROFESOR DE GEOLOGÍA:</b>	Excmo. Sr. D. Pedro de Novo y Chicarro.
»   » <b>PALEONTOLOGÍA:</b>	Sr. D. Luis Jordana.
»   » <b>MINERALOGÍA:</b>	» Enrique de Pineda.
»   » <b>QUÍMICA ANALÍTICA:</b>	» Manuel Abbad.
»   » <b>TOPOGRAFÍA:</b>	» Miguel Langreo.

*El Instituto Geológico y Minero de España hace presente que las opiniones y dichos consignados en sus MEMORIAS y BOLETÍN, son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos que se publiquen en ellos.*





D. CESAR RUBIO Y MUÑOZ

*Ingeniero de Minas, Ex-Director del Instituto Geológico*



## NECROLOGÍA

EXCMO. SR. D. CÉSAR RUBIO.

Como Director del Instituto Geológico y Minero de España, cumplo el deber, no por obligado menos fervorosamente sentido, de dedicar, en lugar de honor de las publicaciones de este Centro, el debido homenaje de cariño y respeto al que fué dignísimo antecesor mío en este cargo, el ilustre Ingeniero del Cuerpo de Minas D. César Rubio y Muñoz, recientemente fallecido. Era un hombre de extraordinaria sencillez, y como sucede siempre con las personas de positivo valer, estaba en todo momento dispuesto a poner al servicio de los demás sus grandes conocimientos, consiguiendo en todos los casos que se le reconociera una ilustración sólida, una gran cultura y un talento crítico poco común para los asuntos en general, y especialmente para los mineros, en los que tenía una práctica grandísima.

La base de su gran cultura general fué el sistema de educación que recibió de su padre, también ilustradísimo Ingeniero de Minas, que le hizo iniciar sus estudios, primero en un Colegio inglés de Lisboa, y después en el famoso Politécnico de Zurich, consiguiendo que al llegar a España para especializarse en Geología y Minería, tuviera como base el dominio de cuatro idiomas: portugués, francés, inglés y alemán, y al mismo tiempo, la ilustración técnica general tan sólidamente establecida en el Politécnico de Zurich.

No es, pues, extraño que más tarde, al seguir los cursos especiales de su carrera, fuera uno de los alumnos mejor pre-

parados, logrando ponerse siempre a la cabeza de sus compañeros, para salir de la Escuela de Minas con el primer número y la mejor nota. Ni puede tampoco extrañar que con tal preparación y poseyendo un talento natural nada común, iniciara sus trabajos profesionales brillantemente y marchase luego de éxito en éxito, consiguiendo las mejores posiciones técnicas, y siendo quizás de los Ingenieros que más rendimiento han logrado obtener del ejercicio de su profesión.

Sus servicios en la industria minera fueron numerosísimos, emitiendo constantemente informes de gran mérito y dirigiendo personalmente explotaciones importantes en todos los ramos de la minería. Inició sus actividades en Aldea-Moret, en las minas de fosfatos; se ocupó en Asturias de minas de carbón; dirigió en Linares y La Carolina varias de plomo; estuvo en Sierra Almagrera, sirvió en Almadén y planteó la más moderna metalurgia del cobre en Jerez Lanteira, especializándose, como consecuencia, en la minería del cobre, que le llevó a atender preferentemente los problemas cupríferos, instalándose en la provincia de Huelva, donde merced a su esfuerzo pudo establecerse la famosa Compañía inglesa United Alkali Co., de la cual, hasta su fallecimiento, fué el hombre de confianza en España.

A los cuarenta y dos años (en abril de 1902) fué nombrado Vocal de la Comisión del Mapa Geológico, donde su gran práctica minera y sus múltiples estudios fueron de gran valor. Entre ellos son de notar los hidrológicos de Villajoyosa, de Barcelona y Madrid, así como sus estudios de los criaderos de hierro de Murcia y Guelaya. Conocía muy bien la geología del Norte de Africa, y contribuyó eficazmente a poner en explotación y a dar valor industrial a algunos de los interesantes yacimientos descubiertos por aquella época, en nuestra Zona de Protectorado en Marruecos.

Al iniciarse los descubrimientos de sales potásicas en la

cuenca minera de Cataluña, D. César Rubio sintió vivamente los entusiasmos que causaron siempre en su espíritu aquellos hechos que pudieran representar un progreso o un mejoramiento de la economía nacional. Se hizo en seguida cargo de la importancia que para España significarían, años más tarde, los criaderos de Suria y de Cardona, y emprendió, acompañado de otro compañero no menos inteligente y entusiasta, D. Agustín Marín, el estudio geológico de la comarca, publicando, acerca de la misma, en el BOLETÍN de este Centro, el primer trabajo de positivo valer, dedicado a tan interesantes descubrimientos.

Como representante del Instituto en Congresos extranjeros, era la persona ideal por su conocimiento de idiomas y su cultura general, no siendo de extrañar sus éxitos en el Congreso Geológico de Estocolmo, cuya Memoria está llena de observaciones interesantes. Cuando ya como Director del Instituto presidió el XIV Congreso Internacional Geológico de Madrid, celebrado en mayo de 1926, en el que estuvieron representadas cincuenta y dos naciones y se inscribieron más de 1.500 miembros, su figura destacó entre todos, alcanzando el relieve a que era acreedor.

La organización del Congreso fué obra personal suya y resultó de una tal grandiosidad, que no pudo compararse con la de ninguno de los anteriores y no ha sido posteriormente superada, recordándose por los Geólogos, con gran complacencia, los resultados del Congreso de Madrid, el tratamiento que aquí recibieron y la figura de D. César Rubio, que lo llenó completamente, atendiendo con gran solicitud a todos los asistentes, demostrando ante ellos su gran cultura y conocimientos.

No he de terminar esta reseña, que constituye un insignificante tributo a uno de nuestros más eminentes Ingenieros, que, como no podía menos, extendió su actividad fuera del

campo minero, indicando que fundó gran cantidad de Sociedades industriales, de cementos, sondeos, construcciones y ferrocarriles, ocupándose también de empresas agrícolas en Jaén y Cáceres, donde poseía extensas propiedades familiares, a las que prestaba gran atención.

Bastarían las anteriores líneas para bosquejar la personalidad técnica de D. César Rubio, pero es preciso, para realzar como merece su figura, decir algo de sus extraordinarias condiciones morales, pues este hombre ilustre unía a su clarísima inteligencia una intensa bondad, y poseía y *usaba*, además de un cerebro bien organizado, un gran corazón. Tenía talento, pero cultivaba además las humanas virtudes de una modestia sincera, de una afabilidad intensa y expresiva y de una extraordinaria bondad, que los que nos honramos con su diario trato, durante muchos años, pudimos apreciar y admirar.

¡Lástima de que hombres como D. César Rubio, que tanta utilidad prestan a la Humanidad, tengan que acabar su vida cuando están en la plena posesión de todas sus facultades intelectuales! La memoria de todos los que le conocimos y con él servimos conservará perdurablemente el recuerdo de tan gran amigo como fué para todos y de tan eminente compañero.

LUIS DE LA PEÑA

## PRÓLOGO

Encabeza el presente tomo del BOLETÍN de este Instituto, un notable, documentado y muy interesante trabajo acerca de los aprovechamientos de aguas en las islas Canarias, del que son autores D. Juan Gavala, Ingeniero de Minas y Vocal de este Instituto, y D. Enrique Gaded, Ingeniero de Caminos y Director del Pantano de Guadalcacín, comisionados por Real orden de 14 de junio de 1927 para realizar un estudio de tan vital problema para aquellas islas y para emitir un informe relativo a la mejor utilización de las aguas, tanto superficiales como subterráneas.

El valor extraordinario que allí alcanzan los cultivos en que es posible el regadío, justifica las costosas labores que se practican para el descubrimiento de corrientes subterráneas, por modestas que sean, advirtiéndose, desde luego, la necesidad de realizar estas investigaciones con sujeción a un plan de conjunto, que evite que las mismas aguas se codicien captar por labores distintas, dando lugar su posesión a enconadas luchas y discusiones.

Solamente un estudio geológico muy detenido y realizado con la extraordinaria competencia de los autores del que se publica en nuestro BOLETÍN, puede permitir el fijar orientaciones para el adecuado y más completo aprovechamiento de las aguas existentes en aquellas islas, y con este propósito y deseo, los autores indican las sugerencias que, a su juicio, pudieran seguirse para lograr mayores caudales del preciado líquido y con ellos un notorio aumento de la riqueza isleña.

A continuación de este estudio se inserta una documentada monografía suscrita por el distinguido Catedrático de la Universidad de Barcelona D. Maximino San Miguel de la Cámara, que, con verdadera satisfacción nuestra, colabora con frecuencia en las publicaciones del Instituto. Se refiere este estudio a «Las rocas eruptivas y metamórficas de la mancha granítica de la hoja 421, al Este del Besós».

En relación con tan interesante y compleja materia sólo se habían publicado, hasta ahora, algunas notas del sabio Padre Almera, de respetadísima memoria, y algunos estudios del mismo autor de este trabajo, relativos a las rocas de la riera de Teya y sus contornos. Completa, por tanto, esta descripción el conocimiento de la petrografía de la comarca, no sólo desde el punto de vista de la composición y análisis micrográfico de las rocas que en ella se encuentran, como desde el industrial, con miras a su posible explotación y aprovechamiento.

El Ingeniero de este Instituto D. Enrique Rubio y don Santiago Piña, Doctor en Ciencias, sirviéndose, con gran acierto, del material de micrografía y espectrografía de nuestros Laboratorios, contribuyen, con un interesante trabajo, a la publicación de este tomo, revelándonos la existencia de la *estannina* en ciertos minerales de la provincia de Cáceres, que trabajos anteriores, de los Sres. H.-Pacheco y F. Navarro, así como los del geólogo alemán T. Dorpinghaus, habían dado a conocer como de casiterita, acompañada del fluorofosfato de litio, o sea ambliognita.

En 1928, los autores de esta Memoria, conocedores ya de la existencia de los yacimientos de Valdeflores, hicieron algunas investigaciones en las proximidades de la estación de Valduerna, que confirmaron la existencia de la estannina estudiada y dosificada detalladamente por medio de estudios micropetrográficos, mineralógicos, espectrográficos y, finalmente, químicos, que delataron la existencia conjunta, en las muestras

estudiadas, del cuarzo, ambliognita, casiterita y un mineral anisótropo, negro, no determinable por el método micrográfico, pero que otros procedimientos dieron a conocer por completo y que resultó ser estannina.

Este tipo de estannina resulta, según el estudio de los señores Rubio y Piña de Rubies, de una composición casi idéntica a las reconocidas, por Rammelsberg, en Zinnwald y en Wheal-Rock, por Adger en Cornwall, por Ziessler en Potosí, y otras, que, reunidas en un cuadro final de esta Memoria, comprueban totalmente la exactitud de las apreciaciones de los autores, así como la importancia de sus investigaciones en la provincia de Cáceres, que el Instituto Geológico, cumpliendo sus fines, ha tenido el mayor interés en publicar.

Esta nota puede considerarse como muy interesante, puesto que pone de manifiesto los resultados que pueden obtenerse de la aplicación de los métodos petrográficos, mineralógicos, espectrográficos y químicos a la determinación de minerales, campo en el cual los autores han especializado sus estudios.

«Vegetales fósiles del Carbonífero español» se titula un estudio, muy cuidadosamente redactado, del que son autores los Ingenieros del Instituto D. Manuel Ruiz Falcó y D. Ricardo Madariaga, especializados en la materia, los cuales, valiéndose del material que forma las colecciones de este Centro, han escrito una nota que, sin perder el carácter enteramente científico, será seguramente muy útil para los técnicos interesados en la minería del carbón.

Este trabajo ha de contribuir seguramente a que pueda llegarse a la descripción y representación completa de la flora carbonífera española, para lo cual se preocupa el Instituto, con la base de sus antiguas e importantes colecciones y con frecuentes y nuevas aportaciones de materiales procedentes de las cuencas carboníferas de nuestro país, de formar, cuidadosamente, colecciones lo más completas y lo más científicamente

organizadas y presentadas que sea posible. Los Sres. Ruiz Falcó y Madariaga han puesto, al servicio de este programa, todo su celo, su gran laboriosidad y su reconocida competencia.

En orientación análoga puede incluirse la nota titulada «Las *Spiriferina* de las colecciones paleontológicas del Instituto Geológico y Minero de España», del cual es autor el sabio paleontólogo, Profesor del Seminario de Barcelona, R. J. Bataller, también asiduo colaborador en los trabajos de este Centro. Con la notoria competencia demostrada en anteriores estudios, el P. Bataller ha revisado los cuantiosos materiales secundarios y especialmente jurásicos que forman nuestras colecciones, para deducir de su examen consecuencias muy precisas, desde el punto de vista paleontológico, contribuyendo al mejor conocimiento del Lias español.

La monografía del Sr. Bataller amplía y completa considerablemente los estudios del Profesor G. Cowoy, de la Universidad de Nancy, de M. Eugène Deslongchamps, de Mallada, de Jiménez de Cisneros y de otros ilustres geólogos que describieron distintas especies del género *Spiriferina*, de procedencia española, siendo para el Instituto motivo de gratitud y de especial complacencia el poder ofrecer a los lectores de sus publicaciones esta nueva muestra de la actividad científica del P. Bataller.

Entiendo, de acuerdo con el Decreto de reorganización de los trabajos de este Centro, cuya Dirección tengo a mi cargo, que debemos prestar tanta atención a los trabajos de índole puramente científica y geológica, como a aquellos otros que, en determinada medida, puedan contribuir al descubrimiento y explotación de riquezas minerales contenidas en nuestro subsuelo, contribuyendo al desarrollo de la economía nacional.

Con arreglo a este criterio, se han efectuado sondeos en la cuenca de Puertollano, para determinar la importancia que pueden tener, desde un punto de vista enteramente industrial, los

distintos materiales existentes en ella. El trabajo «Pizarras bituminosas. Datos obtenidos en el sondeo número 1 de Puertollano», del que son autores los Ingenieros de Minas Sres. Alvarado y Menéndez Puget, afectos a este Instituto, pone de manifiesto la gran importancia que puede tener, como fuente de obtención de hidrocarburos líquidos, el aprovechamiento, por destilación, de los encerrados en aquella cuenca, pues habiendo sido nuestras investigaciones coronadas por el éxito, se ha demostrado la existencia de una importante masa de pizarras bituminosas, ricas en aceites minerales, separadas en tres horizontes, dos de ellos no conocidos hasta ahora, que se extienden en el óvalo Norte de la citada cuenca.

Acompañan al estudio geológico y petrográfico de este yacimiento los resultados obtenidos en la destilación de los materiales recogidos para su estudio, pudiendo llegarse a la consoladora conclusión de que la utilización de las pizarras cortadas en los sondeos realizados por el Instituto, es uno de los medios que existen para intentar resolver un problema de tanta transcendencia para la economía española como el de disponer, aunque sea parcialmente, de combustibles líquidos, tan indispensables para nuestra independencia comercial, siendo, por tanto, de verdadera utilidad el detenido estudio de los señores Alvarado y Menéndez Puget, que se inserta en este tomo de nuestro BOLETÍN.

Es interesante también la «Nota sobre el triásico de Alicante», de la que es autor el Ingeniero D. Manuel de Cincúnegui, en la cual se refiere a los interesantes estudios realizados por el geólogo alemán Dr. Schmidt sobre el terreno triásico español y particularmente del de la provincia de Alicante. Sostiene este señor que lo que por varios geólogos ha sido considerado como del Keuper, tramo superior del Trias, debe referirse, en parte, a los tramos inferiores del mismo terreno, contribuyendo la nota del Sr. Cincúnegui a la aclaración del tema.

Cierra esta serie de notables trabajos originales una breve «Noticia sobre el hallazgo del *Aspidiscus cristatus* Lamark en el Cenomanense de España», del Ingeniero de Minas Sr. Gómez Lluca. Se refiere al hallazgo de numerosos ejemplares de un *Aspidiscus*, intermedio entre las especies *cristatus* y *Felixi*, que pudiera denominarse *cristatus Bernedensis* por haberse encontrado en los trabajos de corrección del nuevo mapa geológico, en la hoja de Viana, en el Cenomanense de las inmediaciones de Bernedo (Álava). Este género no había sido citado hasta ahora en España.

El anterior resumen indica que, al coordinar los trabajos que forman este tomo del BOLETÍN, se ha mantenido el criterio constante en esta publicación de dar diversidad a las materias estudiadas entre las distintas Secciones a que dedica su actividad el personal técnico de este Centro.

LUIS DE LA PEÑA



INFORME RELATIVO  
A LOS  
APROVECHAMIENTOS DE AGUAS  
EN LAS  
**ISLAS CANARIAS**

EMITIDO POR LA COMISIÓN DE INGENIEROS  
NOMBRADA POR REAL ORDEN DEL MINISTERIO DE FOMENTO  
DE 14 DE JUNIO DE 1927

## INFORME RELATIVO A LOS APROVECHAMIENTOS DE AGUAS EN LAS ISLAS CANARIAS

---

### I. — Objeto del informe.

Por Real orden del Ministerio de Fomento de 14 de junio de 1927, (1) se nombró en Comisión a los Ingenieros que suscriben para que visitaran las Islas Canarias, y después de estudiar sobre el terreno diversas cuestiones relacionadas con aprovechamientos de aguas, tanto superficiales como subterráneas, informaran a la Superioridad acerca de la conveniencia de mantener o de reformar la Real orden dictada por el mismo Ministerio en 27 de noviembre de 1924, (2) en la que se dispone que no se ejecuten en las Islas Canarias nuevas obras de alumbramiento de aguas, ni labores mineras de ninguna especie, sin que la Jefatura de Minas, en unos casos; la de Obras Públicas y la de Minas, en otros, y en determinadas ocasiones también el Instituto Geológico y Minero de España, informen los proyectos de labores, y en caso de no ser estos informes favorables, sin que se preste una fianza equivalente al valor de las aguas que pudieran mermarse con las nuevas obras, justificadas en la forma que determina la ley de Expropiación forzosa.

En el caso posible de que la Comisión juzgase conveniente la reforma de la mencionada Real orden, debería proponer a

---

(1) Los números entre paréntesis indican los de orden de los apéndices que se incluyen al final de este Informe.

la Superioridad las modificaciones de su texto que a su juicio fuesen necesarias para que las nuevas concesiones de aguas subterráneas, sin menoscabo de las anteriormente otorgadas, se pudieran tramitar con más rapidez.

También se encomendó a la Comisión el estudio de diversos casos concretos, expedientes de concesiones en que habían surgido protestas y discrepancias entre intereses encontrados, pendientes de resolución. De estos expedientes, así como de otros en que se solicitaban determinadas subvenciones del Estado, se facilitó a la Comisión (3) los antecedentes necesarios para su conocimiento. Por último, se le encomendó también un estudio general de aprovechamientos de aguas, tanto superficiales como subterráneas, en las distintas islas del Archipiélago.

En oficio de 1.º de septiembre último, el Director del Instituto Geológico y Minero de España, ordenó al Ingeniero de Minas afecto a dicho Centro D. Juan Gavala, que se trasladara, en unión del Ingeniero de Caminos D. Enrique Goded, Director del Pantano del Guadalcaçin, al Archipiélago canario para dar cumplimiento a la Real orden de 14 de junio. La Comisión permaneció allí desde el 25 de septiembre hasta el 28 de octubre; recorrió las islas de Tenerife, La Palma, Gran Canaria y Fuerteventura, y se detuvo varios días en el valle de La Orotava, por tratarse de uno de los parajes donde más desarrollo tienen los cultivos de regadío, donde mayor número de obras de alumbramiento de aguas se ha llevado a cabo, y en donde, por tanto, se ha puesto más de manifiesto la influencia que unos trabajos ejercen sobre otros en las condiciones más diversas de distancia, de diferencia de altitud y de naturaleza geológica de los terrenos en que radican.

## II. — Causas que motivan frecuentes conflictos entre particulares o entidades que aprovechan las aguas subterráneas en Canarias.

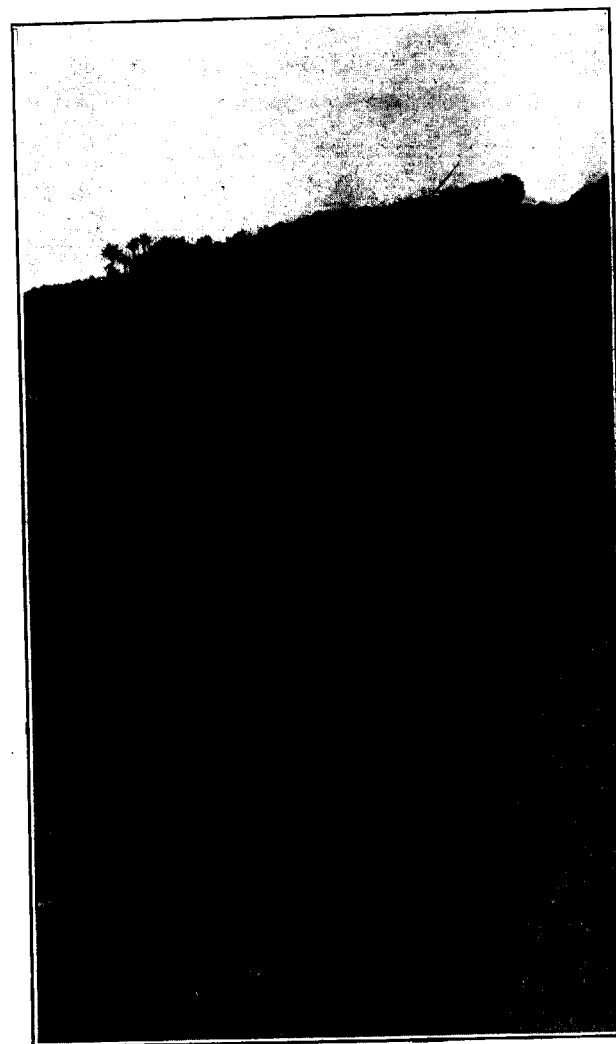
Se oye decir constantemente en las Islas Canarias, que la vigente legislación española de aguas no es adecuada al Archipiélago; hay, sin duda, en ese aserto un fondo de razón, pero no porque la legislación española de aguas no sea aplicable a las Islas Canarias por las especiales características geológicas de las mismas y por la forma en que se almacenan y circulan allí las aguas de infiltración que alimentan las fuentes; es que ni la legislación española ni acaso ninguna legislación extranjera, prevé el caso de que se explote el agua subterránea por los procedimientos y con la intensidad inusitada de Canarias. En cualquier región de la Península donde se acumularan obras de alumbramiento de las que pasan por cosa corriente en aquellas islas, surgirían, con nuestra ley de Aguas, los mismos conflictos que surgen en el Archipiélago. ¿Qué representa, en efecto, la distancia de 100 metros que señala la ley para separación de dos obras de alumbramiento, si estas obras son pozos de 150 metros de profundidad y socavones de dos kilómetros? ¿Pudo sospechar el legislador que habían de explotarse aguas subterráneas con labores y medios mecánicos de elevación que no tolerarían seguramente muchos criaderos minerales? Pero todo esto es posible en Canarias, donde el agua tiene un valor insospechado. Consignemos algunos datos que son dignos de conocerse.

En el valle de La Orotava, en la zona de plataneras, una fanegada de tierra (poco más de media hectárea, 5.248 metros cuadrados) susceptible de regarse, vale actualmente en propiedad alrededor de 15.000 pesetas, y un arrendatario paga al año por fanegada 750 pesetas.

El caudal de agua necesario para regar una fanegada cultivada de platanera vale en propiedad de 15.000 a 20.000 pesetas; de modo que una fanegada de tierra, con su dotación de agua, vale hoy de 30 a 35.000 pesetas. La hectárea, por tanto, alrededor de 60.000 pesetas. ¡Y en 1926 estos precios se elevaron al doble!

La fanegada de platanera consume de 40 a 45 pipas diarias de agua, que se acumulan en dos riegos mensuales; la hectárea consume, por tanto, unos 40 metros cúbicos (la pipa equivale a 480 litros), que en renta valen 4.300 pesetas al año, lo que arroja para el metro cúbico de agua un precio de 30 céntimos. En propiedad, a una pipa de agua diaria se le considera hoy con un valor de 280 pesetas, precio el más bajo registrado en estos últimos años. El corriente es el de 500 pesetas; pero no hace aún dos años que en La Orotava se ha pagado la pipa diaria en propiedad a 1.000 pesetas, y a 2.000 pesetas en Icod.

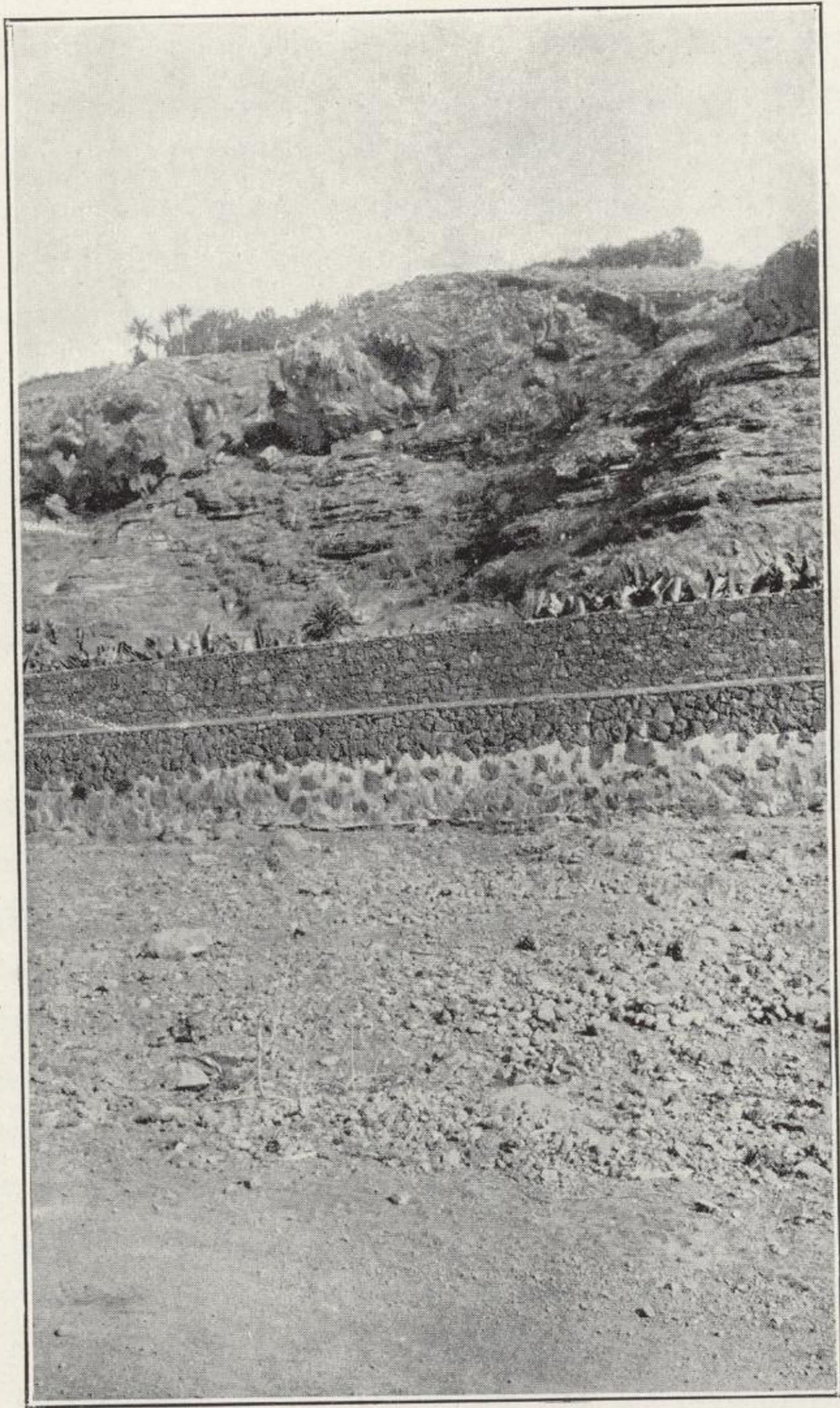
Veamos otro caso. En la Isla de Gran Canaria, en Arucas, otra de las grandes áreas plataneras, la heredad de rogantes divide las aguas de sus manantiales en 24 partes iguales, que denominan *azadas*. Dado el caudal que el acueducto conduce, una azada equivale a 400 metros cúbicos en veinticuatro horas. Para atender a los gastos de la heredad se vende cada día, en pública subasta, una azada de agua, que deja de percibir el partícipe a quien corresponde el turno. El día de nuestra visita a Arucas, el 14 de octubre, la azada de secuestro se había subastado en 164 pesetas; el metro cúbico resultó, pues, ese día a 41 céntimos, y aun este precio es más teórico que real, porque como al final del estiaje los manantiales no dan las 24 azadas completas, y el caudal total se divide siempre en 24 partes, el volumen que corresponde a la azada vendida apenas pasa de 300 metros cúbicos, con lo que el precio por unidad se eleva a más de 50 céntimos.



FOTOGRAFÍA NÚM. 1. — Cauce de un barranco próximo al Puerto de la Cruz (Tenerife), en el que se ha protegido una fajita de terreno para sembrar una platanera.







FOTOGRAFÍA NÚM. 1. — Cauce de un barranco próximo al Puerto de la Cruz (Tenerife), en el que se ha protegido una fajita de terreno para sembrar una platanera.





En la Isla de Gran Canaria es lo corriente calcular el valor de un manantial a razón de 100.000 pesetas por litro y segundo, cantidad que está de acuerdo con el precio medio de 500 pesetas de la pipa en La Orotava. En el primer caso, resulta el metro cúbico a 0,16 pesetas, y en el segundo, a 0,14.

Al lado de estos precios, que pudiéramos llamar normales, y aun al lado de los de 30 y 40 céntimos que se pagan corrientemente en muchos puntos de las islas (ya se ha citado el caso de Arucas), figuran los de dos y tres pesetas a que pagan el metro cúbico, los veranos escasos de agua, los dueños de aquellas plataneras, que corren peligro de perderse por falta de riego.

No citaremos más cifras aquí (4) para no fatigar la memoria, y porque basta el dato de que un caudal de un litro por segundo valga corrientemente, lo mismo en Tenerife que en Gran Canaria, 100.000 pesetas, para encontrar justificación a ese desmedido interés por emprender nuevas obras de alumbramiento que constantemente se manifiesta en las islas, y para darse cuenta de la importancia de los conflictos que esas obras provocan cuando distraen un caudal alumbrado con anterioridad, por insignificante que sea.

Ya hemos dado una idea de lo que vale la tierra y lo que vale el agua en Canarias, valores basados unos y otros, indudablemente, en la enorme producción de los cultivos de regadío, de las plataneras en primer término. Y esos valores no son, ciertamente, un regalo que la Naturaleza otorga pródiga al hombre en aquel país: muy lejos de ello, esos valores, por excesivos que parezcan, están en armonía con los precios de coste de instalación de los cultivos. Veamos por qué.

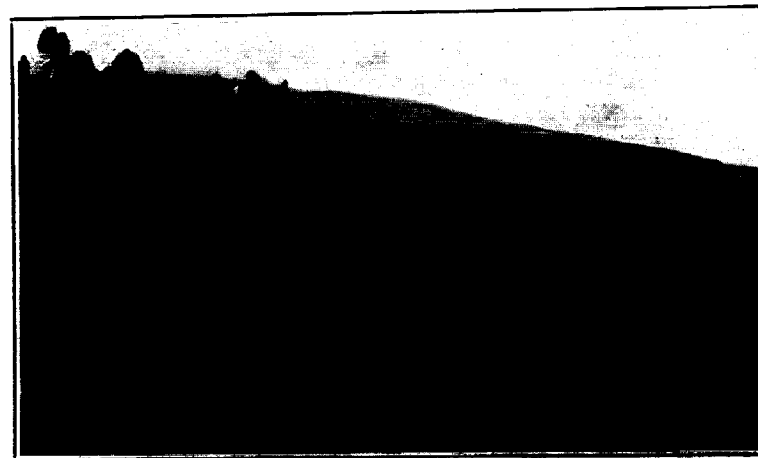
La constitución geológica de las Islas Canarias da como resultado una topografía accidentadísima, que en las proximidades de las costas, que son justamente las zonas más apropiadas para los cultivos intensivos por sus condiciones de tem-

peratura y humedad ambiente, se resuelve en una serie de acantilados y taludes rocosos rapidísimos, en donde no sería posible ningún cultivo si la mano del hombre no llevara allí desde la tierra hasta el agua. Obsérvese la adjunta fotografía número 1, que da idea de cómo se aprovecha el terreno en Canarias.

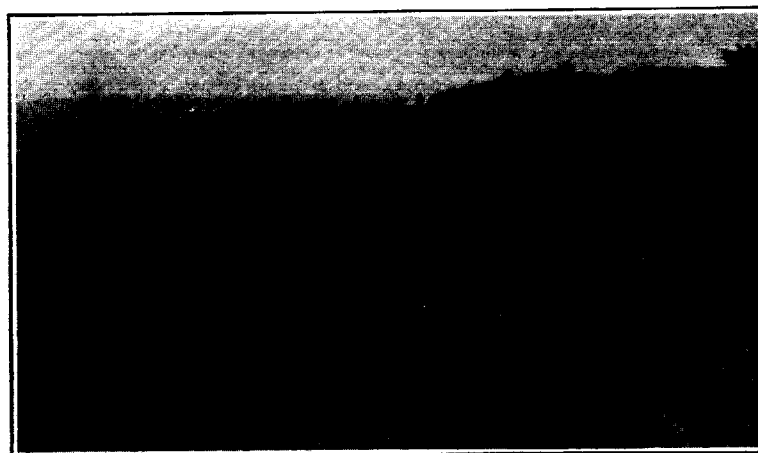
Representa el cauce de un barranco inmediato al Puerto de la Cruz, en el valle de La Orotava, al que se le ha restado una fajita de terreno que no tiene más de 10 metros de anchura, y con un muro que parece construido para defender una población de las crecidas de un río, se contienen a duras penas contra el acantilado unos cuantos metros cúbicos de tierra, traídos Dios sabe de dónde, para que arraiguen las plataneras que se ven asomar por encima de la pared. La fotografía número 2 muestra la forma corriente de cultivo de las plataneras en el valle de La Orotava.

Los muros de contención que forman los bancales tienen a veces, como los que se ven en esa fotografía, de cinco a seis metros de altura, y sobre el nivel de la tierra del bancale se levanta todavía una pared de metro y medio para proteger de la brisa del mar los troncos de las plantas, y los frutos.

Como en los sitios donde se cultivan estas plataneras (desde la orilla del mar hasta 300 metros de altitud) suele formar el terreno del valle una serie alternante de capas de basalto compacto y bancos de esas escorias volcánicas disgregadas y terrosas a que llaman en el país *mina* (véase la fotografía número 3), la denudación se detiene siempre en una capa de basalto, que es la que forma la superficie del suelo. La labor de implantar cultivo en un terreno tan áspero y desprovisto de tierra vegetal, es por demás ardua. Hay que comenzar por volar con dinamita la capa basáltica superficial, cuyos restos servirán más tarde para construir los muros de contención de los bancales; desmontar después la capa de *mina* con piochas

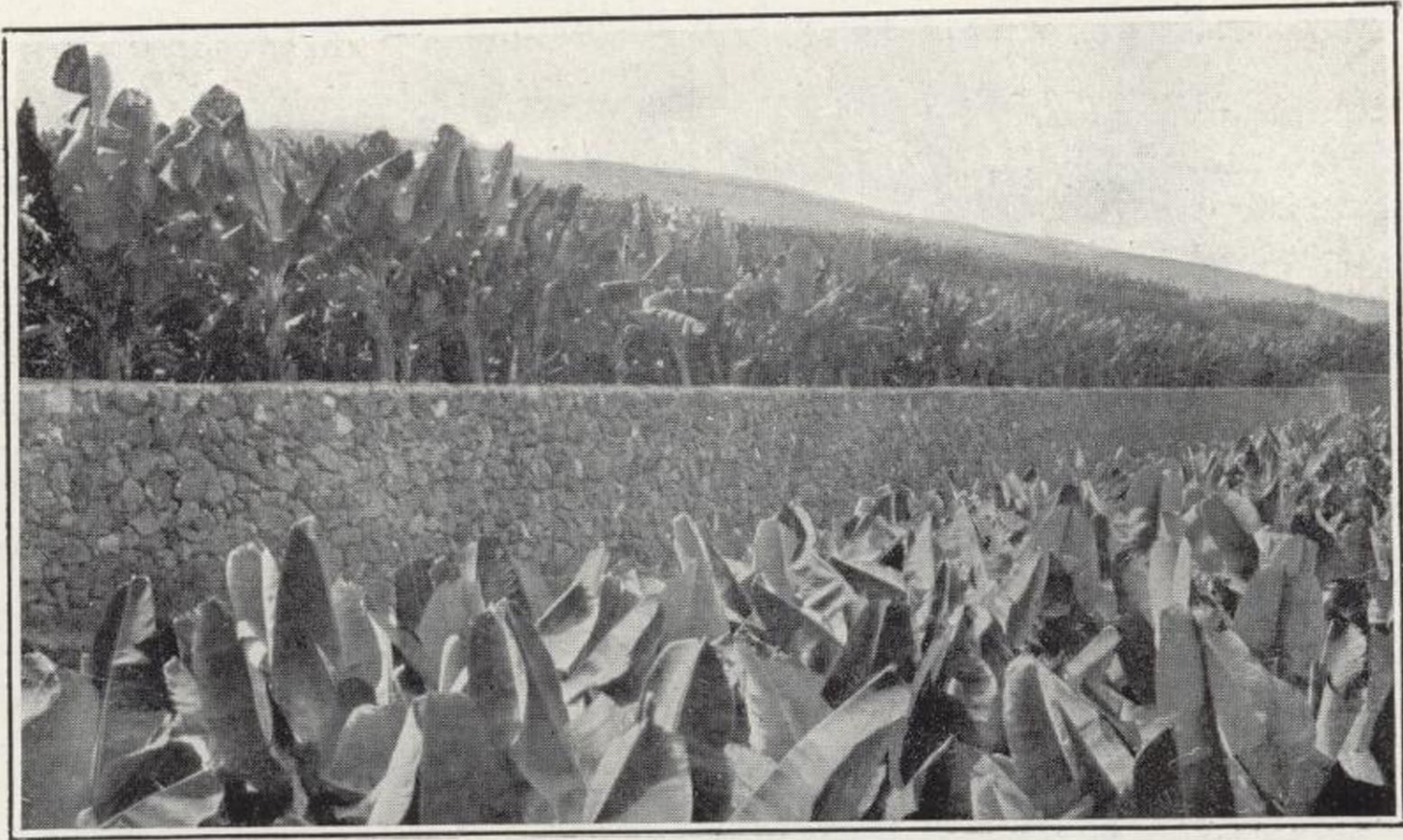


FOTOGRAFÍA NÚM. 2. — Paredes protectoras de las plataneras en el valle de La Orotava.



FOTOGRAFÍA NÚM. 3. — Capas alternantes de basalto y de *mina* que forman el subsuelo del valle de La Orotava.





FOTOGRAFÍA NÚM. 2. — Paredes protectoras de las plataneras en el valle de La Orotava.



FOTOGRAFÍA NÚM. 3. — Capas alternantes de basalto y de *mina* que forman el subsuelo del valle de La Orotava.



para separar de ella los trozos gruesos de las escorias, y disgregar el resto, que ha de constituir la tierra de cultivo; construir el muro de contención y rellenar la especie de alberca resultante:

Primero, con una tongada de piedra gruesa partida para asegurar un buen avenamiento; encima con grava más menuda y por último con la tierra. En resumidas cuentas, se hace preciso invertir el orden de las capas del subsuelo en profundidad de dos a cinco metros y clasificar convenientemente los productos del desmonte.

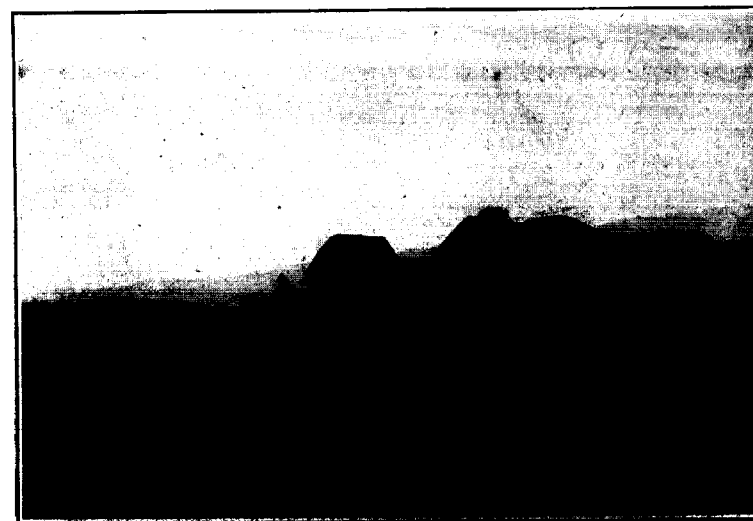
Las fotografías números 4, 5 y 6, muestran diversas etapas de la construcción de esas macetas gigantescas donde se cultivan las plataneras de La Orotava. A lomo de camello se transporta la piedra gruesa a donde se ha de construir el muro (fotografía núm. 4), al mismo tiempo que los obreros clasifican y amontonan la parte terrosa de la *mina* contra el borde del bancal superior (fotografía núm. 5), para ir la repartiendo más tarde en tongadas bien regladas sobre las capas de piedra del drenaje (fotografía núm. 6).

Conocidos estos antecedentes, no parecerá extraño que preparar una hectárea de terreno para el cultivo de plataneras cueste de 35 a 40.000 pesetas, de modo que con los precios actuales de 15.000 pesetas por fanegada que tan exorbitantes pudieron parecer cuando los consignamos por primera vez, no es reproductiva esa costosísima labor de preparación.

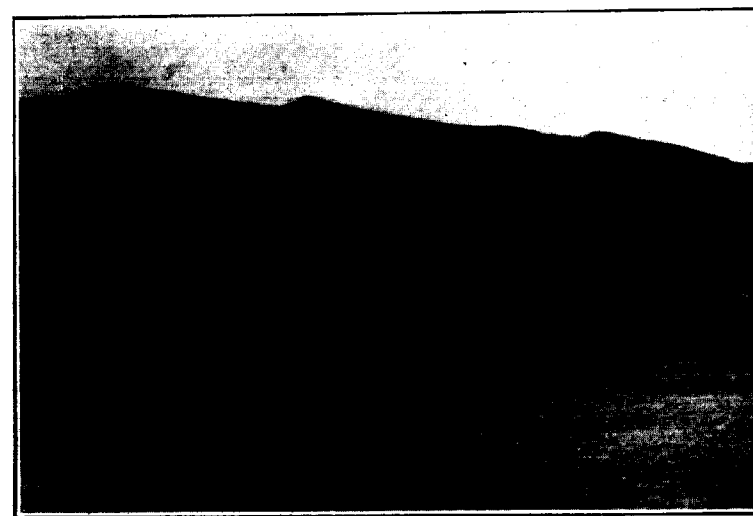
Para que el labrador se decida a emprender todas esas penosísimas operaciones, claro es que ha de contar de antemano con agua para regar el terreno, porque sin ella las 35 ó 40.000 pesetas que gastara en preparar una hectárea para el cultivo, serían totalmente perdidas. Pensemos ahora en la situación que se crea al dueño de una finca formada a tanta costa si de repente se le priva de su agua con una nueva obra

de alumbramiento, hecha si se quiere con sujeción estricta a las prescripciones de la ley, pero que corta el venero de donde se abastecía su galería, y ya podemos explicarnos las dos tendencias que se dibujan en Canarias cuando se trata de concesiones de aguas subterráneas, y la vehemencia con que los representantes de cada una defienden sus puntos de vista. Por una parte, luchan los que intentan a toda costa descubrir nuevos manantiales, bien con el deseo de implantar el regadío en tierras propias improductivas, bien con la esperanza de realizar un pingüe negocio, vendiendo el agua a los regantes que la necesitan; por otra, los propietarios de terrenos de regadío, que ven amenazada su propiedad en la parte más delicada, vulnerable y de difícil restitución.

Las dos tendencias se defienden allí con exageración altamente perjudicial. En favor de la primera abogan los buscadores de agua, señalando los caudales alumbrados en parajes donde jamás se habían conocido fuentes y que han creado riquezas incalculables. En favor de la segunda abogan los propietarios de fincas de regadío, por su temor, muy fundado en ocasiones, de que se les arrebate una parte importantísima de su propiedad; pero ni se puede desconocer el deseo desmedido de lucro que ha llevado a buscadores de aguas a dirigir galerías con el meditado propósito de cortar corrientes subterráneas de antiguo conocidas y aprovechadas, ni se puede admitir, de un modo sistemático, que toda obra nueva debe influir necesariamente en las ya existentes, y paralizar por este motivo toda tentativa de crear nueva riqueza.



FOTOGRAFÍA NÚM. 4. — Camellos que transportan la piedra para construir un muro de contención de una platanera.



FOTOGRAFÍA NÚM. 5. — Capa de mina removida y preparada para extenderla sobre la capa de piedra partida de drenaje.





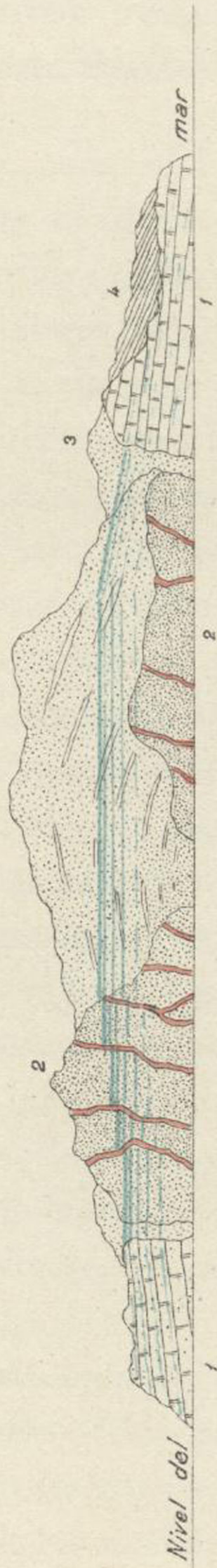
FOTOCRAFÍA NÚM. 4. — Camellos que transportan la piedra para construir un muro de contención de una platanera.



FOTOCRAFÍA NÚM. 5. — Capa de *mina* removida y preparada para extenderla sobre la capa de piedra partida de drenaje.



CORTE GEOLÓGICO QUE MUESTRA CÓMO CIRCULAN LAS AGUAS A TRAVÉS DE LAS  
DIVERSAS FORMACIONES ERUPTIVAS DE LAS ISLAS CANARIAS



1. Antiguas coladas basálticas.—2. Tobs volcánicas cruzadas por diques fonolíticos.—3. Lapillis de diversas épocas.—4. Materiales lávicos impermeables.





### **III. — Imposibilidad de que exista independencia absoluta entre los distintos veneros que se explotan en áreas limitadas.**

Tanto en la Isla de Tenerife, como en la de La Palma y en la de Gran Canaria, las aguas de lluvia se infiltran en las extensas superficies que cubren los *lapillis* y escorias volcánicas que suelen rellenar los cráteres antiguos y hondonadas profundísimas, y se almacenan en su masa; de allí se escapan lateralmente hacia el mar por entre las capas basálticas que forman las laderas de los montes. El adjunto corte geológico explica, de manera sintética, mejor que pudiéramos hacerlo con una larga descripción, la forma de circulación de las aguas subterráneas en las islas mencionadas.

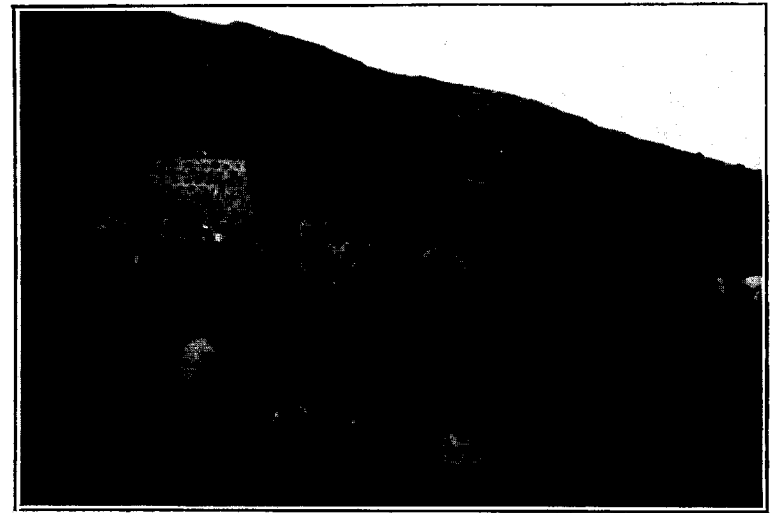
Cada isla del Archipiélago canario es un conjunto de coladas y de restos de cráteres de épocas distintas soldados por erupciones sucesivas cuya edad relativa claramente ponen de manifiesto las capas de lava al sobreponerse unas a otras. A pesar de su aparente complicación, el estudio detenido permite reconstituir la historia geológica de cada isla y analizar lo que se conserva y lo que desapareció de cada período eruptivo. Masas de cenizas y escorias volcánicas de una erupción antigua han hecho las veces de borde cráter de una moderna, y o bien han desaparecido durante la erupción misma, o bien se han consolidado por diques y filones de lavas flúidas que rellenaron sus grietas.

Para los efectos de la circulación del agua subterránea, cuatro tipos de formaciones eruptivas deben considerarse en las islas que hemos visitado. 1.º Los *lapillis* y escorias sueltas que suelen cubrir las partes altas de los montes y que facilitan la infiltración del agua de lluvia. 2.º Masas de materiales análogos, cruzados en diversas direcciones por diques de rocas bá-

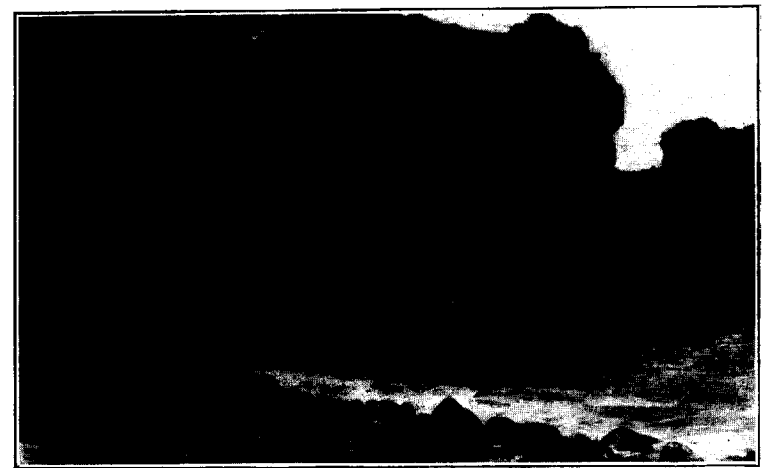
sicas, que forman parte de antiguos aparejos volcánicos, en las cuales también se almacena el agua que en ellas se infiltra directamente y la que reciben de los materiales del grupo primero superpuestos o yuxtapuestos. 3.º Series regulares de coladas basálticas con estratificación bien definida, en las que alternan capas de rocas compactas con otras más o menos escoriformes y con mantos de cenizas y escorias. 4.º Grandes masas de lavas más ácidas que las coladas anteriores, y más modernas que los materiales de los grupos segundo y tercero, a los que cubren, y que al descomponerse abandonan un abundante depósito arcilloso de color amarillento.

Los materiales del apartado 1.º abundan, como ya hemos dicho, en las regiones altas de la islas: los más antiguos tienen coloración rojiza y ocrácea; los más modernos, color negruzco, y constituyen lo que se denomina *picón* en Gran Canaria y Tenerife, y *jable* en Fuerteventura. Estos últimos forman la mayor parte de los conos volcánicos de las erupciones recientes. Unos y otros, excesivamente permeables, absorben holgadamente el agua que reciben aun en los fuertes aguaceros. Jamás corre el agua por su superficie, por lo cual en los montes que forman no se observa el menor regajo ni señal alguna que indique labor de ataque por las aguas de esorrentía.

Los materiales del grupo 2.º abundan en la Isla de La Palma y en la de Tenerife, especialmente en las alturas que limitan por el Norte el valle de La Orotava, llamados Montes de Aguamansa y laderas de Santa Úrsula. En ellos se infiltran también las aguas llovedizas y penetran las que se almacenan en los *lapiillis* situados a nivel superior, pero a causa de los diques de rocas compactas que los atraviesan, generalmente diques de fonolita, el movimiento del agua en su interior se encuentra entorpecido; el líquido se acumula desigualmente en su masa, y los diques hacen las veces de presas de retención, que producen desniveles en la superficie libre del manto acuífero. Así

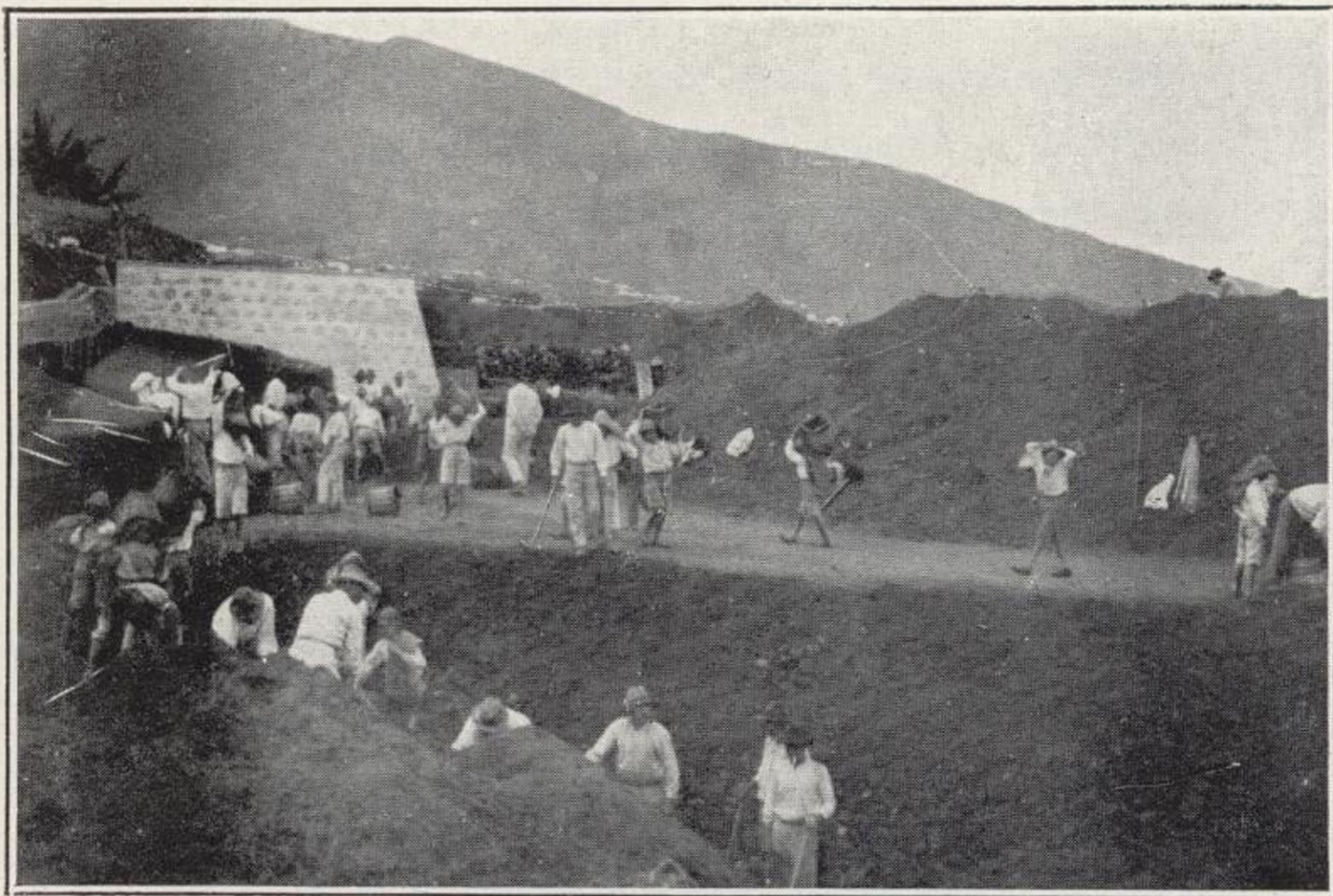


FOTOGRAFÍA NÚM. 6. — Obreros extendiendo la capa de tierra vegetal en la formación de un bancale de platanera.

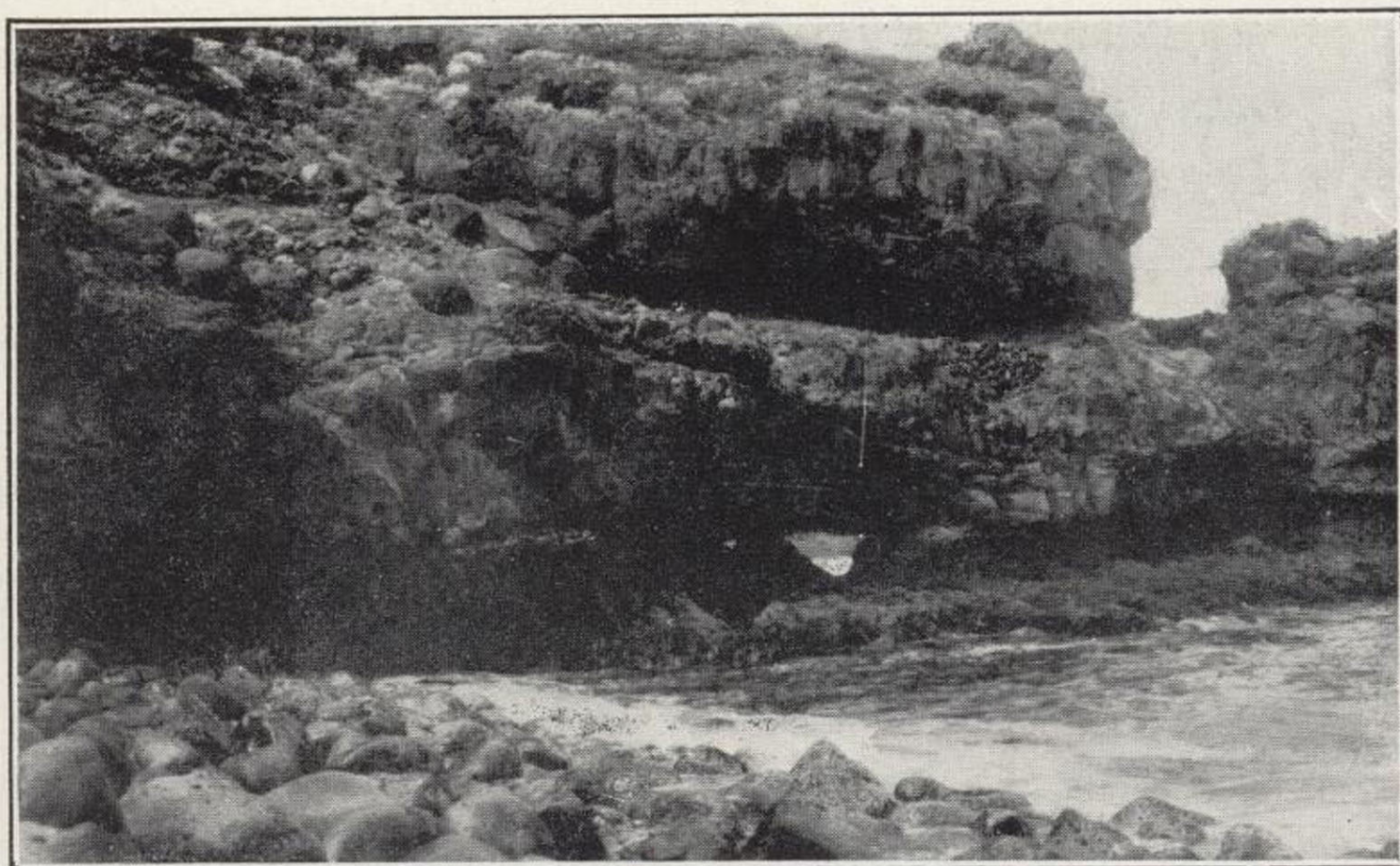


FOTOGRAFÍA NÚM. 7. — Capas de basalto de erupciones antiguas alternadas con otras de materiales permeables y almagres. — Isla de La Palma, cerca de los Sauces.





FOTOGRAFÍA NÚM. 6. — Obreros extendiendo la capa de tierra vegetal en la formación de un bancal de platanera.



FOTOGRAFÍA NÚM. 7. — Capas de basalto de erupciones antiguas alternadas con otras de materiales permeables y almagres. — Isla de La Palma, cerca de los Sauces.



se ha visto, en las galerías que alumbran aguas en estos materiales, que el caudal aumentaba con cierta brusquedad al atravesar diques sucesivos, como si la obra fuese penetrando en embalses subterráneos cada vez de mayor altura o presión.

Las capas alternantes de rocas compactas basálticas y de rocas escoriformes más o menos cavernosas que constituyen el grupo 3.º, definen una *facies* de coladas antiguas que predominan tanto en la Isla de La Palma, desde Santa Cruz a los Saucos, como en Tenerife en las laderas de Tigaiga; en Gran Canaria, en el valle de Teror, y en la mayor parte de la Isla de Fuerteventura, donde cubren extensiones enormes capas horizontales de esas rocas.

La marcha de las aguas en estas formaciones, se verifica, como es natural, por las capas de estructura escoriforme, en cuyos yacentes suelen acumularse los materiales arcillosos que aquellas arrastran y oxidan a su contacto, dando origen a las capitas de almagre que se manifiestan en los cortes de los barrancos que cruzan estas formaciones y en los acantilados de la costa. Fotografía número 7.

En los macizos que forman estas series alternantes de basaltos y materiales permeables, las aguas se infiltran con dificultad, pero en cambio estos últimos hacen las veces de conductos por donde las aguas almacenadas en los materiales de los grupos 1.º y 2.º buscan salida al exterior o camino hacia el mar, según se indicó en el corte geológico; mas como el yacente de las capas porosas no es un plano perfecto, sino que presenta elevaciones y depresiones, el agua que penetra en ellas se acumula y circula por las partes más deprimidas, sin llenar por completo los vacíos de la roca, sino como por un canal libre.

Por último, los materiales eruptivos agrupados en el apartado 4.º constituyen una masa impermeable en todo su espesor que ni permite la entrada en su interior de las aguas de lluvia



que recibe, ni el paso de las que proceden de otras formaciones permeables inmediatas. Estos materiales dan origen por su impermeabilidad a suelos excesivamente pobres, de aspecto desértico: el territorio de la Guancha entre La Orotava e Icod, y las vertientes del extremo oriental de la Isla de La Palma, están cubiertas de esta clase de productos volcánicos.

El sabio profesor de la Universidad Central D. Lucas Fernández Navarro, en un folleto que titula *Estudios hidrogeológicos en el valle de La Orotava* señala con exacta visión de la realidad los dos tipos de yacimientos de aguas subterráneas a que dan origen las formaciones eruptivas de dicho valle y los de sus zonas limítrofes: el de mantos contenidos e interrumpidos por los diques fonolíticos en el seno de rocas tobáceas, y el de corrientes subterráneas propiamente dichas en las capas cavernosas de las coladas basálticas. La capas en que se abre el barranco de Godínez, al pie de las laderas de Tigaiga, que ya hemos citado, y el macizo de Aguamansa, constituyen, según el eminente geólogo, tipos bien definidos de esas dos categorías de yacimientos acuíferos.

Más de lo que era nuestro deseo nos hemos extendido en la exposición de datos geológicos que nos ayudarán a comprender la influencia que pueden ejercer, unas sobre otras, las distintas obras de alumbramiento que radican en una zona determinada. Si se trata de un macizo de rocas de *masa permeable*, como las tobas y las arenas volcánicas, una galería situada a bajo nivel tiene probabilidad de hacer descender el manto acuífero en cierta extensión y disminuir el rendimiento e incluso secar otra galería trazada a nivel más alto.

Si, por el contrario, se trata de corrientes que circulan por las depresiones de una capa de rocas escoriiformes, y que siguen la pendiente natural de la misma en dirección al mar, una galería abierta en ella a determinada altura es lo probable que corte el agua que hasta entonces recogía otra

obra de alumbramiento situada en la misma capa a nivel más bajo.

A estos dos casos pueden referirse la inmensa mayoría de los que se presentan en las Islas Canarias en materia de aguas subterráneas, y, en general, una persona perita puede darse cuenta pronto de cómo en una región determinada pueden influirse mutuamente las obras de alumbramiento que en ellas radiquen.

En zonas limitadas es muy difícil que por uno u otro motivo no interfieran las obras de alumbramiento, y ello obliga a proceder con suma cautela cuando se proyectan obras nuevas en regiones medianamente explotadas. No es extraño, por este motivo, que la Real orden de 27 de noviembre de 1924 haya paralizado casi totalmente los trabajos de alumbramiento de aguas que se estaban efectuando cuando tal disposición se dictó, y los expedientes en tramitación de otras muchas concesiones solicitadas con posterioridad, pues salvo el caso de obras aisladas, ningún técnico puede en conciencia asegurar rotundamente que una galería o pozo que se proyecta en una zona donde existen otros aprovechamientos no va a ejercer influencia alguna en éstos; y al no poder dictaminar de esa manera categórica, surge la necesidad de garantizar el valor del caudal del agua que pueda perjudicarse, lo que equivale a tanto como a imposibilitar la ejecución de la nueva obra.

#### IV. — Influencia de unos trabajos en otros o en fuentes preexistentes.

Las reclamaciones de los dueños de alumbramientos de aguas y las súplicas que dieron por resultado que se dictara la Real orden del 24, no estaban, ni con mucho, desprovistas de fundamento. No ha sido una vez sola la que un manantial ha

desaparecido o se ha mermado considerablemente al ejecutarse nuevas obras en la zona en que aquel radicaba. Entre estos casos pueden citarse, y son sobradamente conocidos, los despojos cometidos en los Realejos, no siempre resultado de la falta de estudio y precaución, sino también de la mala fe.

Como se trata de una zona avenada por una extensa red de galerías, y se sabe, poco más o menos, el curso de las corrientes más importantes que por allí circulan, no ha faltado quienes hayan aplicado sus conocimientos del terreno a cortar por un socavón el venero que con anterioridad se había alumbrado en galerías próximas, y se menciona el caso curioso, no sabemos si algo adornado por la fantasía, de la galería llamada «Los Conejos», que fué despojada de su agua por otra denominada «Los Hurones»; ésta, a su vez, por otra llamada «Los Galgos»; y ésta, por fin, por la titulada «La Guardia Civil», galerías proyectadas y dirigidas todas por la misma persona, alma de otras tantas Sociedades, a las que sucesivamente traspasaba por ese medio la propiedad de la misma agua, después de haber cobrado su participación en el negocio.

En esta zona de los Realejos el perjuicio lo han causado invariablemente las galerías más altas a las más bajas, por tratarse de corrientes ya encauzadas en cierto modo, que discurren sobre los yacientes de determinadas capas, generalmente sobre lechos de almagre. La variación de las primitivas galerías de los Realejos (6), por efecto de obras más modernas que las han ido influyendo, son realmente notables.

No lejos del Puerto de La Cruz, la galería de «Perera» cortó el manantial de donde se abastecía el pueblo, que brotaba por debajo, y ella, a su vez, ha perdido una gran parte de su caudal por la apertura de varias galerías de los Realejos, algunas de ellas distantes tres kilómetros y trazadas a nivel mucho más alto.

El manantial de Icod se secó al hacerse la galería de «Los

Canutos», situada a 1.500 metros de distancia y a altitud bastante mayor. Después de haberse taponado la galería en 1923, volvió a brotar el manantial.

#### V. — Imposibilidad de garantizar los aprovechamientos existentes con el señalamiento de un área de protección.

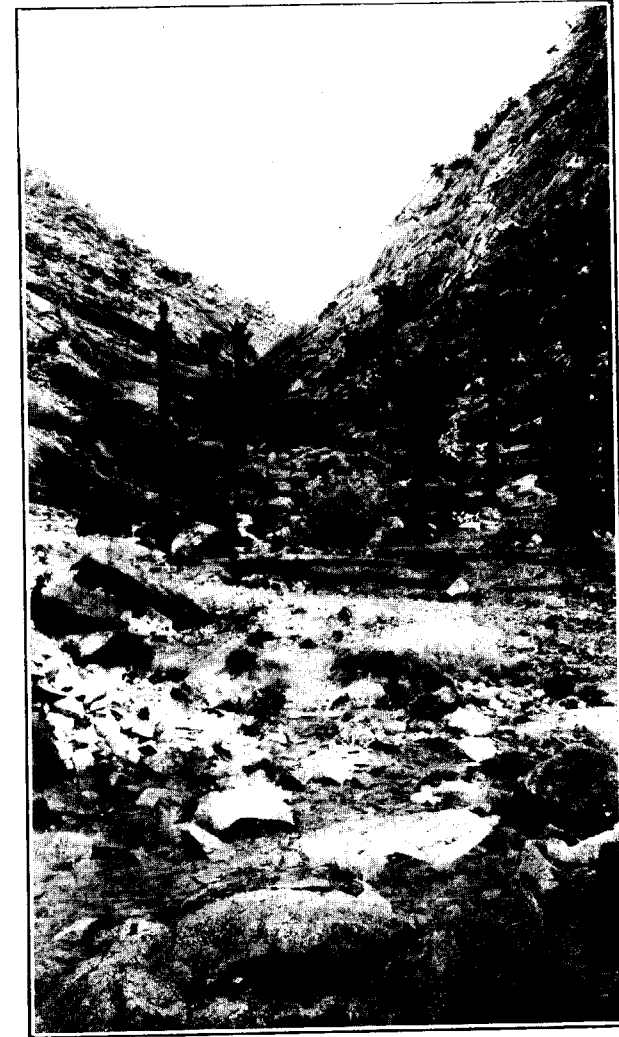
Como ya hemos dicho, la distancia de 100 metros que marca la ley para protección de aprovechamientos de aguas subterráneas es, a todas luces, insuficiente en Canarias. Pozos de 150 metros de profundidad, como los de la Vega de Telde, y galerías de varios centenares de metros, como la mayor parte de las que se hacen en Tenerife, no pueden quedar protegidas por el radio legal, porque su acción avenadora se ejerce a distancias mucho mayores seguramente. Pero, además, el alcance de una obra determinada depende de la naturaleza geológica del terreno en que radica. En rocas de masa permeable, el alcance de un pozo es función de su profundidad, y el de una galería, de su longitud. Si la profundidad de uno y la longitud de otra varía, es inútil querer aplicar una distancia de protección constante. Aun una galería, si se construye internándose en un monte, como es caso frecuente, a medida que va entrando en zonas de nivel hidrostático más alto va extendiendo su radio de acción a mayor distancia del eje, y tampoco una faja de anchura constante, a uno y otro lado de éste, podría salvaguardar los intereses creados con ella, a menos de recurrir a distancias enormes.

En la actualidad se está trabajando en la Isla de Tenerife en una galería llamada «Los Huecos», que ataca la divisoria en cuya vertiente opuesta se alumbran, también con galería, las aguas de la Dula de La Orotava. El terreno que forma esta

divisoria es de tobas volcánicas antiguas, cruzadas por diques de fonolita. Hasta hace poco, sólo se alumbraba en este macizo las aguas de la Dula de La Orotava, y cuando se ha visto el enorme caudal que comienza a salir por la galería de «Los Huecos», más de 2.000 metros cúbicos diarios, y que ésta está además a nivel muy inferior al de la Dula, las dos entidades, a requerimientos de esta última, se han puesto de acuerdo para conservar una zona intermedia de 400 metros de anchura, que podríamos llamar neutral, en la que no debe penetrar ninguna labor. A pesar de estas precauciones, no sería extraño que el descenso que va a provocar en los depósitos subterráneos la galería de «Los Huecos», se tradujera en una reducción de rendimiento de las galerías de la Dula de La Orotava. Sólo al cabo de algún tiempo podrá comprobarse el estado final de equilibrio a que llegará ese grupo de obras a pesar de la distancia que las separa.

Si se trata de corrientes encauzadas, las dificultades de señalar a una obra un área de protección, se multiplica hasta el extremo de llegar a la imposibilidad. Ya hemos citado el caso del manantial de Icod, cortado por una galería a 1.500 metros de distancia de su punto de emergencia, y el de la galería de Perera, del Puerto de la Cruz, influida por galerías hechas en los Realejos a 3.000 metros de distancia. Para esta clase de yacimientos acuíferos no hay zona de protección eficaz; como se trata de conductos más o menos aislados, se concibe la posibilidad de que dos obras distantes sólo unos metros no se influyan mutuamente, y, en cambio, otras muy distantes, pero que ataquen al mismo conducto, se resten el agua total o parcialmente.

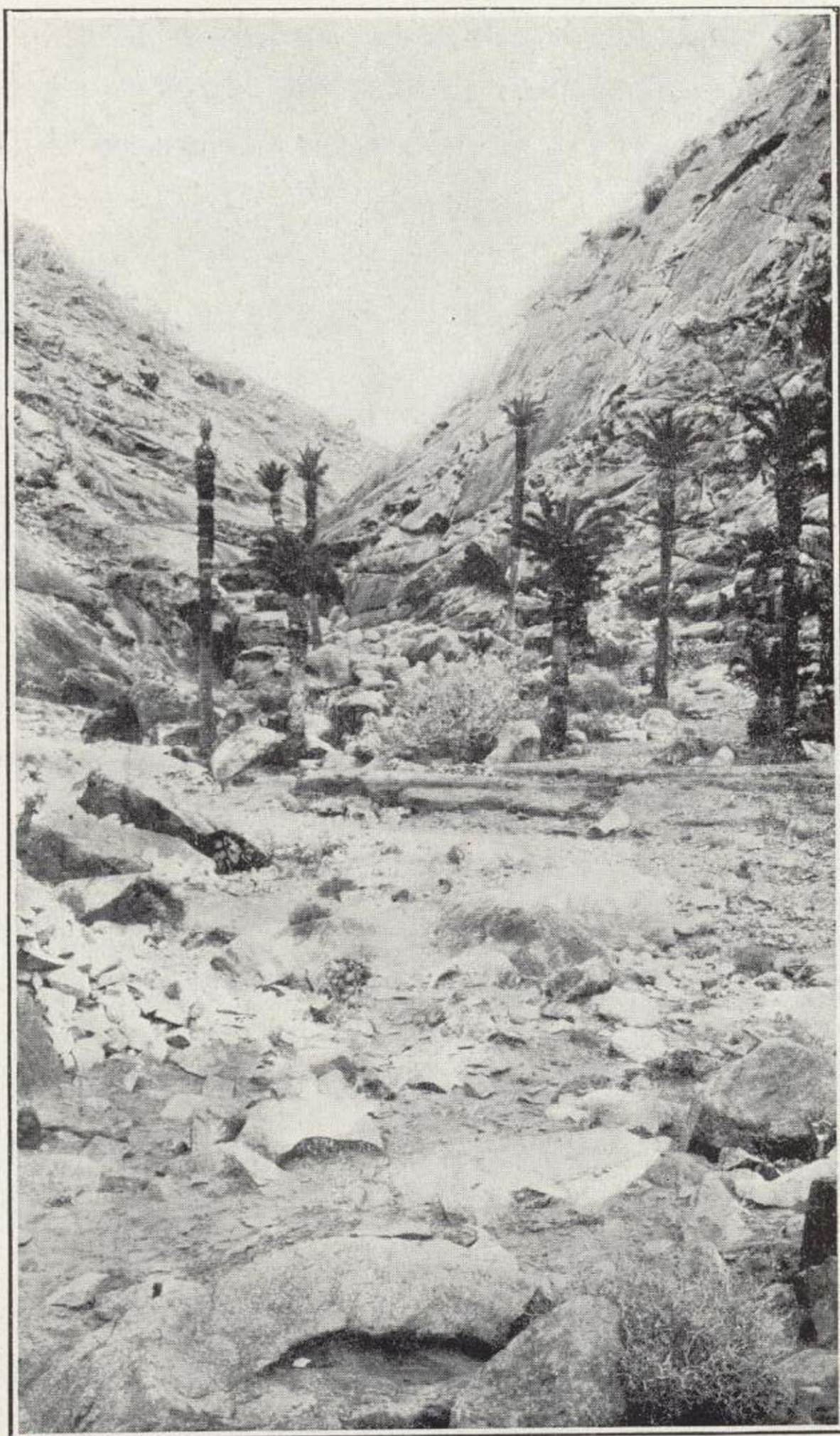
Estos hechos, que son conocidos desde tiempo inmemorial y que están previstos, además, y de acuerdo todos ellos con los más elementales principios de hidrología subterránea, escapan por entero a nuestra ley de Aguas, que prohíbe en



FOTOGRAFÍA NÚM. 8. — Paraje denominado «Las Peñitas», en el macizo hipogénico de la Sierra de Bethencourt, de la Isla de Fuerteventura.







FOTOGRAFÍA NÚM. 8. — Paraje denominado «Las Peñitas», en el macizo hipogénico de la Sierra de Bethencourt, de la Isla de Fuerteventura.





cambio que se haga una obra de alumbramiento a distancia menor de 100 metros de una acequia, aunque, como es caso frecuente en nuestros días, esté revestida de cemento. No pocas concesiones de aguas subterráneas se han denegado o se han modificado en Canarias por tal motivo.

**VI. — ¿Hay posibilidad de alumbrar más aguas subterráneas en Canarias y de aumentar con ello la riqueza agrícola del país?**

Suficientemente complicada es la constitución geológica de las Islas Canarias, compuesta cada una de restos de aparejos volcánicos de diversas épocas y con regímenes de circulación subterránea diferentes, soldados entre sí, para que pueda siquiera presumirse que la labor del hombre ha llegado a poner de manifiesto todos los veneros utilizables. Por ello, aun en zonas explotadas de antiguo, como el valle de La Orotava, sorprende la aparición de nuevos e importantes caudales como el de la galería de «Barbuzzano» en las laderas de Santa Úrsula, que con 200 metros de longitud cuenta ya con 18.000 pipas diarias, y la del Salto de los Helechos, no lejos de la anterior, que produce 22.000. La galería de «Los Huecos», en Arafo, también en ejecución, y otras muchísimas labores de fecha reciente hechas en Tenerife y la Gran Canaria, acreditan que se está todavía muy distante del total aprovechamiento de las aguas subterráneas del Archipiélago canario.

Una parte no despreciable de las aguas de infiltración se pierde en el mar a lo largo de la costa, sobre todo donde forman los acantilados lechos alternantes de basaltos, escorias y almagres, y el afloramiento de algunos manantiales es visible durante la bajamar; pero hay otra masa de agua importantísima que se almacena y circula por las capas profundas del subsuelo,

a las que difícilmente se puede llegar con obras de poco coste, que se pierde también en el mar fuera del alcance de nuestras observaciones. Cuando la topografía del terreno lo permite, esas capas profundas se pueden alcanzar con galerías de no excesiva longitud, y puede decirse que al estudio de estas particularidades de la topografía de las Islas Canarias, en íntima relación con la constitución geológica del subsuelo, deben dirigirse los estudios que en lo sucesivo se hagan de nuevos alumbramientos. Fácilmente se comprende que para estos estudios de detalle no podemos dar reglas generales de ninguna especie, y menos careciendo de mapa geológico detallado de las islas, que sería la primera labor necesaria en una empresa de esta índole.

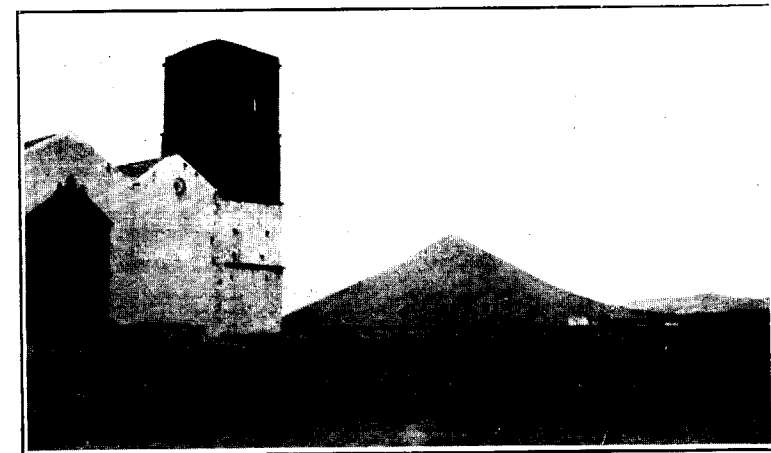
A esas capas profundas de agua se llega más fácilmente con pozos, y así se ha hecho en la vega de Telde y aun en el valle de La Orotava recientemente, aun cuando la explotación resulta mucho más costosa por la elevación mecánica de las aguas; además, la calidad de éstas, sobre todo en las proximidades del mar, es muy inferior a las de las galerías de la parte alta de las islas.

Las zonas de más difícil explotación desde este punto de vista son las cubiertas por lavas del tipo de nuestro grupo 4.º, que constituyen un potente manto impermeable que mantiene alejadas de la superficie las corrientes subterráneas. En estas áreas, cuando el complejo de lavas descansa sobre formaciones del tipo 1.º y 2.º, estarían indicadas exploraciones oficiales por sondeos para ver la profundidad a que se encuentran los mantos acuíferos, y facilitar y estimular así la iniciativa particular. Los gastos que el Estado hiciera en este sentido estarían plenamente justificados por tratarse de las zonas más improductivas, en donde cualquier mejora representaría un gran aumento de riqueza.

No hemos de terminar este apartado de nuestro informe



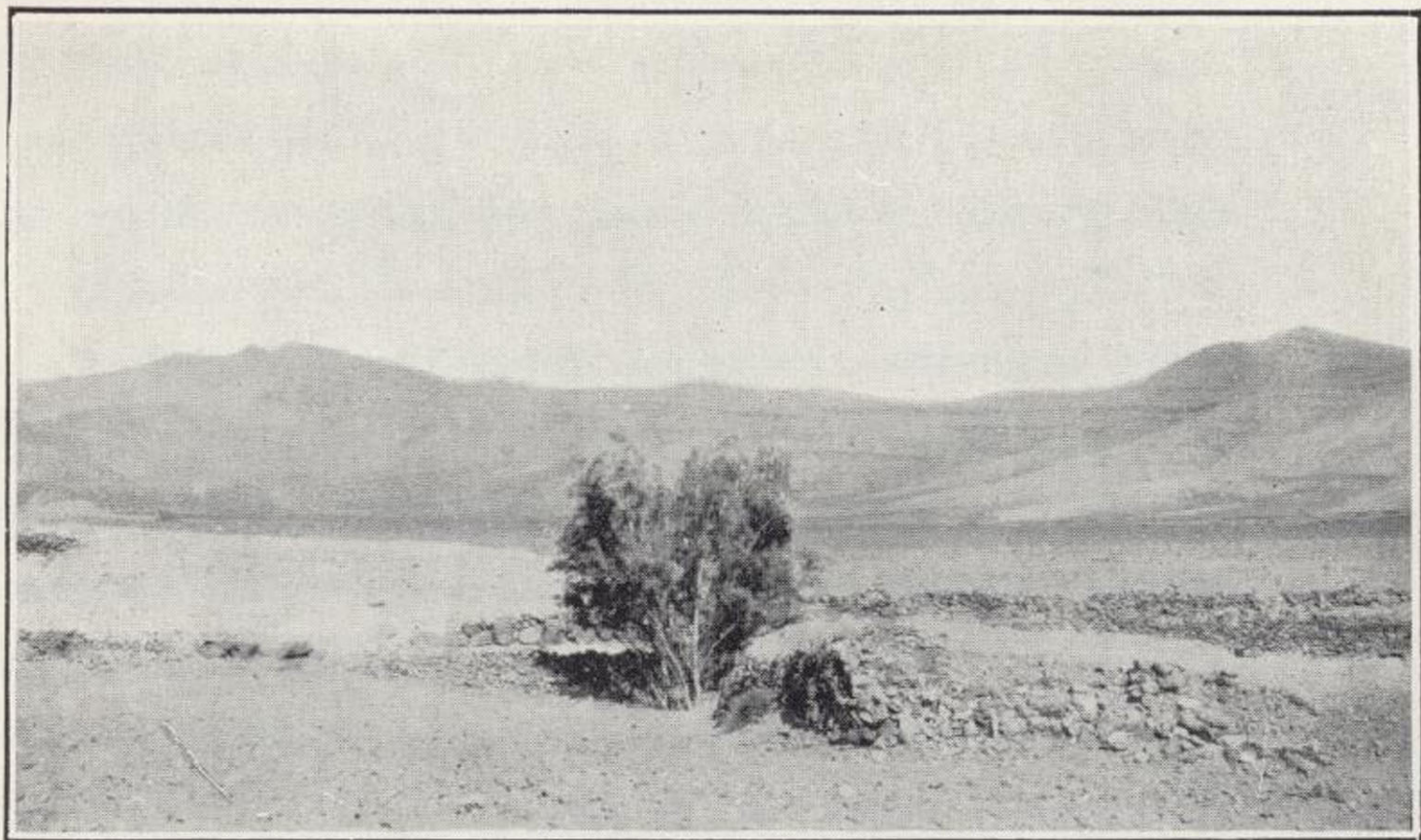
FOTOGRAFÍA NÚM. 9. — Los «Cuchillos de Tetir», tipo de las sierras de la Isla de Fuerteventura, formadas por capas horizontales basálticas.



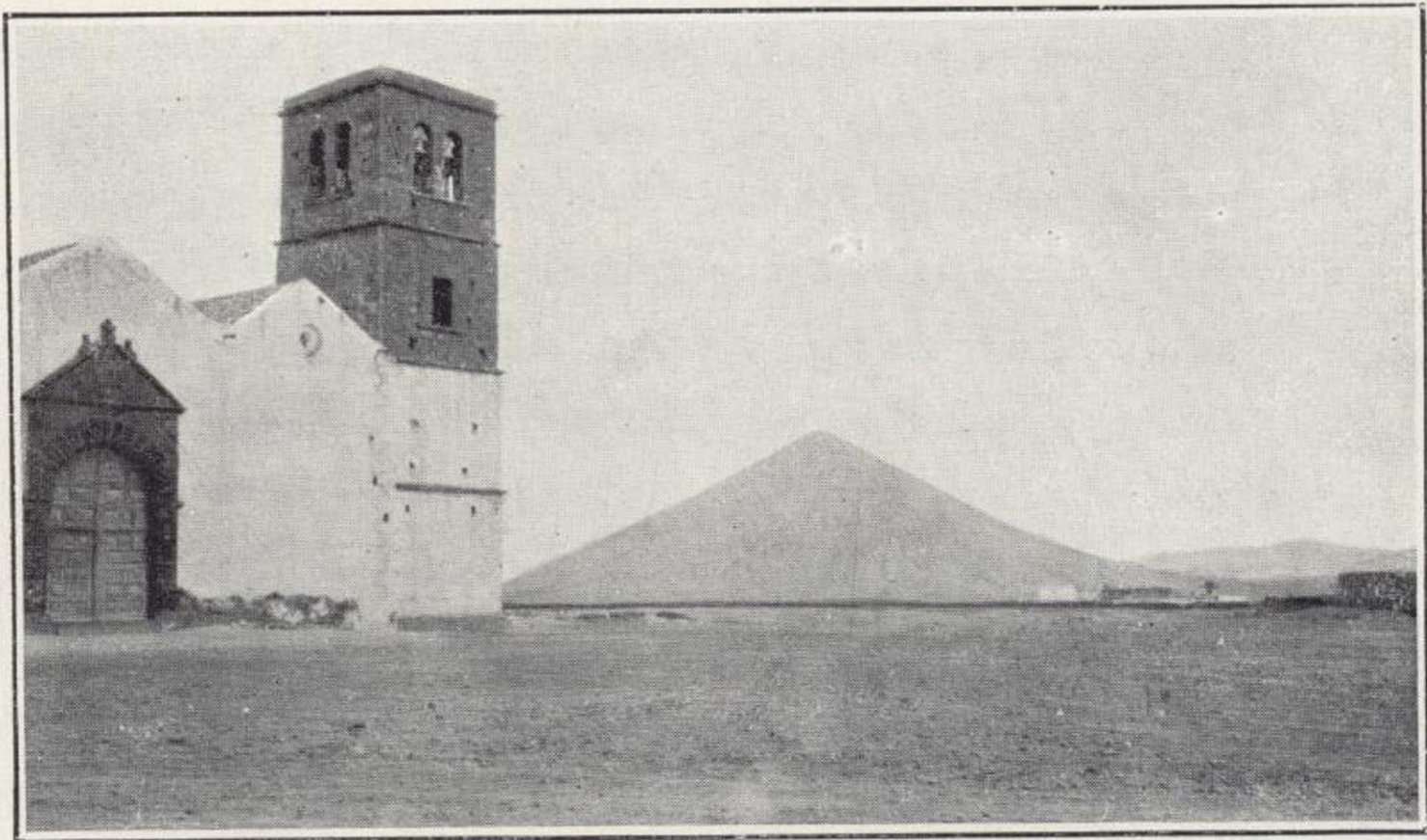
FOTOGRAFÍA NÚM. 10. — La «Montaña de la Oliva», en la Isla de Fuerteventura, de arista tan estrecha y rectilínea que vista de frente hace el efecto de un monte cónico.







FOTOGRAFÍA NÚM. 9. — Los «Cuchillos de Tetir», tipo de las sierras de la Isla de Fuerteventura, formadas por capas horizontales basálticas.



FOTOGRAFÍA NÚM. 10. — La «Montaña de la Oliva», en la Isla de Fuerteventura, de arista tan estrecha y rectilínea que vista de frente hace el efecto de un monte cónico.





sin referirnos a las especiales circunstancias que concurren en la Isla de Fuerteventura.

Esta isla, como ya hemos dicho en otra ocasión, está constituida, en su mayor parte, por capas basálticas del tipo del grupo 3.º, procedentes de erupciones muy antiguas, probablemente submarinas, hasta el punto que puede afirmarse que la Isla de Fuerteventura es entre todas las del Archipiélago canario la que menos modificaciones ha sufrido en su estructura como consecuencia de los fenómenos volcánicos que han impuesto su principal relieve a Gran Canaria, Tenerife y La Palma. Es, además, la única que tiene un *substratum* visible de rocas hipogénicas antiguas (sienitas, gabros y dioritas), que asoman en la Sierra de Bethencourt, donde se halla el paraje denominado «Las Peñitas», que representa nuestra fotografía número 8.

Las capas basálticas antiguas que forman la Isla de Fuerteventura, muy derrubias durante largos periodos de desnudación, forman sierras alargadas en cuyas laderas y cerca de sus cumbres se aprecian desde lejos las hiladas basálticas, como se observa en nuestra fotografía número 9, que representa las alturas llamadas «Cuchillos de Tetir». Este nombre de cuchillos se aplica a muchas sierras de la isla por la forma afilada de sus cumbres, reducidas en ocasiones a una arista, como en la alargada montaña de la Oliva, que aparece en nuestra fotografía número 10, y que vista desde un extremo hace el efecto de un monte cónico.

Las líneas de alturas de la Isla de Fuerteventura, bastante separadas unas de otras, dejan entre sí amplias llanuras y valles de suelo suavemente ondulado, de cuyo aspecto desértico puede juzgarse por las fotografías anteriores. La abrumadora escasez de lluvias y la sequedad del ambiente acaban allí con todo vestigio de vegetación. Aun las palmeras, que resisten grandes periodos de sequía, llegan a secarse en esta isla, y de



la vida raquítica que arrastran las pocas que aun se conservan, dan idea las que se ven en la fotografía número 8. Los llanos de la Isla de Fuerteventura y aun las faldas de no pocos montes están cubiertos de gruesos mantos de derrubios y de arrastres aluviales, tapizados a su vez frecuentemente por costras de travertinos calizos, roca que se exporta a las demás islas del Archipiélago para fabricar la cal de obra.

Por la poca permeabilidad del conjunto de rocas que constituyen las sierras de Fuerteventura, las aguas de lluvia que de tarde en tarde caen, corren por la superficie del terreno y apenas alimentan las capas subterráneas del fondo de los valles. Esta falta de alimentación se traduce en una salinidad excesiva de las aguas profundas, que al emplearlas para el riego llegan a saturar de sales el terreno al cabo de tres o cuatro años, y entonces es preciso que las aguas de lluvia lo laven para seguir nuevamente los cultivos.

Son verdaderamente interesantes los medios de que se valen los labradores de Fuerteventura para facilitar el lavado de las tierras ensalitradas, y al mismo tiempo para comunicar al terreno, de modo duradero, el grado de humedad que necesita para el cultivo. En las vegas, rodean las parcelas de unos malecones de tierra como de un metro de altura que llaman *gabias*, y al recinto cerrado, que así determinan, conducen cuando llueve el agua de un arroyo próximo hasta cubrir la tierra con una lámina de 50 a 60 centímetros. El agua allí encerrada se infiltra lentamente en el subsuelo, y después de una operación de esta índole a la que llaman «hacer beber al terreno», éste queda en condiciones de dar dos y tres cosechas consecutivas, aun en el caso desfavorable de que no vuelva a llover en todo el año.

Claro es que ese procedimiento da resultado en Fuerteventura por la naturaleza especial del manto de aluviones, que tiene una porosidad y al mismo tiempo una capacidad de

retención, debido a su composición física y mineralógica, que sería inútil buscar en otras tierras distintas de aquéllas.

En estos últimos años se ha apelado en Fuerteventura a un método de enmienda del suelo, el *enjablado*, empleado desde antiguo en Lanzarote, y consistente en cubrir la superficie del terreno con una capa de 15 centímetros de espesor de las menudas escorias negras de los volcanes modernos que en Canarias llaman *picón*, y que realmente recuerda por su color y por su aspecto el picón de braseros. Esta capa de escorias sirve de aislante, preserva de la acción de los rayos solares el suelo cultivable, dificulta la acción de la capilaridad, y hace que el terreno conserve la humedad que de otro modo perdería rápidamente. Una pequeña lluvia basta en estas condiciones para asegurar una cosecha, y a pesar de lo costoso de la operación, parece ser que los resultados compensan con creces los gastos. El cultivo de las parcelas enjabladas ha de hacerse en forma que no se mezcle al picón la tierra de labor, porque, de lo contrario, la escoria volcánica pierde sus propiedades. En Tetir vimos varias parcelas preparadas para el cultivo en esta forma.

La explotación de aguas subterráneas en Fuerteventura se hace con pozos, algunos bastante profundos, y el agua se extrae con bombas accionadas ordinariamente con molinos de viento.

En la actualidad funcionan en la isla 280 molinos y 30 motores. El cultivo preponderante es la alfalfa, que se exporta en abundancia a Las Palmas y a Santa Cruz de Tenerife.

Ninguna orientación nueva podemos señalar para los alumbramientos de aguas en Fuerteventura, pues los habitantes del país han elegido ya con gran acierto el único método que puede ensayarse con éxito, el de pozos abiertos en los valles, toda vez que en las sierras, ni por su escasa altitud, ni por su constitución geológica, cabe alumbrar aguas con galerías.

Las obras que se proponían en el informe hecho por don Alfonso Fernández, en el año 1917, han perdido actualidad, porque en todos los parajes que en él se citan hay ya bastantes pozos en explotación. Sólo en la vega de Tefía, se han hecho en los últimos tres años más de treinta, que dan agua de calidad aceptable y abundante, y otro tanto ha ocurrido en Tetir, La Oliva, Ampullenta y La Antigua.

Como obras de carácter general, no podemos proponer otras que la intensificación de la práctica de los pozos, que el Estado haría bien en subvencionar para compensar de algún modo el esfuerzo inaudito de los labradores de Fuerteventura, que han de luchar con el peor de los enemigos, la falta de lluvias, para hacer producir su tierra y evitar el abandono del país que los vio nacer.

### **VII. — Único medio de que nuevas explotaciones de aguas subterráneas en Canarias no originen un semillero de pleitos.**

Quando en un punto en el que no existen aprovechamientos de aguas subterráneas se intenta alguna labor de alumbramiento, claro es que el que la proyecta no encuentra la menor dificultad para el desarrollo de sus trabajos, y en general acompaña a su intento la pública simpatía. Si el intento no fracasa, y la obra da el resultado apetecido, este primer éxito estimula a nuevas empresas, y pronto aquel punto de la isla en el que hasta entonces nadie había fijado su atención, aquel monte o aquel barranco, considerado ahora como *cosa productiva*, comienza a ser el blanco de los que, como suele decirse, gustan de disparar sobre seguro, y pronto la nueva galería se ve rodeada por otras concesiones y por otras obras y los conflictos no tardan en presentarse.

Si el nuevo alumbramiento está cercano a una zona regable en la que escasea el agua, y su caudal es crecido, se produce un descenso del valor del metro cúbico o de la pipa, en virtud de la ley general de la oferta y el pedido. Este descenso lo esgrimen los buscadores de agua, cuando combaten el oponimiento de los propietarios, como causa principal de su enemiga hacia las obras nuevas, pero no creemos que este argumento se pueda sostener de buena fe. En primer lugar, la mayor parte de los partícipes de aguas de los antiguos heredamientos emplean las que les corresponden en regar sus propias tierras, y no las venden; en segundo lugar, dado el afán desmedido que hay en Canarias por transformar los cultivos ordinarios en regadíos, las bajas que se ocasionan en el valor del agua por el motivo indicado, son puramente momentáneas y duran sólo mientras el nuevo caudal alumbrado no se distribuye de manera normal entre los regantes.

Lo que interesa a un propietario que posee fincas de regadío es, como dijimos ya en otra ocasión, que no le mermen el agua que necesita para el riego, porque esa merma puede arruinarle; la disminución del valor del agua es cosa muy secundaria para él, y puede decirse que apenas le afecta.

En todo caso, los opositores no serían los propietarios de fincas, sino los propietarios de agua para la venta, es decir, buscadores ya situados.

Claro es, que el paso del partido que preconiza la libertad del trabajo en la busca de aguas al que defiende el *statu quo* se opera con gran facilidad. En cuanto un interesado en tener agua la consigue en una galería, trata de oponerse con todos los medios a su alcance a que hagan en las proximidades otra obra que pueda perjudicarle: es natural y humano.

Pero preciso es reconocer que en la contienda entablada en Canarias entre los elementos de esos dos bandos, llevaban la peor parte los dueños de antiguos aprovechamientos, y a

cortar los abusos que se cometían constantemente vino la Real orden de noviembre del 24. En muchas ocasiones, los mismos dueños o partícipes de aguas de galerías antiguas contribuían, *como mal menor*, a la perforación de las nuevas, cuando creían que podían perjudicarles. Por este procedimiento, muchos dueños de fincas conseguían mantener sus dotaciones recibiendo en calidad de accionista de una galería, el agua que le mermban en otra, sistema si se quiere un poco pueril, pero que demuestra la poca confianza que tenían los que procedían de tal manera en el amparo a sus derechos que habían de encontrar si reclamaban.

Y llegamos a la parte más lamentable de cuanto ha venido ocurriendo en Canarias en materia de aguas subterráneas. Al propietario a quien se le mermaba su caudal como consecuencia de una labor próxima, y al decir próxima no queremos expresar que estuviera a menos distancia de la que la ley señala, no le quedaba otro recurso que entablar un pleito para que le restituyesen su propiedad. Durante la tramitación de este pleito, el usurpador continuaba en el uso del agua distraída, y con el producto de su venta le era sumamente cómodo sostener el pleito; en cambio, el primitivo propietario se veía despojado de su riqueza y teniendo que buscar dinero en algunos casos para satisfacer los gastos del litigio. Y en último término, cuando cansado de litigar le proponían un arreglo *amistoso*, a base, claro es, de recuperar sólo una parte del agua sustraída, y aceptaba, quedaba como vencedor en la contienda el usurpador, que había usufructuado el agua que no era suya durante uno o varios años; había pleiteado sin gastar un céntimo, y se veía en último término dueño de un caudal de agua que por pequeño que fuera representaba una ganancia positiva, puesto que nada le pertenecía en estricta justicia.

Cualquiera que sea el partido que se tome entre las dos

tendencias que bullen en Canarias, defiéndose la propiedad establecida, defiéndose la libertad del trabajo, que indudablemente a la larga produce aumento de riqueza, porque veinte galerías abiertas en una zona acuífera, por mucho que se influyan producen por lo general más agua que diez que no cruzan sus efectos, hay que convenir en que los hechos que quedan relatados constituyen una inmoralidad, todo lo legal que se quiera, pero inmoralidad al fin.

Si no hemos de volver las espaldas a la justicia, al autorizar la libertad de trabajo para alumbrar aguas subterráneas en las Islas Canarias, es preciso disponer las cosas de modo que el propietario a quien se le merme su caudal por efecto de una obra nueva, obtenga su restitución inmediata; a ser posible, sin que tenga que molestarse en exigirla. No hay otro medio de salir al paso a los conflictos que la Real orden del 24 tuvo necesidad de cortar.

### VIII. — Aforos periódicos. Registros de las aguas subterráneas.

En los litigios planteados entre los propietarios de obras de alumbramiento antiguas y nuevas, el punto más difícil de dilucidar siempre era el relativo al caudal de agua sustraída. Son contados los casos en que la influencia de una galería sobre otra se produce de modo brusco y en forma que pueda apreciarse exactamente el perjuicio causado por la observación y la medida de los caudales en diez ni en quince días: si no se trata de obras muy próximas que cortan una sola corriente bien definida, siempre hay algo de embalse interior que mientras no se vacía hasta el nivel que determina el nuevo régimen de circulación interna, enmascara los resultados, que han de ser definitivos, durante un lapso de tiempo más o menos largo. A este

lapso de tiempo, que a veces dura varios meses y que puede prolongarse si se interpone la estación lluviosa, solían acogerse los causantes de la merma para demostrar que la obra que reclamaba no había experimentado variación en su caudal cuando surgió el agua en la nueva galería, sino mucho después; o, por el contrario, que ya hacía tiempo que aquel caudal iba descendiendo por causas ajenas a la obra nueva.

El propietario perjudicado, a su vez, tiene poca defensa, porque no cuenta por regla general con un estado de aforos bien hecho que le permita sentar ante los Tribunales de modo irrefutable cuáles son sus derechos, y si hay más de una obra que coadyuva a la merma, la situación es todavía más crítica. De muy distinto modo ocurrirían las cosas si el propietario perjudicado en sus intereses pudiera acreditar la cuantía del perjuicio. ¿Qué haría falta para ello? Ante todo un estado de aforos capaz de hacer fe, y los aforos que un particular puede realizar no ofrecen garantía de exactitud a un Tribunal, y además necesitan ser debidamente interpretados, cosa que tampoco es fácil a los administradores de la justicia, hoy por hoy, ni aun valiéndose de peritos.

La propiedad del agua subterránea no se ejerce sobre una cantidad constante. Los manantiales más permanentes en su caudal oscilan con los años secos y lluviosos, con los períodos de lluvia y con las sequías prolongadas. Rara vez dos aforos consecutivos de una fuente dan el mismo resultado, y tampoco suelen coincidir los hechos en los mismos días de años sucesivos; pero, en cambio, esas variaciones guardan relación con la lluvia media recogida en la cuenca, por lo que, inversamente (y mientras no se demuestre que hay que tomar en serio la fantasía de las aguas ascendentes, que hasta ahora carece de todo apoyo científico y experimental), las indicaciones del pluviómetro pueden servir para corregir e interpretar debidamente una tabla de aforos bien establecida con observaciones en va-

rias épocas del año y con sus datos correspondientes de lluvia en la cuenca.

Claro es que todas esas medidas y todas esas precauciones aplicadas a conocer con escrupulosa exactitud el caudal que produce una obra determinada de alumbramiento de aguas, se estimarán impropios del caso y hasta si se quiere ridículos por quienes no conozcan lo que vale el agua en Canarias; pero allí, donde el metro cúbico se paga para riegos al precio que aquí consideramos exagerado para los usos domésticos; donde parece un crimen dejar correr las aguas por sus cauces naturales y si alguna vez esto ocurre es objeto de acerbos críticos y de gran extrañeza, y donde se tienden por el campo *haces* de tuberías con densidad muy superior a la de la red telefónica de cualquier centro industrial, estaría justificadísima la actuación de Juntas encargadas exclusivamente de aforar todos los veneros por insignificantes que fueran, dos o tres veces por año, de instalar y vigilar las estaciones pluviométricas que se considerasen necesarias para relacionar los aforos con los datos de lluvia, y de llevar un registro de aguas subterráneas, cuyos datos podrían hacer fe en juicio, y que todos los litigantes acatarían como expresión fiel de la realidad.

#### **IX. — Cómo deberían otorgarse las nuevas concesiones.**

Si ese registro de aguas subterráneas de Canarias llegara a hacerse, y en él constaran los aforos de cada fuente y de cada obra de alumbramiento, practicados dos o tres veces al año, a ser posible en los mismos meses para cada una, y al mismo tiempo se anotaran también los datos pluviométricos pertinentes al caso, dentro de pocos años sería cosa facilísima definir el agua perteneciente en un momento dado a cada concesión

y juzgar con acierto de la influencia que una obra nueva ejercería sobre cualquiera de ellas.

Entonces podría otorgarse sin los inconvenientes de ahora amplia libertad para las labores de investigación de aguas subterráneas, libertad convenientísima por todos estilos, y que a toda costa debe restituírse como único medio de estimular el aumento de riqueza que supone el alumbramiento de aguas nuevas.

A la vista de ese registro le sería facilísimo a la Administración pública evitar los conflictos que la Real orden de noviembre del 24 trató de zanjar. Bastaría observar las siguientes reglas:

No se otorgaría nunca una concesión definitiva desde el primer momento, como se hace ahora, sino que se concedería sólo un permiso para hacer la obra proyectada con la promesa de otorgar al peticionario la concesión de las *aguas nuevas* que alumbrara con sus obras; al acabarse los trabajos se le otorgaría, en concesión provisional, el uso de la cantidad de agua alumbrada si ninguna obra de la misma zona había sufrido menoscabo en su caudal; pero en caso de haber acusado los aforos reglamentarios alguna disminución en alguna o en caso de reclamación de un propietario, por el mismo motivo, sólo se concedería la cantidad que en realidad se estimase nueva en el caudal alumbrado. Esta concesión provisional se rectificaría o ratificaría en los dos años siguientes, y al tercero se otorgaría ya la concesión definitiva.

Para que la restitución de los caudales sustraídos de un alumbramiento preexistente fuese fácilmente realizable por la Administración, cada peticionario de obra nueva, estaría obligado a depositar como fianza, al comenzar los trabajos, la cantidad que se juzgase necesaria para conducir las aguas desde la boca de su galería hasta la de aquella o aquellas que a juicio del Ingeniero informante pudieran ser afectadas, sin perjuicio de que si llegara el caso de tener que restituir, se hicieran las

obras necesarias con cargo al valor de las aguas alumbradas, si no era suficiente la fianza depositada, cosa fácil, toda vez que el Estado sería el único dueño de las aguas por espacio de tres años.

A esta cláusula podría objetarse, que en el caso de preverse el perjuicio de una galería a otra situada a nivel más alto, el depósito de fianza había de ser muy crecido, porque la restitución habría de hacerse elevando las aguas con medios mecánicos; pero precisamente en esos casos estaría justificada la imposición de una fuerte garantía si se temiera el menor peligro, por los perjuicios considerables que pudieran acarrear al privar de riego a una zona preparada de antiguo para ello y cultivada como tal. En todo caso, hay que convenir en que es muy peligroso autorizar un socavón a nivel inferior a otros existentes en zonas de rocas permeables, y a las solicitudes de obras en estas circunstancias deberían imponérseles condiciones especiales, en cierto modo restrictivas. Descontamos el caso de pequeñas fuentes fácilmente restituibles por el valor que representan y que deberían sacrificarse a obras importantes de las que se esperaba un buen rendimiento.

En la práctica habrían de predominar los casos en que se solicitara permiso para abrir galerías más altas que los aprovechamientos ya concedidos, y la razón es la siguiente: Los primeros colonizadores de las islas se afincaron en las proximidades de la costa, donde las condiciones de clima eran más favorables para los cultivos; las aguas para el riego las tomaban de manantiales que surgían al pie de las grandes alturas, generalmente a bastante distancia del mar. Al crecer la población fueron edificándose nuevos poblados más al interior, muchos de ellos en las proximidades de los manantiales, cuyas aguas, sin embargo, no podían utilizar por estar ya afectas a los terrenos de la costa. Con el aumento del valor de los regadíos todos los pueblos quieren, como es natural, sustituir con el riego sus cultivos de secano, e intentan obras de alum-

bramiento que los propietarios de la costa tratan de impedir temerosos de que se mermen sus manantiales; y este caso que se presenta, por ejemplo, en Valsequillo, con relación a la vega de Telde, es de los que más fácil solución encontrarían en el nuevo sistema de concesiones; allí podrían permitirse aun las obras más atrevidas, porque la restitución, en caso necesario, no presentaría la menor dificultad, aparte de que en muchos casos, como en ese que acabamos de citar, seguramente se alumbrarían aguas abundantes sin perjudicar los actuales aprovechamientos.

Con el sistema de concesión provisional se evitarían los dos grandes inconvenientes del sistema vigente. Primeramente, no habría lugar a la mala fe, puesto que nadie estaría dispuesto a gastar su dinero sabiendo que si alumbraba aguas pertenecientes a otra entidad, no sólo no obtendría nada, sino que perdía su tiempo, el capital empleado y la fianza depositada. En segundo lugar, no se daría nunca el caso inmoral de que el dueño de un caudal de aguas mermado o desviado totalmente tuviese que reclamar su propiedad ante los Tribunales y sostener un pleito mientras el usurpador disfrutaba el producto del despojo.

En los pozos la restitución es más fácil que en las galerías, y en la práctica de nuestro sistema bastaría con imponer al concesionario la condición de no elevar más caudal que el concedido después de los tres años de observación.

En cuanto a zonas de protección, consecuentes con nuestro modo de pensar, nada aconsejamos con carácter general, porque, a nuestro juicio, cualquier cifra que se fijara sería arbitraria: pequeña en unos casos y excesiva en otros. Únicamente los Ingenieros que intervinieran en la concesión podrían asignar a cada obra una zona dentro de la cual no se autorizarían más permisos de exploración. El reconocimiento geológico del terreno y las observaciones recogidas en los tres años de la



concesión provisional, dictarían en cada caso el criterio que habría de seguirse.

Acaso parezca atrevida la solución que proponemos por entrañar una modificación esencial de nuestra vigente ley de Aguas, pero ha de tenerse en cuenta que uno de los principios fundamentales de la misma, el que reconoce como propietario del agua del subsuelo al dueño de la superficie, está derogado de hecho en las zonas de explotación avanzada, pues rara vez puede un propietario hacer trabajos en su subsuelo en busca de agua sin perjudicar a otros alumbramientos próximos, que si se influyen por esos trabajos es porque aquellos alumbramientos más o menos directamente se estaban llevando el agua que le pertenecía al propietario en cuestión. Bien está reconocer como dueño de las aguas subterráneas al dueño de la superficie en tanto cuanto esa propiedad se haga efectiva solamente por pozos ordinarios, pero desde el momento en que se explotan mantos y corrientes profundas con obras de alguna importancia, las concesiones tienen por base un derecho más amplio que tácitamente se les reconoce al establecer que los trabajos que se hagan posteriormente tienen obligación de respetar los derechos adquiridos.

El derecho del dueño de la superficie sobre las aguas profundas es absurdo, y en la práctica no conduce las más de las veces sino a dificultar la realización de grandes proyectos, por lo que cuesta contar con el consentimiento de una serie de propietarios que por unas razones o por otras difícilmente se ponen de acuerdo.

Con visión, sin duda, más exacta de la realidad, no han faltado concesionarios, tanto en Canarias como en la Península, sobre todo en nuestras provincias de Levante, donde la práctica es de uso corriente, de solicitar concesiones de lignitos para poder trabajar libremente en el subsuelo y acogerse después a los preceptos de la ley de Minas, que concede al due-



ño de una explotación minera las aguas que encuentra en sus labores.

Nuestro Decreto-ley de bases para el régimen de la minería incluyó las aguas subterráneas entre las sustancias de la tercera sección, disposición que más tarde fué modificada, no sabemos por qué motivo. Si se quiso conservar a los propietarios de la superficie algún derecho sobre las aguas subterráneas, bien pudo hacerse limitándolo a la cantidad necesaria para la finca en que se alumbran, pero desde el momento en que el derecho se cede y se constituyen Sociedades para explotar las aguas como cualquier otro mineral, no hay razón para que el Estado no conserve su propiedad y pueda cederla a quien crea más conveniente. Después de todo, ninguna sustancia mineral tiene por su forma de yacimiento en muchas ocasiones, y siempre por su movilidad, menos relación con la propiedad superficial que el agua.

Una modificación de la ley en el sentido de considerar las aguas propiedad del Estado como las demás sustancias minerales, abriría el camino a la reforma en los métodos de concesión que proponemos en este informe, y las áreas de protección podrían señalarse entonces en cada caso sin temor a lesionar los derechos de propietarios próximos que con la ley vigente podrían sentirse perjudicados al negárseles el derecho de alumbrar aguas en sus terrenos.

En resumen: no consideramos que una modificación, fuera la que fuere, de la Real orden del 24, pueda resolver los inconvenientes con que ahora se tropieza en las concesiones de aguas subterráneas en Canarias y facilitar al mismo tiempo la tramitación de los expedientes.

Por otra parte, derogar dicha disposición en los momentos actuales sin tomar ninguna medida encaminada a cortar los abusos que allí se cometían antes de dictarla, lo creemos impropio; por tanto, no hay otro medio, a nuestro juicio, que

hacer las modificaciones que proponemos en la ley de Aguas y en la forma de hacer las concesiones, y mantener entretanto en todo su vigor la Real orden tantas veces citada.

Si nuestra propuesta se estimara pertinente, no debería retrasarse la creación de las Juntas de Aforo, toda vez que desde el momento que éstas empezasen a actuar podrían dar facilidades a los peticionarios actuales de alumbramientos de aguas para el comienzo o prosecución de sus trabajos, y tanto importa en Canarias que se salvaguarden los intereses de los propietarios o entidades que están hoy en posesión de algún caudal de agua, como urge que se acometan el mayor número de obras posible encaminadas a aumentar esa gran fuente de riqueza.

#### X. — Aguas superficiales. — Embalses.

Aun cuando en varias de las Islas Canarias, como Tenerife, Gran Canaria, La Palma y Gomera, la lluvia anual es relativamente abundante, por la especial constitución geológica y topográfica de las mismas, no se forman corrientes superficiales continuas; no existen ríos; la casi totalidad de las aguas pluviales se pierden en breve tiempo en el mar en regímenes torrenciales y de filtración, arrastrando de camino buena parte de tierra laborable, tanto que es habitual en épocas de lluvia ver en las desembocaduras de los barrancos el color terrizo que toman las aguas del mar por consecuencia de los arrastres, hasta centenares de metros mar adentro, y llegando a formar a veces una aureola completa alrededor de las islas.

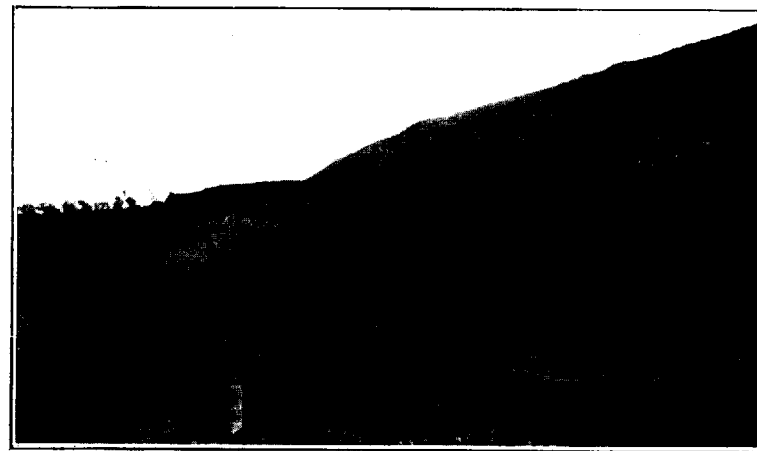
Las únicas aguas continuas en el verano proceden de manantiales nunca importantes, y están aprovechadas hasta la última gota, merced al esfuerzo de los agricultores insulares, que realizan, como ya dijimos, labores de verdaderos titanes para obtener pequeñas parcelas de regadío.

Siendo la única producción de las islas la agrícola, favorecida por un excepcional clima que permite cultivos muy variados, desde los tropicales en las zonas costeras y en las *medianerías*, hasta los propios de zonas templadas en las alturas. ¡Cuál sería su riqueza y bienestar de poder disponer de importantes extensiones de regadío!

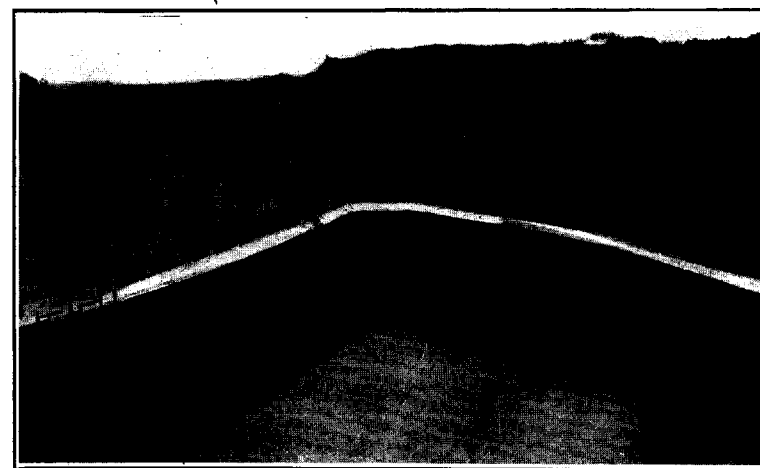
Ya hemos relatado anteriormente cómo construyen sus parcelas laborables, sus *macetas*, cómo llegan a formar terrenos laborables en lugares áridos, rocosos, en verdaderos paisajes lunares; cómo también, por iniciativa particular, se perforan audazmente galerías con inseguridad en los resultados, fracasando la mayoría de las veces, con perjuicio real o aparente de tercero en muchos casos, continuo semillero de litigios en las islas, para, en definitiva, en los casos de acierto, obtener pequeños caudales, salvo contadas excepciones.

En cambio, las aguas superficiales de invierno y gran parte de las subterráneas, se pierden estérilmente en el mar por falta de depósitos reguladores. Comprendiéndolo así los propietarios, ya desde hace algunos años vienen construyendo pequeños embalses, por esfuerzo particular o de las Heredades; pero estos embalses de presupuesto elevado, siempre resultan en las islas de un coste desproporcionado (desde el punto de vista peninsular) al volumen de agua que almacenan; y, sin embargo, su rendimiento económico es siempre considerable.

Para dar una idea de la magnitud de las cifras, citaremos algunos embalses salientes de las islas. En Tenerife, en el valle de La Orotava, se construye por los Sres. Ascanio un depósito cuya capacidad será sólo de 480.000 metros cúbicos (1.000.000 de pipas), y su importe pasará de 3.000.000 de pesetas. Bien es verdad que en éste, como en todos los embalses que se construyen en Canarias, precisa impermeabilizar en todo o en parte los vasos, que casi se puede decir son artificiales.

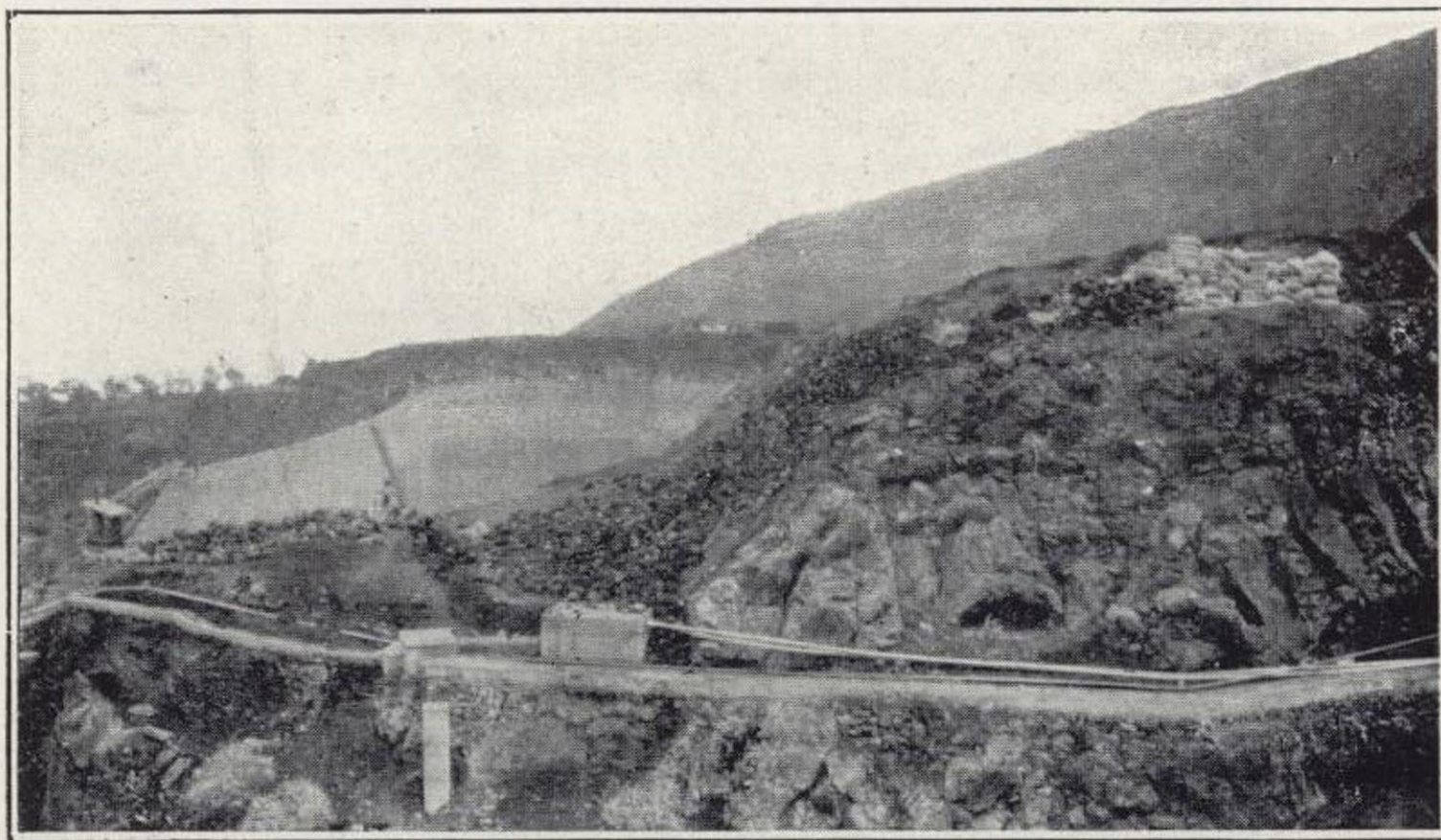


FOTOGRAFÍA NÚM. 11. — Valle de La Orotava. Presa de Ascanio.

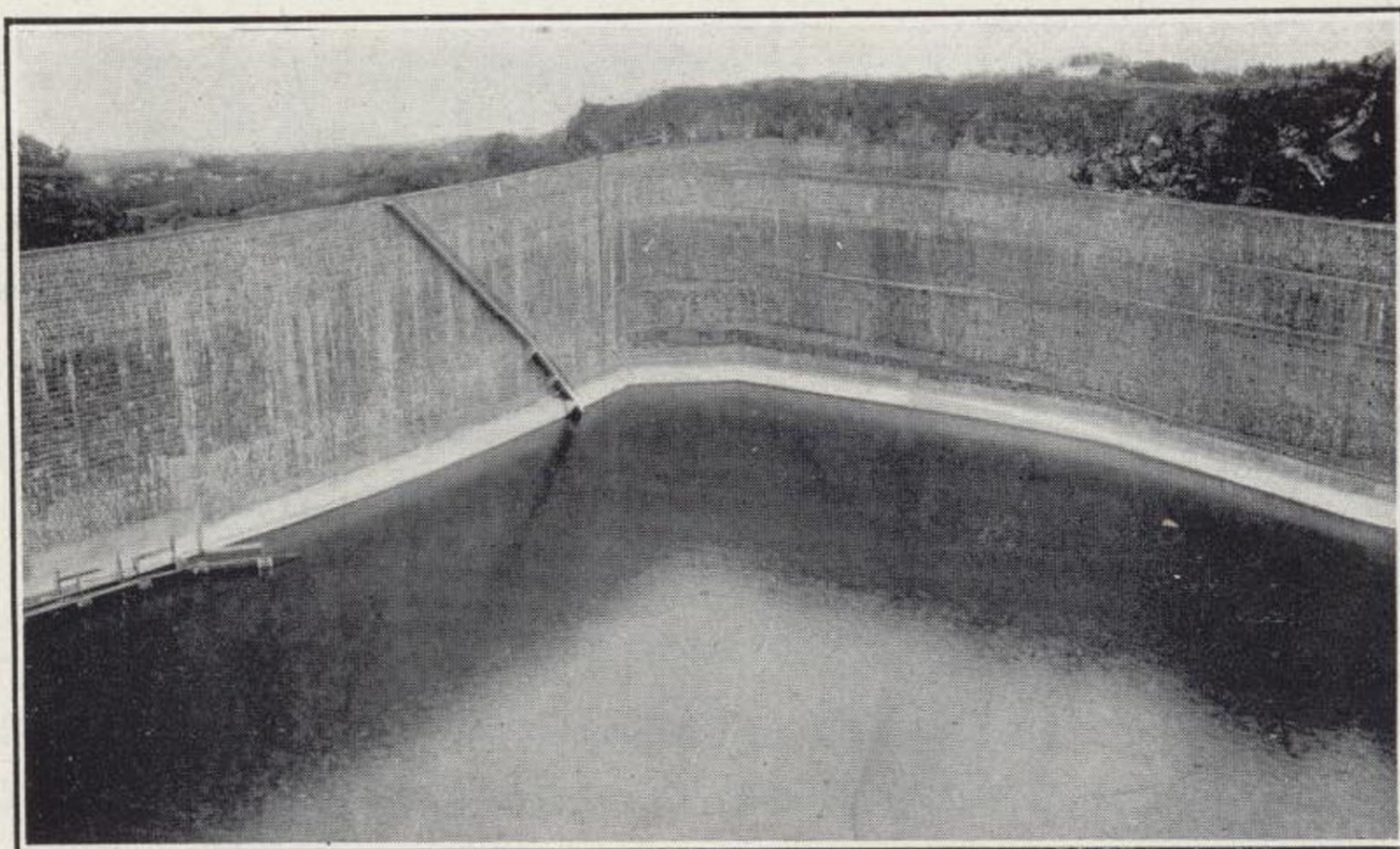


FOTOGRAFÍA NÚM. 12. — Interior del embalse de Ascanio.





FOTOGRAFÍA NÚM. 11. — Valle de La Orotava. Presa de Ascanio.



FOTOGRAFÍA NÚM. 12. -- Interior del embalse de Ascanio.



Además, en la mayoría de los casos, estos embalses no se alimentan sólo con las aguas de sus propias cuencas, sino también con las superficiales o de manantial de otras inmediatas. En la fotografía número 11 se observan la acequia y la cañería de hierro galvanizado que sirven para conducir las aguas de distintos barrancos, hasta caer en el depósito.

El embalse de Tahodio, destinado al abastecimiento de aguas potables de Santa Cruz de Tenerife, cubica 961.100 metros cúbicos (2.002.300 pipas), y el importe total de las obras ha alcanzado la cifra de 2.334.459 pesetas (sin incluir el del acueducto de conducción, que importó 446.186 pesetas), resultando, por consiguiente, el precio del metro cúbico de agua embalsada en 2,43 pesetas. Este precio, que en la Península parece enorme, es, sin embargo, reducido en las islas; así, se dice en la Memoria de los años 1924-1926, del Consejo de Administración de la Sociedad Civil, propietaria de dicho embalse: «Estos precios de la pipa de cabida es la más completa demostración del valor de nuestras acciones y de la bondad de nuestra obra; aquí donde los estanques cuestan hasta ocho pesetas la pipa y sin agua propia, Tahodio resulta a 1,39 pesetas por pipa (2,89 pesetas el metro cúbico) de cabida con acueductos, embalse y agua.»

En la Isla de Gran Canaria está más generalizada la construcción de embalses, aunque en su mayoría los construidos son de muy pequeña capacidad, con presas de tierra de planta rectangular o circular, como la «charca» que reproducimos en la fotografía número 13. Algunos embalses de importancia relativa están terminados ya desde hace algunos años, como el de la Comunidad de Arucas (Comunidad de organización, modelo de la que muchas Asociaciones similares de la Península podían copiar no poco), que con una altura de presa de 28 metros y próximamente 100 metros de longitud de coronación, embalsa unos 800.000 metros cúbicos, con un coste total

de 600.000 pesetas. La fotografía número 14 es una vista de la ladera izquierda de este embalse, en la que se aprecian los revestimientos de hormigón de cemento que ha precisado tender sobre las agrietadas capas de basalto, para conseguir la impermeabilidad del vaso.

Para dar una idea del resultado económico de los embalses, citaremos el siguiente caso: Una Comunidad de Gran Canaria proyecta construir un embalse; al tratar del asunto en Junta general y discutir sobre la importancia que pueda alcanzar la impermeabilización del vaso, un grupo de señores sindicados sugiere la idea de construir previamente una pequeña presa de tierra para juzgar *de visu* la importancia que puedan alcanzar las filtraciones. Aceptada la idea se procede a la construcción de la presa de tierra, invirtiéndose 7.000 pesetas en su ejecución; pues bien: la venta en la primera campaña de verano de las aguas almacenadas, ascendió a más de 9.000 pesetas. La elocuencia de las cifras excusa todo comentario.

Muchos más ejemplos podríamos citar, pero siendo todas las cifras de análogo orden de magnitud, no conduciría más que a alargar innecesariamente este informe.

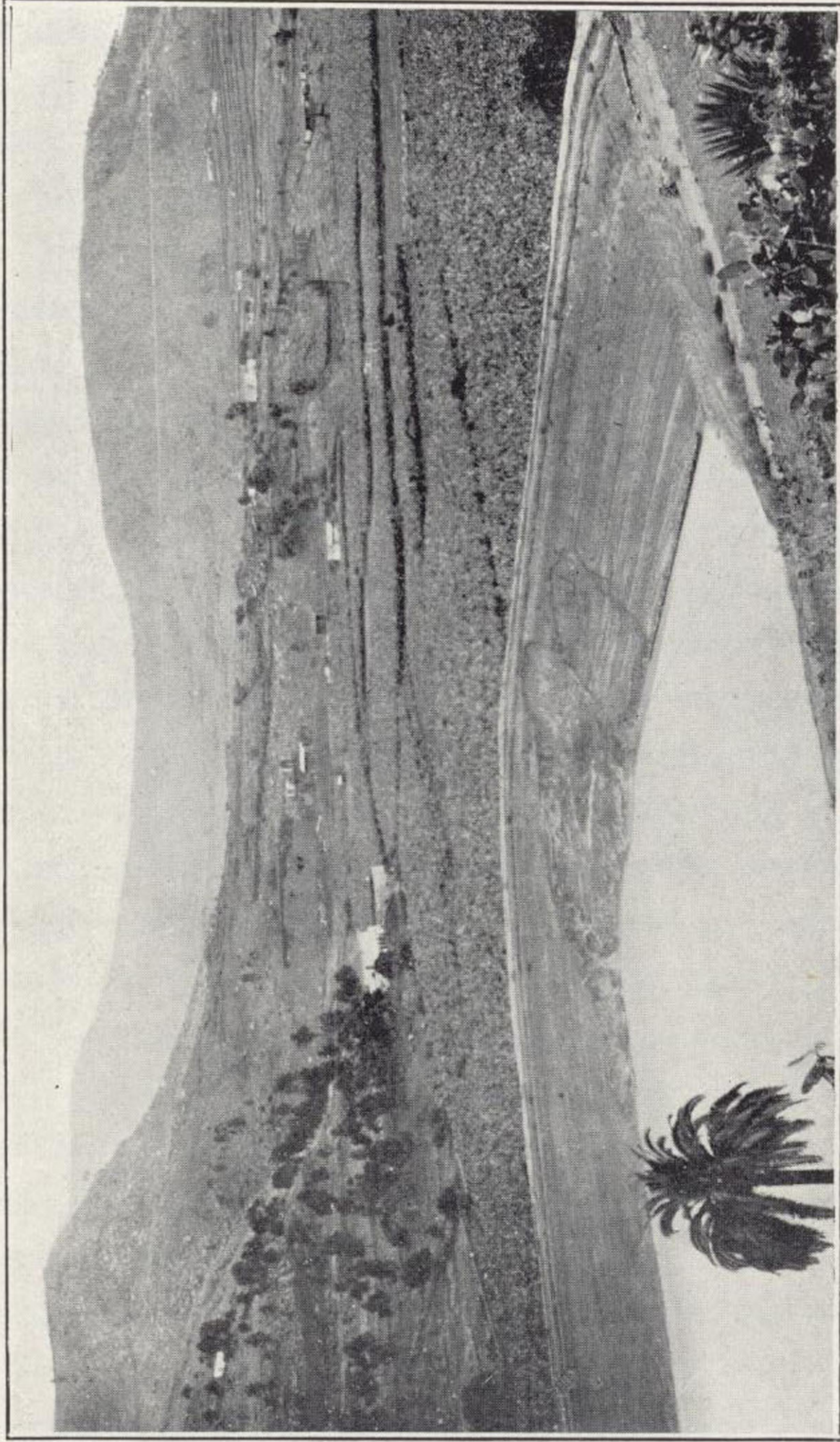
Anhelos justos y más intensamente sentidos cada día es la construcción de embalses en las Islas Canarias; pero la situación económica de la agricultura isleña impide que con elementos propios se emprenda, en el mayor número de los casos, la ejecución de tan costosas obras. Conocedores de su problema, aquellos agricultores han expuesto sus anhelos repetidas veces a los Gobiernos de la Nación; así se dirigió el Consejo Provincial de Agricultura y Ganadería al II Congreso Nacional de Riegos celebrado en abril de 1918 en Sevilla. Más tarde, en mayo del mismo año y por medio de sus representantes en Cortes, se presentó un proyecto de ley destinado a facilitar la ejecución de obras hidráulicas en Canarias. Muy



FOTOGRAFÍA NÚM. 13. -- Embalse con presa de tierra en Arucas (Gran Canaria).







FOTOGRAFÍA NÚM. 13. -- Embalse con presa de tierra en Arucas (Gran Canaria).





recientemente, en 1.º de agosto de 1927, en la instancia elevada por los Heredamientos de Agua de Gran Canaria al Excmo. Sr. Ministro de Gracia y Justicia, insistían sobre asunto de tan capital interés para las islas, proponiendo incluso los artículos que se podían adicionar a las leyes de Canales y Pantanos, Aguas y ley de 7 de julio de 1911, para hacer aplicable a las islas la legislación vigente.

La posibilidad de construir embalses es, pues, cosa demostrada en las islas, siempre dentro de la magnitud que hemos apuntado, y sancionada por la experiencia con los construídos por particulares o Comunidades de Regantes, que de ellos obtienen pingües beneficios. Pero el problema es por sus proporciones esencialmente distinto al de la Península; no precisa contar *a priori* con importantes extensiones dominadas de terrenos laborables; si éstos no existen, se *fabrican*; si el cauce del barranco es permeable, se impermeabiliza. No se atiende al costo de las obras más que en cuanto lo limitan los propios recursos del constructor, porque el negocio del regadío es siempre bueno y soporta cualquier gasto de instalación. No creemos que se sienta en ninguna otra región como en aquélla la necesidad de agua, así como tampoco creemos que agricultores algunos sean tan acreedores a recibir la ayuda del Estado como los de aquellas islas, que constantemente en lucha con la complicada estructura geológica y accidentada topografía isleña, no dudan para establecer nuevas zonas de cultivo, invertir en esa clase de obras gran parte de las utilidades que en sus otras parcelas obtienen.

Sólo les falta capacidad económica, y ésta podría lograrse tomando el Estado a su cargo, en forma análoga a como lo hace en la Península, la construcción de las obras hidráulicas desde que las zonas dominadas alcanzaran una extensión de 20 hectáreas (¡latifundios canarios!) y los volúmenes del embalse o embalses de la misma cuenca llegasen a 100.000 me-



tros cúbicos de cabida. Pero aquellos propietarios estarían dispuestos a reintegrar al Estado hasta el total importe de las obras con sus correspondientes intereses de no convenir al Estado subvencionar con el 50 por 100, como en la Península, el gran número de obras que seguramente habría de construir y todas de coste elevado. Fácilmente se deduce de todo lo que llevamos expuesto, que no es posible formular un plan general de embalses en las Islas Canarias, y menos en el poco tiempo de que se dispone en comisiones de esta índole, teniendo que visitar tantos y tan apartados lugares, con escasez de medios de comunicación y sin datos pluviométricos ni de aforos. Exagerando algo, se podría decir que en todos los barrancos de Canarias, a poco que ensanche el vaso, es factible construir un embalse con seguridad en el rendimiento económico, y anticipar, como regla general, que son buenos emplazamientos los barrancos que surcan masas fonolíticas compactas y que los cauces abiertos en basaltos casi siempre exigen trabajos de impermeabilización.

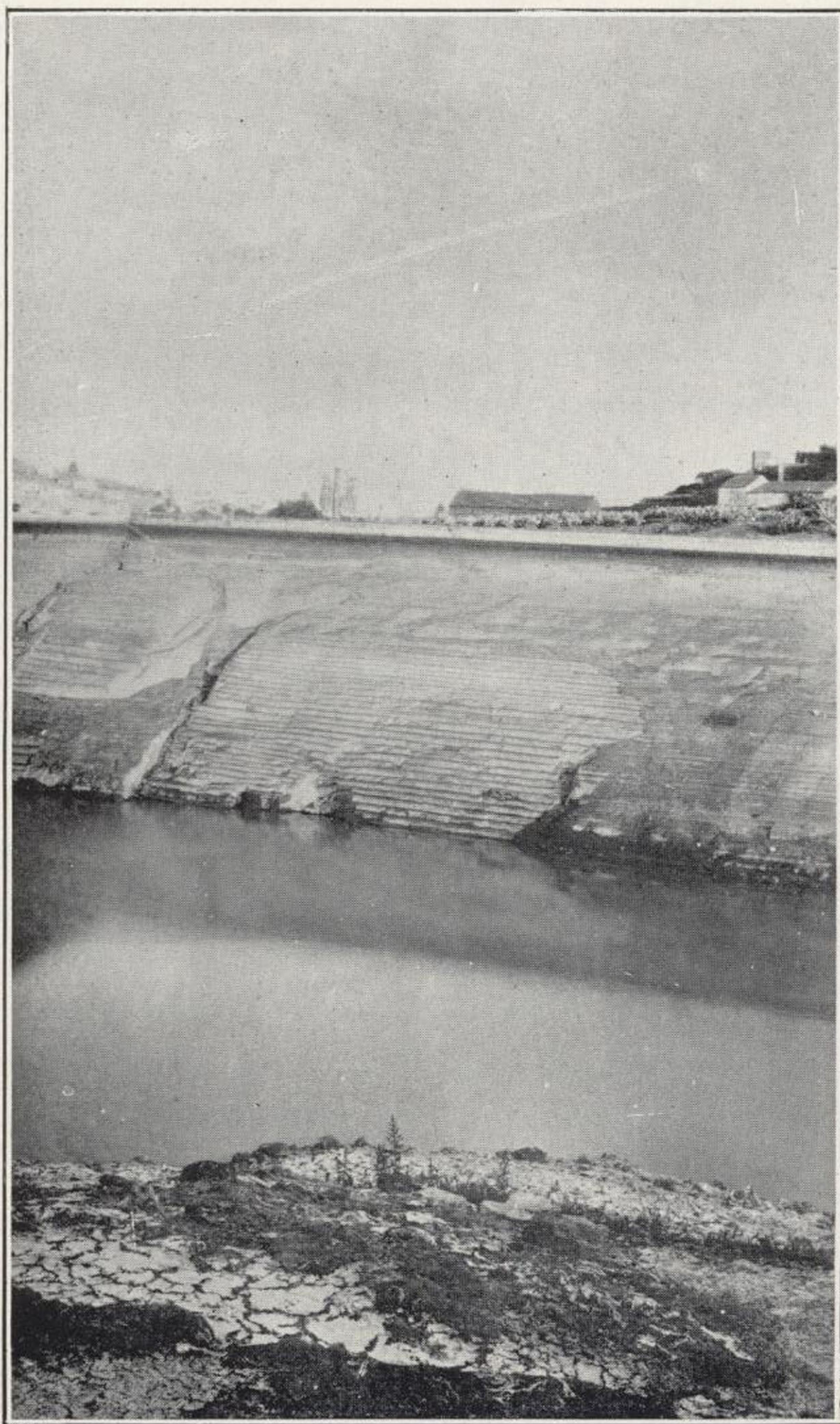
Las Juntas de Aforos y Registro de aguas subterráneas, cuya creación proponemos, podrían estudiar al mismo tiempo el plan general de estas obras, las peticiones de construcción, e inspeccionar o incluso proyectar y dirigir las obras. De no parecer esta solución conveniente a la Administración por exigir demasiado personal, a nuestro juicio, podría encargarse de estudiar el plan general de estas obras las Secciones técnicas de los Cabildos insulares, que formularían los proyectos y procederían a la construcción de las obras después de informados por la Jefatura de Obras Públicas y aprobados por el Gobierno. En este caso el Estado podría otorgar una subvención anual a los Cabildos con destino a estas obras, que importara el 50 por 100 del plan económico anual formulado con la debida antelación, obligándose los Cabildos a contribuir con el 50 por 100 restante.



FOTOGRAFÍA NÚM. 14. — Margen derecha del embalse de Arucas.







FOTOGRAFÍA NÚM. 14. — Margen derecha del embalse de Arucas.





## CONCLUSIONES

---

Pasamos a recopilar esta primera parte de nuestro informe resumiendo brevemente las ideas expuestas en cada apartado y consignando las conclusiones a que nos conduce nuestro estudio.

**I. Objeto del informe.**—El objeto de esta primera parte, que podríamos llamar de carácter general, de nuestro trabajo, es dictaminar acerca de la procedencia de derogar o modificar la Real orden dictada por el Ministerio de Fomento en 27 de noviembre de 1924, en virtud de la cual no se pueden acometer obras de alumbramiento de agua en las islas del Archipiélago canario sin que previamente emitan informe la Jefatura de Obras Públicas, la de Minas y el Instituto Geológico, según los casos, y se asegure por los Centros informantes que las obras que se proyectan no han de ocasionar perjuicios a aprovechamientos preexistentes, y que caso de que esos informes no sean favorables, el concesionario que quiera realizar una obra nueva tendrá que depositar una fianza igual al valor de las aguas que corran peligro de mermarse. Condiciones análogas establece dicha Real orden para los trabajos que pretendan realizarse en concesiones mineras.

Por dificultades que crea esa disposición para la marcha de los expedientes de concesión de aguas subterráneas, desea la Superioridad una propuesta de modificación de la Real orden indicada, que al mismo tiempo que llene ese objeto, no desvirtúe su espíritu de proteger debidamente, contra abusos de tercero, la propiedad de aguas ya concedidas.



**II. Causas que motivan los conflictos entre los particulares o entidades que aprovechan las aguas subterráneas.** — La causa principal de los conflictos radica en el valor elevadísimo que tienen las aguas en Canarias. El metro cúbico, para los riegos de las plataneras, es frecuente pagarlo a 30 y 40 céntimos, y en casos excepcionales a dos y a tres pesetas; estos precios permiten hacer obras de alumbramiento de un coste y de una magnitud tan desusada, que nuestra ley de Aguas no pudo prever, y ésta resulta, por tanto, inadecuada e insuficiente en Canarias para resolver los conflictos que esas obras plantean. Allí, en efecto, son frecuentes los pozos de 100 metros de profundidad, y las galerías de un kilómetro de longitud para alumbrar aguas, y al lado de esta clase de obras, la distancia protectora de 100 metros que señala la ley, no tiene la menor eficacia para evitar que interfieran unas con otras.

Hay, además, un motivo de agravación de los conflictos que crean las labores de alumbramiento cuando merman caudales ya aprovechados, y es el enorme perjuicio que se causa al dueño de la finca de regadío que utilizaba el agua desviada con la nueva obra, ya que la preparación del terreno para implantar el cultivo de plataneras cuesta hoy, por término medio, 35.000 pesetas por hectárea, y todo el gasto hecho para esta preparación es dinero perdido si no se cuenta con el agua necesaria para el riego.

Aun en los casos en que la merma la experimente una Sociedad o un particular que vende el agua a los regantes, es también muy de tener en cuenta el perjuicio que se irroga al concesionario, pues el valor de un caudal determinado de agua se calcula en Canarias a razón de 100.000 pesetas el litro por segundo, y la merma de dos o tres litros supone ya una pérdida de gran consideración.

**III. Imposibilidad de que exista independencia entre**

los distintos veneros que se explotan en un área limitada. A pesar de la heterogénea composición geológica de las Islas Canarias, cada una de las cuales se compone de coladas y de aparejos volcánicos de épocas distintas, soldados entre sí por erupciones sucesivas, para los efectos del almacenamiento y circulación de las aguas, pueden considerarse agrupadas las formaciones eruptivas de las islas alrededor de dos tipos bien definidos: uno, integrado por grandes masas de arena y menudas escorias volcánicas (lapillis) más o menos consolidadas por las aguas de infiltración que las han transformado a veces en tobas, y cruzadas otras veces por diques de rocas fonolíticas procedentes de erupciones posteriores; y otro, formado por coladas antiguas compuestas de capas alternantes de basalto compacto y materias escoriformes, muy porosas y llenas de oquedades y cavernas. En los materiales del primer tipo, las aguas se almacenan impregnando los intersticios de los lapillis y tobas, y en su camino hacia los desagües naturales se encuentran entorpecidas a veces por los diques de rocas impermeables, que determinan una serie de saltos escalonados en la superficie del nivel hidrostático. Se trata de rocas de masa permeable, en donde las obras de alumbramiento producen un efecto de drenaje en cierto modo regular, y que se extiende a distancias que guardan relación con la altura del nivel hidrostático sobre el plano de la galería o el fondo del pozo. En las capas escoriformes que se intercalan en las coladas basálticas, las aguas circulan como corrientes bien definidas, sin producirse grandes acumulaciones de líquido, y las obras que se hacen a través de ellas afectan al régimen de circulación interna a distancias a veces enormes, 2.000 y 3.000 metros, aunque sólo en el sentido de la trayectoria de la corriente.

En el primer grupo de rocas son las galerías bajas las que perjudican a las altas; en las del segundo ocurre lo contrario, pero tanto en unas como en otras, la acción avenadora de las

obras se extiende a distancia considerable, y no es posible evitar que crucen sus efectos las que radican en una zona limitada.

Por tal motivo, los Ingenieros que informan los expedientes de concesión de aguas subterráneas, debiendo atenerse a lo dispuesto en la Real orden de 27 de noviembre de 1924, sólo en contadísimos casos pueden afirmar de manera rotunda que las obras que se proyectan no han de influir en las restantes de la misma zona, cuando se trata de lo que pudiéramos llamar labores de exploración en regiones inexplotadas. Esa falta de seguridad en la apreciación del efecto que una obra puede ejercer en las demás de la misma comarca, se traduce necesariamente en los informes, y con sobradísima razón, y el resultado final es que han de admitirse las reclamaciones de los que consideran que podrían sufrir perjuicios en sus intereses, y que se paraliza la tramitación de los expedientes. No se da el caso de que obras en proyecto o en ejecución, objeto de protestas por alguna concesión anterior, se hayan comenzado o continuado. Es decir, se ha dado uno, el de la concesión otorgada bajo la galería de la Comunidad de Satautejo y la Higuera, el único que jamás debió tolerarse por el atropello inaudito que suponía. Hagamos constar, sin embargo, que los informes de cuantos Ingenieros dictaminaron en ese expediente fueron opuestos a semejante despojo.

**IV. Influencia de unos trabajos en otros o en fuentes preexistentes.** — Las reclamaciones de los dueños de concesiones de aguas subterráneas que dieron por resultado que se dictara la Real orden de noviembre del 24, no estaban desprovistas de fundamento. Pueden citarse innumerables casos de fuentes y galerías mermados en su caudal por trabajos hechos posteriormente: los más conocidos e importantes, por tratar de una zona muy explotada desde el punto de vista de las aguas subterráneas, son los de los Realejos, en donde ha

habido galerías que han influido a otras abiertas a 2.000 metros de distancia. Debe citarse también como caso típico de influencia de unas obras en el régimen de circulación subterránea de las aguas, el de Icod, cuyo manantial, propiedad del pueblo, desapareció al hacerse una galería a 1.500 metros de distancia, y volvió a surgir, sin pérdida apreciable, cuando dos años más tarde se taponó aquella galería.

**V. Imposibilidad de garantizar los aprovechamientos existentes señalándoles un área de protección determinada y fija.** — El radio de protección de 100 metros que señala nuestra ley de Aguas para las obras de alumbramiento de aguas subterráneas, es a todas luces insuficiente en Canarias, donde se hacen pozos de 150 metros de profundidad y galerías de 2.000 metros de longitud; pero aun cuando ese radio legal fuera mucho mayor, tampoco garantizaría siempre el rendimiento de una obra determinada, a menos que se llegara, claro es, en la fijación de ese límite, a cifras de un orden muy superior, que en la mayoría de los casos resultaría excesivo y en perjuicio de una ordenada explotación de las aguas de circulación interna. En terrenos de masa permeable, algo se podría conseguir en tal sentido ensanchando los límites del radio legal, pero en aquellos donde el agua circula en forma de corrientes más o menos definidas, nunca sería posible fijar *a priori* un límite protector. Y como en Canarias unos terrenos y otros se adosan y se entremezclan en las circunstancias más diversas, no es posible determinar de modo general si en una comarca dada se debe respetar tal o cual distancia alrededor de una concesión.

**VI. ¿Hay posibilidad de alumbrar más aguas subterráneas en Canarias y de aumentar de ese modo la riqueza agrícola del país?** — Debido a la complicada estructura geológica de las Islas Canarias es difícil por ligeros reconocimientos geológicos de la superficie predecir qué zonas son

aptas y cuáles no para que en ellas se almacenen las aguas subterráneas en condiciones de fácil alumbramiento; por ello sería pretencioso suponer que la labor del hombre ha llegado a poner de manifiesto todos los veneros utilizables. En regiones tan explotadas de antiguo, desde este punto de vista, como el valle de La Orotava, se han descubierto recientemente caudales de importancia totalmente nuevos, como los de las galerías de Barbuzano y Salto del Helecho, y hasta en la desértica Isla de Fuerteventura se ha aumentado considerablemente en los últimos años los cultivos de regadío, alfalfa y tomates principalmente, gracias a una serie de pozos abiertos con bastante buen éxito. No dudamos, pues, en asegurar que aun queda mucho por hacer en Canarias en materia de aprovechamiento de aguas subterráneas, y que, por tanto, el Gobierno debería preocuparse de modificar la forma de otorgar las concesiones de manera que, respetando todos los derechos adquiridos, se dieran facilidades para nuevos alumbramientos.

**VII. Único medio de que nuevas explotaciones de aguas subterráneas en Canarias no sean semillero de pleitos.** — Por regla general, cuando en una comarca donde no se había alumbrado nunca aguas subterráneas se hace alguna labor con éxito, pronto se ve su dueño rodeado de nuevas galerías y de nuevas concesiones y los conflictos no tardan en presentarse. En estos conflictos actúan por una parte los que defienden la libertad absoluta de trabajo, y por otra los que en posesión ya de algún caudal de agua temen que se lo arrebaten, y todo el que va encontrando agua, en mayor o en menor cantidad, abandona un partido para pasarse al otro.

En estas luchas suelen llevar la peor parte los dueños de aguas alumbradas, que si se ven despojados de ellas no tienen otro medio de recuperar la riqueza perdida que entablar un pleito en el que han de gastar fuertes sumas, mientras que el usurpador dispone tranquilamente del agua sustraída y del im-

porte de su venta. Estos conflictos acaban generalmente por transacciones en que el primitivo dueño del agua cede una parte de su propiedad al que se la usurpó, y este último es el que, por tanto, vence siempre en la contienda. Como esto constituye una inmoralidad, urge disponer las cosas de modo que la Administración pueda obligar a la restitución de las aguas desviadas de su curso, sin que su primitivo dueño tenga que litigar para obtener esa restitución. Sin ello no hay medio de evitar los abusos que fué preciso cortar de raíz con la Real orden de noviembre de 1924.

**VIII. Aforos periódicos. — Registro de las aguas subterráneas.** — En los litigios planteados en Canarias en materia de aguas subterráneas es siempre el punto más difícil de dilucidar el relativo al caudal de agua distraído. Pocas veces la influencia de una obra sobre otra se produce de modo brusco, y de ahí que siempre sea discutible si la merma obedece a una causa natural o no. Los aforos con que un propietario puede contar de su caudal de aguas no ofrecen las debidas garantías para hacer fe en juicio, entre otras causas, porque los aforos aislados y sin relacionarlos con los datos de lluvia en la cuenca no tienen gran valor. Por estos motivos estimamos, como primer paso para evitar los conflictos de aguas en Canarias, la creación de Juntas de Aforo que, al mismo tiempo que se ocupen de aforar periódicamente las aguas de las fuentes y de las obras de alumbramiento, instalen y vigilen las estaciones pluviométricas necesarias para, con los datos que suministren, interpretar debidamente los aforos. Resultado del trabajo de esas Juntas serían los «Registros de aguas subterráneas», cuyos antecedentes servirían de base a la Administración para zanjar cualquier conflicto que surgiera si, además, las concesiones se hacían en la forma que a continuación exponemos.

**IX. Cómo deberían otorgarse las concesiones de aguas subterráneas.** — Todos los conflictos de aguas subte-



rráneas que se suscitan en Canarias reconocen por causa principal el sistema de concesión vigente, que otorga, desde luego, al concesionario las aguas que alumbraba en sus obras. El mejor medio de evitarlos sería no hacer nunca una concesión definitiva desde el primer momento, sino conceder únicamente, y previos los informes necesarios, autorización para realizar las obras del proyecto que se apruebe, con la promesa de otorgar al peticionario las *aguas nuevas* que alumbrare. Al año de terminarse los trabajos, se le otorgaría, en concesión provisional, la cantidad de agua que se estimase realmente nueva, obligándole a la restitución de la restante, restitución que se haría por la Administración en caso de resistirse el dueño de la nueva obra, con cargo a él y a la fianza que depositaría al otorgarsele el permiso de exploración. Si la fianza no bastaba, el valor del agua alumbrada respondería de la ejecución de las obras necesarias para restituir los caudales distraídos. La cuantía de las fianzas se determinaría en cada caso con arreglo a las normas que expusimos en lugar oportuno.

A los tres años de haberse terminado las obras se haría la concesión definitiva, si a ello había lugar, y, entretanto, el Estado, único dueño de las aguas alumbradas, dispondría libremente de ellas para restituir o indemnizar a tercero, en cualquier momento que lo estimase conveniente, de posibles perjuicios.

De esa manera se evitaría la mala fe de los buscadores de aguas y las protestas que fueran infundadas de los propietarios, y, lo que es más importante, si cabe: se podría tolerar una libertad amplia para toda clase de labores de exploración de aguas subterráneas, y se pondrían seguramente de manifiesto nuevos veneros que serían fuente incalculable de riqueza para la agricultura canaria.

X. Aguas superficiales. — Embalses. — A) Procede que el Estado conceda su auxilio a las obras hidráulicas de

embalses o depósitos, con destino a riegos, que se construyan en las Islas Canarias.

B) Este auxilio se podría conceder desde que la superficie, posiblemente dominada, llegara a 20 hectáreas, o bien desde que el embalse o embalses escalonados en el mismo barranco pudiera almacenar 100.000 metros cúbicos de agua.

C) Las Comunidades de regantes o propietarios particulares que deseen construir obras de esta índole con subvención del Estado, al dirigir sus solicitudes al Gobierno, harán constar las cantidades alzadas o tantos por ciento del presupuesto con que contribuirán a la ejecución de las obras. El concurso que ofrezcan será factor principal para determinar el orden de prelación en las obras a construir.

D) Las Comunidades o particulares que soliciten las obras estarán dispuestas a constituir garantías hipotecarias a favor del Estado, representadas por el valor de las aguas, obras construídas y terrenos regables, para responder del perfecto cumplimiento del compromiso.

También podría el Estado encomendar la construcción de las obras hidráulicas a los Cabildos insulares, otorgándoles una subvención anual con arreglo al plan que formularsen, y sobre el cual habría de recaer previamente la superior aprobación.

*Madrid, febrero de 1928.*

JUAN GAVALA.

ENRIQUE GODED.

## INFORMES RELATIVOS A DETERMINADOS EXPEDIENTES

---

En el anejo número 3 incluimos el índice de los diversos expedientes que nos fueron entregados por las Direcciones Generales de Obras Públicas y Minas, sobre los cuales debíamos informar en cumplimiento del apartado c) del punto primero de la Real orden de nombramiento de la Comisión.

En las páginas que siguen consignamos nuestro juicio acerca de esos distintos casos particulares. Sobre algunos de los pertenecientes a la Dirección General de Minas, no nos ha sido posible informar, bien por no haber podido visitar el terreno, como ocurre con los de la Isla de la Gomera, adonde no nos fué posible trasladarnos, bien por no disponer de tiempo suficiente para estudios de carácter general. En el cuerpo de nuestro informe hemos, sin embargo, expuesto nuestra opinión sobre varias de las cuestiones que en esos expedientes se suscitan y sobre el modo de resolverlas. En otros casos nuestro informe huelga, porque los expedientes se han resuelto con anterioridad a nuestra visita a Canarias; así ha ocurrido con las peticiones del Cabildo de Fuerteventura, de que se hicieran por el Estado obras de alumbramiento, pues en casi todos los parajes en que se solicitaba tal ayuda se han hecho ya obras importantes por iniciativa particular, que han puesto de manifiesto lo que hubieran podido descubrir las exploraciones oficiales.

Y antes de pasar a examinar uno por uno los expedientes,

creemos necesario encomendar especialmente a la consideración de la Superioridad cuanto exponemos acerca de los casos de Satautejo y la Higuera, Queiebramonte y San Andrés y los Sauces, casos típicos de los conflictos que se originan en Canarias con los aprovechamientos de aguas, y en los que se condensan todos los vicios del sistema actual de concesiones que hemos combatido en nuestro informe general, unidos a las argucias de que se valen los concesionarios para eludir los preceptos legales y las condiciones de la concesión.

#### **Expedientes de la Dirección General de Obras Públicas**

*Número 1. — La Comunidad de Regantes de Satautejo y la Higuera, pide la suspensión de obras de alumbramiento que realiza D. J. M. Elizaga.*

La Comunidad de Regantes de Satautejo y la Higuera, dueña desde tiempo inmemorial de las aguas subterráneas que afloraban en distintos puntos del barranco de Santa Brígida o de la Higuera, solicitó y obtuvo la autorización necesaria para perforar una galería a lo largo del barranco, y mejorar notablemente de este modo el alumbramiento de las aguas que antes utilizaba. Esta galería iba en la mayor parte de su trazado a través del subsuelo de fincas propiedad de la heredad o de terratenientes que habían cedido a ésta sus derechos sobre el agua subterránea. En dos sitios cruzaba la concesión bajo el barranco de la Higuera. Por descuido o intencionadamente (no hace al caso dilucidar este detalle), una de las alineaciones de la galería concedida fué prolongada 25 metros más de lo señalado en los planos de la concesión, y se cruzó así, una vez más, bajo el barranco, esta vez sin autorización para ello.

Con la perforación de esos 25 metros de galería bajo los terrenos de dominio público del cauce del barranco, coincidió

la disminución de caudal de unas pequeñas fuentes que nacían aguas arriba en el mismo barranco; sus dueños reclamaron, se averiguó que la Heredad de Satautejo había hecho esos 25 metros de galería fuera de la traza aprobada y se le condenó a su taponamiento, lo que la Sociedad realizó, continuando su galería a la izquierda de ese tramo abusivo y ajustándose a las alineaciones aprobadas. Al hacer ese taponamiento quedó aislado el tramo de galería en cuestión lleno de agua, porque precisamente se había atravesado con él una zona bastante filtrante; en una palabra, había allí aguas subterráneas almacenadas y susceptibles de alumbramiento.

Nadie estaba en mejores condiciones para hacer ese alumbramiento que la propia Heredad de Satautejo, a quien le bastaba para conseguirlo deshacer el tapón hecho, y solicitó en 21 de enero de 1921 la concesión de esas aguas en la forma reglamentaria; pero la tramitación del expediente se suspendió, cosa muy lógica, mientras se solucionaba el incoado con motivo de la reclamación presentada por los propietarios de las pequeñas fuentes a que antes hicimos referencia. En realidad, si la merma de esas fuentes obedecía a la apertura del tramo de galería en cuestión, no procedía acceder a su concesión sin que se comprobara si el perjuicio era real o ficticio, y sin que la Heredad llegara a un acuerdo con los dueños de esas fuentes.

Pero he aquí que en el año 1923 D. José M. Elizaga solicita un aprovechamiento de *aguas públicas continuas* en el mismo barranco de la Higuera, con obras consistentes en un pozo de 70 metros de profundidad, situado en un punto del cauce del barranco que se proyecta justamente sobre el extremo del tramo abusivo de la galería de Satautejo (pozo que, por su profundidad, y dada la topografía del terreno, va a tener su fondo 10 ó 12 metros más bajo que la solera de la galería), y en una galería de 620 metros de longitud aproxi-



mada y pendiente del 2 por 100 para sacar de pie las aguas del pozo. En la solicitud de concesión se dice que se colocará en esa galería una tubería de hormigón armado de 30 centímetros de diámetro para conducir las aguas al exterior hasta una arqueta donde se hará su distribución con arreglo a los usos a que se destine. Y sin tener en cuenta que las dos peticiones, la de la Heredad de Satautejo y la del Sr. Elizaga, van dirigidas al aprovechamiento de las mismas aguas subterráneas, y que aquélla tiene la prioridad, sólo por el hecho de llamar *aguas públicas continuas* a las aguas en cuestión, en la instancia del segundo solicitante, se le otorga a éste la concesión como si se tratara de cosa totalmente distinta de lo que pedía la Heredad de Satautejo.

Más adelante expondremos la imposibilidad de que esa concesión pueda subsistir al lado de la antigua de Satautejo y la Higuera, dadas las características geológicas del terreno; pero aparte de ello, la petición de concesión del Sr. Elizaga debió desatenderse desde un principio por varias razones:

*Primera.* — Porque en el barranco de la Higuera, ni a 70 metros de profundidad, ni a profundidades mucho menores, hay *aguas públicas continuas*. No hay más que dos categorías de aguas públicas continuas: superficiales y subálveas. Superficiales son las que corren por los cauces de los ríos sobre el lecho; subálveas, las que circulan por las capas de acarreo que rellenan el primitivo cauce, esto es, por entre los aluviones que descansan sobre la roca natural del terreno en el cual el río o el arroyo de que se trate excavó su álveo. En el barranco de la Higuera no hay aguas públicas superficiales porque es arroyo de régimen intermitente; sólo lleva agua en los períodos de lluvia; cuando estuvimos inspeccionando el terreno con motivo de este informe su cauce estaba totalmente seco. Tampoco hay, *ni puede haber* aguas subálveas, porque el tal barranco *no tiene capa de acarreo*. Su fondo está comple-

tamente limpio, y en todas partes afloran las capas de basalto y de tobas volcánicas que lo forman.

*Segunda.* — Porque con un pozo situado en el sitio señalado por el peticionario, lo que se encontrarían serían las aguas que abusivamente alumbró la Heredad de Satautejo, aguas que ni su propio dueño, el Estado, en este caso, puede alumbrar con obras en aquel punto, por encontrarse a menos de 100 metros de distancia de la galería concedida a Satautejo y construída ya.

*Tercera.* — Porque al perforarse la galería de *conducción* (llamémosla así) que solicita el Sr. Elizaga para dar salida a las aguas del pozo, había de dejarse forzosamente en seco a la galería de Satautejo; y

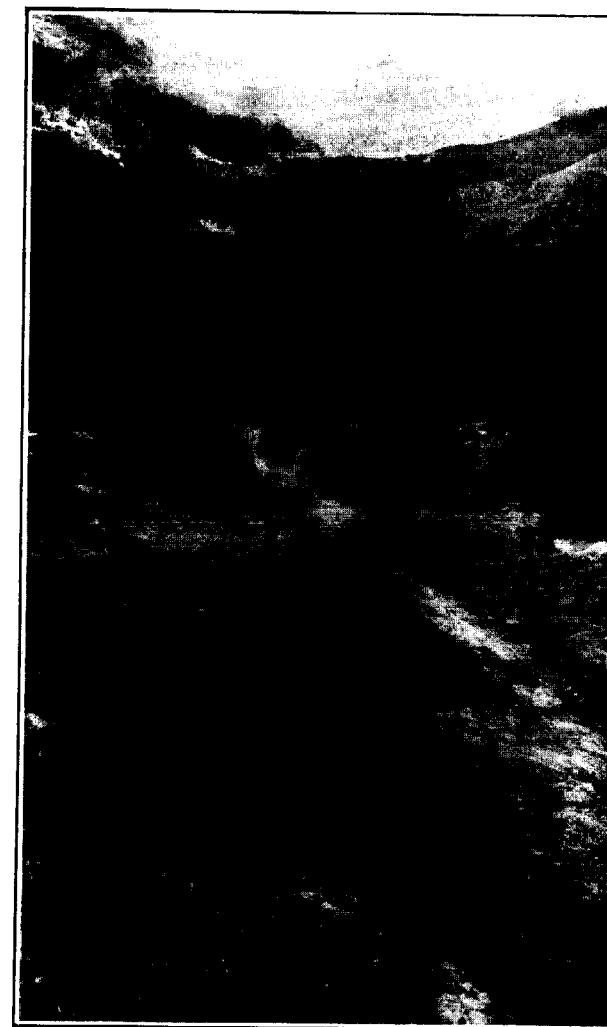
*Cuarta.* — Porque si la galería de Satautejo pierde su agua, aun cuando se la restituyan en la boca de la nueva obra, como ésta está a nivel mucho más bajo, se quedarían sin riego una gran parte de los terrenos de la Heredad.

Todas estas consideraciones, expuestas en una forma o en otra, se hallan consignadas en los informes de los Ingenieros que han intervenido en este expediente, y nada nuevo añadimos con lo que queda expuesto.

Dijimos que la constitución geológica del terreno en el valle del barranco de Santa Brígida o de la Higuera hacía imposible la coexistencia de la concesión del Sr. Elizaga y la de la Heredad de Satautejo, y así es, en efecto. El terreno donde el barranco de la Higuera ha abierto su cauce es una de esas *manas* de terrenos permeables, tan frecuentes en las Islas Canarias, compuestas de alternancias de antiguas acumulaciones de *lapillis* transformadas en tobas por la acción de las aguas de circulación interior, y de capas de basaltos y de conglomerados basálticos. Las aguas en su interior constituyen verdaderos depósitos en donde las obras de alumbramiento ejercen un efecto de drenaje bastante regular en todas direcciones, y en

estas condiciones no hay independencia posible entre dos obras de alumbramiento próximas. Donde emboca la galería de Satautejo, el fondo del barranco está constituido por una capa basáltica con estructura en bolas, lo que demuestra su grado avanzado de descomposición y la facilidad con que penetran en su masa las aguas aireadas de la superficie. En este estado se encuentran siempre las rocas basálticas envueltas por masas de lapillis, cuya permeabilidad excesiva ha provocado y precipitado la descomposición de las capas más consistentes que envolvían. La fotografía número 15 da idea del estado de descomposición de la masa eruptiva en que se abre el barranco de la Higuera por lo redondeadas de las superficies de erosión y la vegetación que crece aun en las laderas de fuertes pendientes. En el punto marcado 1 se halla emboquillado un pozo registro de la galería de la concesión Elizaga, y en el señalado 2, la galería de Satautejo. A la derecha del observador se advierte la acequia de esta Heredad, labrada a pico en la masa consistente en una toba volcánica, en las que tanto abundan en la cuenca del barranco. El cauce de éste se ve también seco y labrado en la roca viva sin el menor vestigio de aluviones.

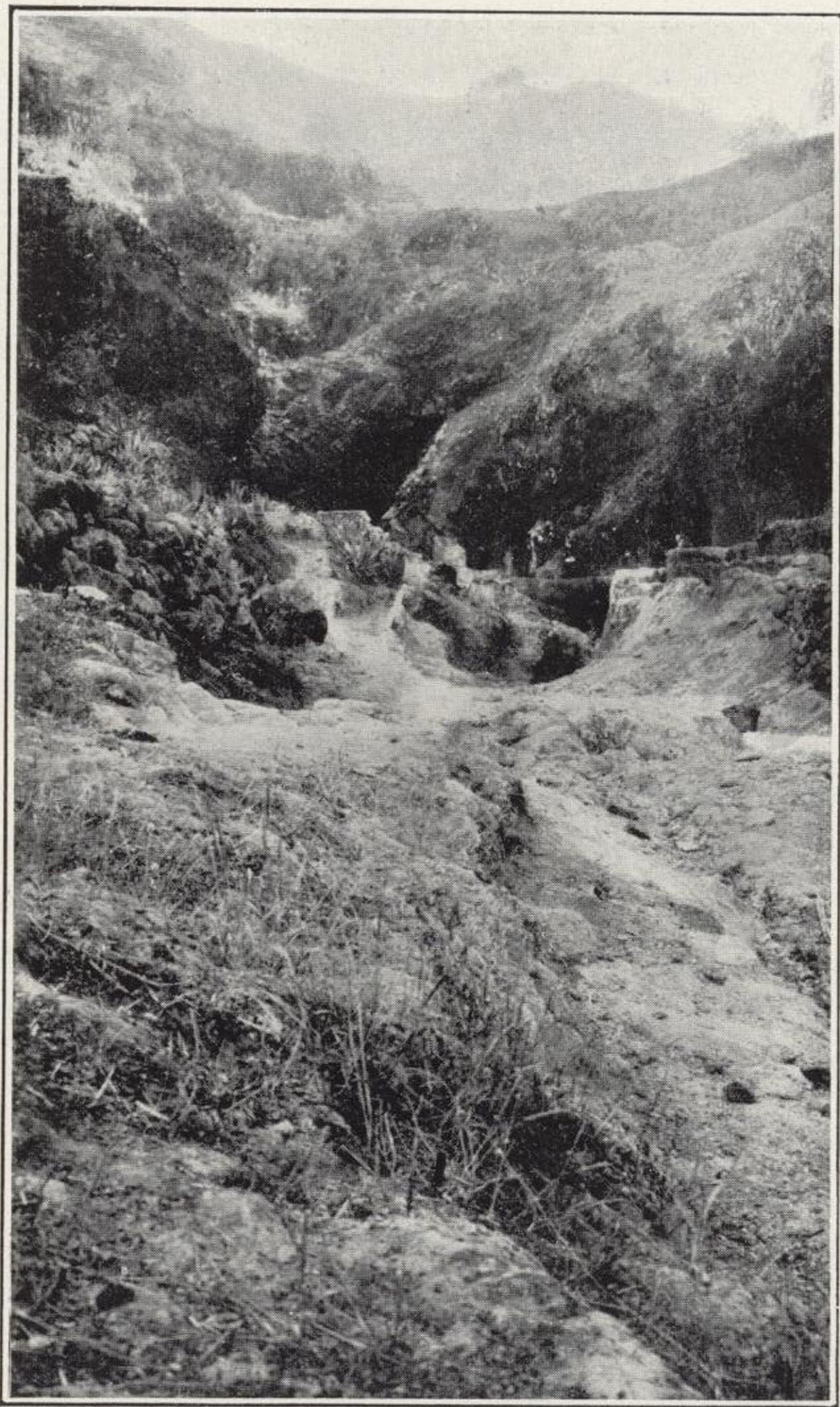
Si en un terreno de esa naturaleza, se hiciera una galería a nivel inferior a la de Satautejo, y a poca distancia de ella, como es el caso de la que ha solicitado el Sr. Elizaga, para conducir al exterior las aguas del pozo, tan pronto como entrara en una de las masas de toba donde Satautejo alumbra sus aguas dejaría a la galería de esta Heredad totalmente en seco. Es posible que si después de colocar en la galería del señor Elizaga la tubería de hormigón armado se hiciera un buen taponamiento de la misma, volviera a subir el nivel hidrostático, pero el descenso en este nivel que produjera el pozo no por ello había de dejarse sentir en dicha galería con sus naturales consecuencias. Pero prescindiendo de este extremo importantísimo que hubiera bastado a denegar la petición de concesión



FOTOGRAFÍA NÚM. 15. — Barranco de la Higuera, en Gran Canaria, donde radica la galería de alumbramiento de la Heredad de Satautejo y la Higuera.







FOTOGRAFÍA NÚM. 15. — Barranco de la Higuera, en Gran Canaria, donde radica la galería de alumbramiento de la Heredad de Satautejo y la Higuera.





del Sr. Elizaga, ¿es que esa galería se iba a abrir y a taponar en veinticuatro horas? ¿Cuánto tiempo hubiera hecho falta para, después de bajar el nivel hidrostático de la zona diez o doce metros, volverlo a restituir a su primitivo estado? Y en todo ese tiempo, que habría de contarse por años, ¿quién garantizaba la indemnización por los perjuicios causados a la Heredad de Satautejo?

Al reflexionar sobre todos estos extremos, no se acierta a comprender por qué el trabajo en esta concesión, otorgada en oposición a los principios de nuestra ley de Aguas, no fué el primero que se paró en virtud de la Real orden de 27 de noviembre de 1924, y lejos de esto continuaba el día de nuestra visita de octubre de 1927. Es, a nuestro juicio, evidente el perjuicio que con esas obras se causará a la Heredad de Satautejo y la Higuera, y entre todos los casos de índole análoga estudiados sobre el terreno por los Ingenieros que suscriben, es éste en el que con mayor garantía de acierto se puede opinar y prever los resultados.

Resumiendo lo expuesto, entendemos que la concesión de que se trata, hecha a menos de 100 metros de distancia de otra obra preexistente, ocasionará perjuicios evidentes a la Comunidad de Regantes de Satautejo y la Higuera, y que la Superioridad debe ordenar la suspensión de los trabajos que se están ejecutando por el concesionario antes de que la restitución de las aguas, que seguramente va a desviar, sea operación difícilísima, costosa y de resultados problemáticos.

\* \* \*

*Número 2. — Instancia de D. Pablo Cabrera pidiendo modificación de la ley de Aguas en cuanto afecte a alumbramientos en las Islas Canarias.*

Nada hemos de decir respecto a esta instancia dirigida por el Sr. Cabrera al Excmo. Sr. Presidente del Consejo de Minis-

tros, ya que los extremos que comprende entran por completo en el cuerpo general del informe.

\* \* \*

*Número 3. — Instancia de D. Manuel Pérez y otros vecinos de Teror quejándose por no decretarse suspensión de las obras de alumbramiento de la comunidad El Faro.*

Según informe del Sr. Ingeniero Jefe de Obras Públicas de Gran Canaria, este expediente está ya solucionado.

\* \* \*

*Número 4. — Suspensión de obras de alumbramiento de aguas subterráneas en término de Valsequillo.*

El recurso entablado contra la suspensión versa principalmente sobre la aplicación de la tantas veces repetida Real orden de 27 de noviembre de 1924. Entienden los recurrentes que dicha Real orden es sólo aplicable a los alumbramientos solicitados después de aquella fecha, mientras que la Dirección General de Obras Públicas sustenta el criterio de que lo es también a la prosecución de las obras comenzadas con anterioridad a la Real orden. Dado el espíritu de protección a los derechos preexistentes que inspiró a la Real orden de referencia, es evidente el criterio lógico, el de la Dirección General; pero no hemos de entrar en esta diferencia de puntos de vista que no es de nuestra incumbencia y que ha sido ya sustanciada con arreglo a la opinión de la Dirección General, seguida por la Jefatura de Obras Públicas y por la Delegación del Gobierno de S. M.

Pero este recurso no es más que un incidente del expediente general. La parte esencial de éste, es que la Comunidad de la Vega Mayor de Telde, denunció en octubre de 1925,

basándose en la Real orden de 27 de noviembre de 1924, los trabajos de alumbramiento que desde principios de 1924 se venían efectuando en la galería llamada del Olivo, situada en la parte alta del barranco de Tenteniguada, término de Valsequillo, por carecer de autorización para ello, logrando la suspensión en agosto de 1926.

El Heredamiento de Telde formuló la denuncia por entender que las obras de la galería habrían de tener influencia sobre sus propios nacientes, situados en el mismo barranco de Tenteniguada y aguas abajo de aquéllas.

La parte alta de la cuenca del barranco es un gran anfiteatro o caldera volcánica, cuyas paredes son de capas basálticas, sobre grandes masas de derrubios, y con algunos mantos de arena volcánica, restos sin duda de la que rellenó este circo; en el fondo de la caldera se aprecian también capas basálticas y materiales sueltos escoriáceos que revelan haberse producido en este fondo una erupción de época posterior a la que formó el circo.

En terrenos de esta constitución creemos imposible que puedan seguirse los cursos del agua subterránea, y emitir una opinión *cierta* sobre la influencia que unos alumbramientos puedan tener sobre otros. Así, no podemos asegurar que la galería del Olivo tenga o no influencia sobre los nacientes de la Heredad, y, principalmente, sobre el llamado de la Higuera Negra, que es el más cercano y se encuentra a unos 450 metros de distancia de aquélla, aguas abajo en el barranco. No hay, a nuestro entender, y no nos cansaremos de insistir en ello, más medio que recurrir a los aforos periódicos y metódicamente hechos, que sean fehacientes, que permitirán formarse exacta idea de la variación de caudales, y determinar, incluso por comparación con el que en cada caso se tome como patrón, la influencia ejercida por las obras nuevas.

Ahora bien: en este caso entendemos que sería muy fácil

la restitución por la galería del Olivo de las aguas que sustrajese a los otros nacientes, una vez debidamente comprobada la influencia, por tener aquélla un nivel de 80 metros más alto que el barranco frente al manantial que se estima amenazado.

En resumen, es nuestra opinión que se puede autorizar la continuación de las obras en la galería, comenzándose al mismo tiempo los aforos pertinentes por la Junta, cuya creación proponemos, o por la Jefatura de Obras Públicas, mientras aquélla se organiza; pero que las aguas no sean concedidas en propiedad hasta que la independencia con las otras fuentes quede comprobada con arreglo a las bases generales que sentamos, e instalar una tubería o acequia que pueda llevar las aguas a verter al barranco o conducción de la Heredad de Telde, para en el caso que se compruebe el perjuicio, poder efectuar la restitución en todo o en parte.

\* \* \*

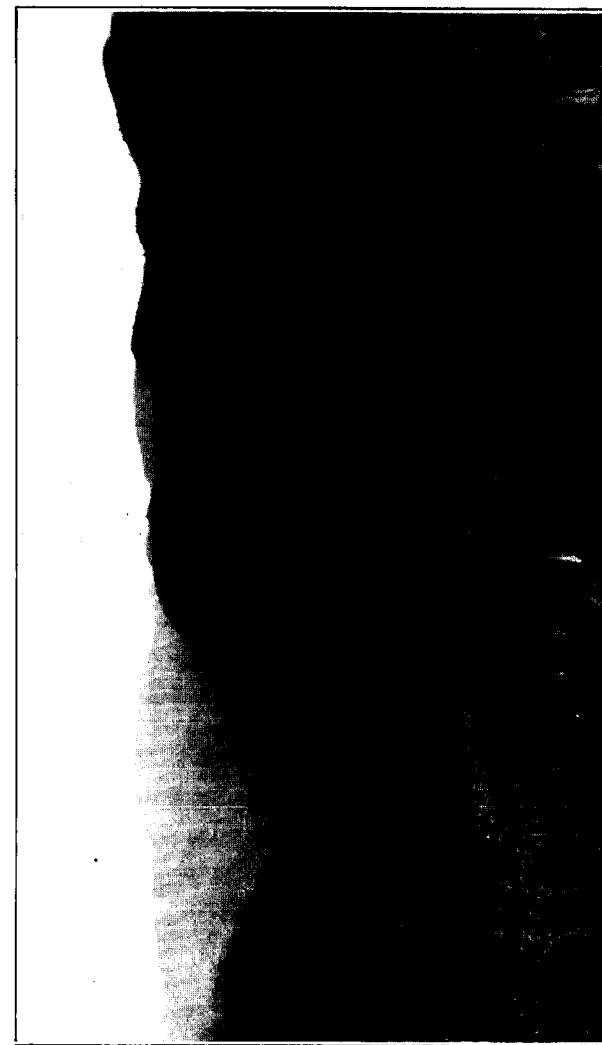
*Número 5.—Proyecto de alumbramiento de aguas subterráneas en el barranco de Ajuí, término de Pájara, Isla de Fuerteventura.*

Este expediente de autorización para alumbrar aguas subterráneas no debe continuar tramitándose por haber fallecido el Sr. D. Juan de Dios Barrera, que se oponía a la concesión que solicitaba el Sr. Manrique de Lara, y por haber adquirido este señor los terrenos propiedad del oponente.

\* \* \*

*Expedientes números 6 y 7. — Comunidades de Teror y Tenoya en pugna con la de Quiebramontes.*

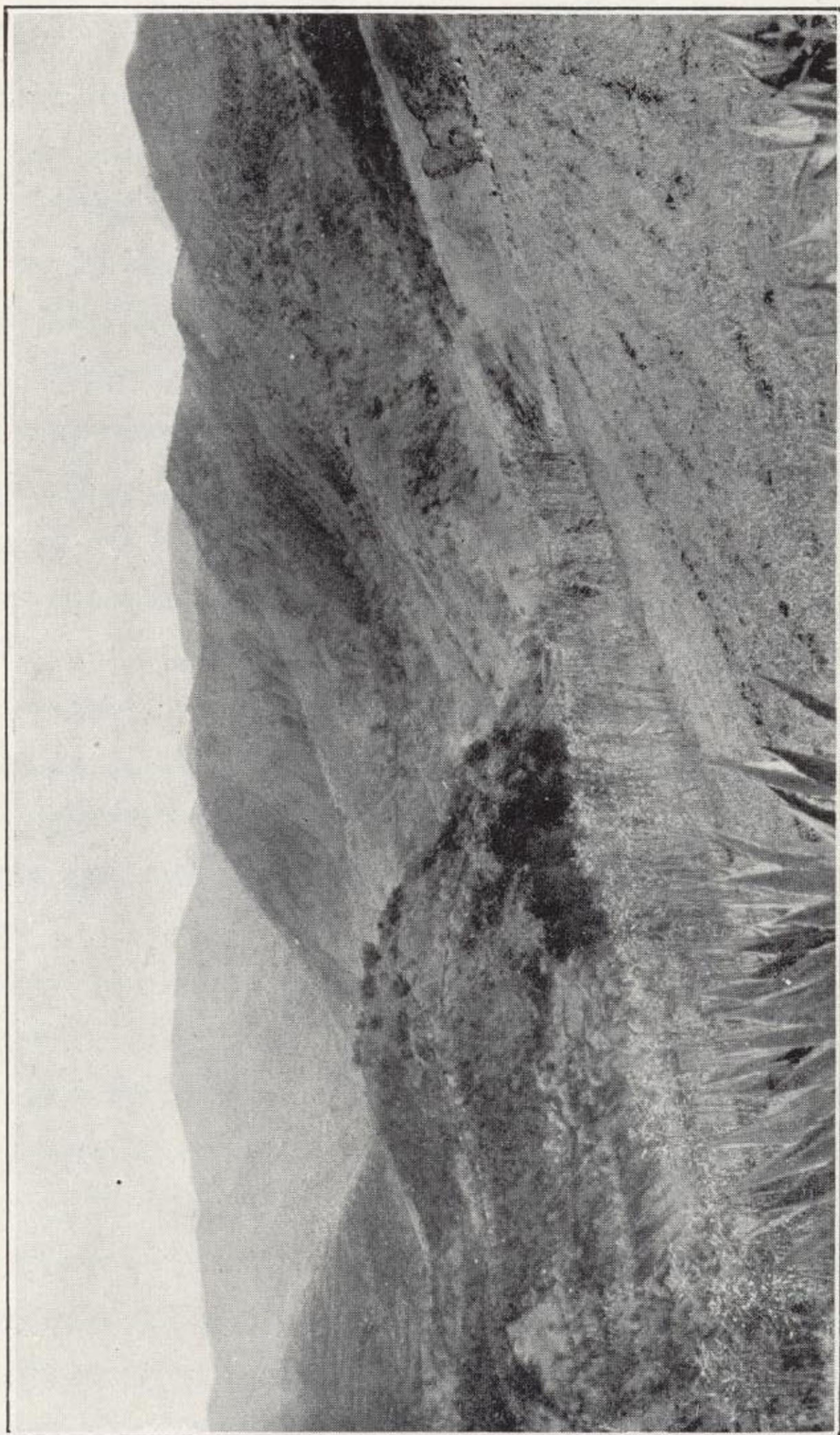
Del gran nudo montañoso que constituye la protuberancia central de Gran Canaria, y no lejos de la montaña de Cons-



FOTOGRAFÍA NÚM. 16. — Cuenca del barranco de la Madre del Agua.







FOTOGRAFÍA NÚM. 16. — Cuenca del barranco de la Madre del Agua.





tantino, arranca una de esas grandes barrancadas con grandes paredes cortadas casi a pico, por donde corren las aguas de lluvia entre rápidos y cascadas hasta alcanzar las colinas de la costa septentrional de la isla. A la que ahora nos referimos es el barranco de la Madre del Agua, que pasa por los pueblos de Teror y de Tenoya, y desemboca en el mar al Oeste de la bahía del Confital, no lejos de Las Palmas.

Los cortes de este barranco permiten estudiar, hasta en sus menores detalles, la constitución geológica de esa parte de la isla, nada complicada por cierto; y especialmente en la zona que nos interesa, desde Valleseco hasta Teror, las coladas antiguas basálticas en capas horizontales o casi horizontales con sus alternancias de basalto compacto, conglomerados basálticos, *mina* y almagres forman la masa principal de las alturas divisorias. Estas capas, que la carretera de Tamaraceite a Teror muestra constantemente en sus trincheras entre los kilómetros 8 y 11, asientan sobre una formación tobácea de color amarillento claro y naturaleza traquítica, muy conocida en la isla de Gran Canaria por emplearse como piedra de construcción en Las Palmas.

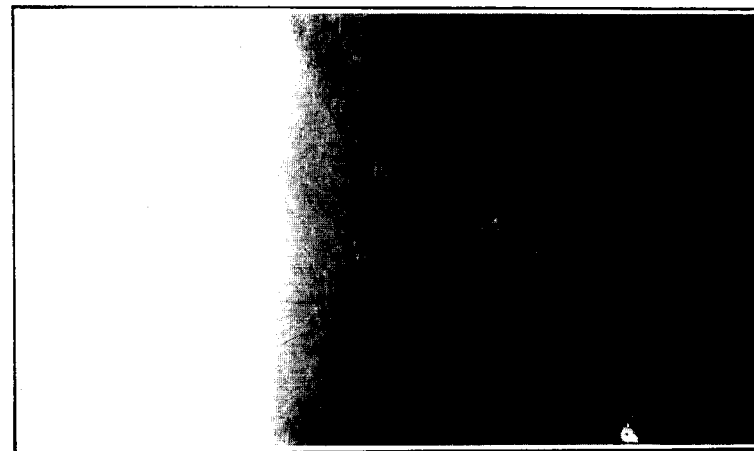
En cambio, la parte superior de las alturas que forman las divisorias del barranco de la Madre del Agua es de *lapillis* rojizos en masas de bastante espesor, y de ahí la forma redondeada que tienen las cumbres de esos montes, según se aprecia en la fotografía número 16.

Los fenómenos de circulación de las aguas subterráneas están en relación con esa sencilla estructura geológica: las de lluvia se infiltran en los *lapillis*, se almacenan sobre el plano de contacto con la formación basáltica, y en ella penetra por las grietas de la roca eruptiva repartiéndose por las capas de *mina*, en donde su circulación se activa, y bien pasa a otra capa inferior a través de las grietas del basalto, bien corre horizontalmente sobre un lecho de esta roca hasta aflorar a

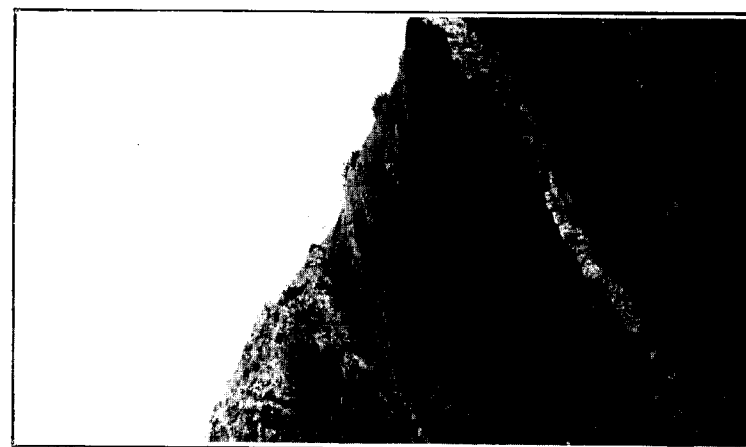
la superficie en una fuente. Todos los manantiales que hemos visto en estos barrancos están en relación con el tránsito de terreno de una capa de basalto a una de *mina* o escorias, o viceversa.

Una solución de continuidad presenta, sin embargo, en su aspecto geológico, la zona que estamos describiendo. Como a tres kilómetros al Suroeste de Teror, y con rumbo de Noroeste a Sureste, cruza la formación basáltica antigua una línea de fractura, a lo largo de la cual las capas, que de costumbre están horizontales o casi horizontales, llegan a levantarse hasta formar ángulos pequeños con la vertical, y lo extraño del caso es que la faja de terreno a que ese trastorno afecta es sumamente reducida: tal vez no pase su anchura de 300 metros. Al producirse esa fractura y descender el terreno que se encontraba al Norte de la misma, se produjo el levantamiento de las capas basálticas cercanas al borde de la falla y el resquebrajamiento de las situadas al Sur, por cuyas grietas penetraron lavas flúidas que se solidificaron formando una serie de diques paralelos a la línea de fractura principal. Esta es bien visible en el terreno, y se manifiesta en cada punto por alguno de los fenómenos que acompañaron a su producción: entre Teror y Valleseco, por los diques que cortan a la formación basáltica; en Valle de los Alberjales, por la presencia de escorias volcánicas más modernas que la formación de los basaltos y por un cono de *lapillis* llamado Hoya de Pantaleón, que está precisamente en la alineación de la falla.

El punto donde mejor se acusan las dislocaciones es en el collado denominado «Degollada de los Picachos», divisoria entre un afluente del barranco de la Madre del Agua, llamado barranco de Queibramonte, y el de los Alberjales. Las capas se levantan en el paso de la divisoria hasta cerca de la vertical, como lo pone de manifiesto la fotografía número 17, y, además, la parte blanda de la formación está cruzada por

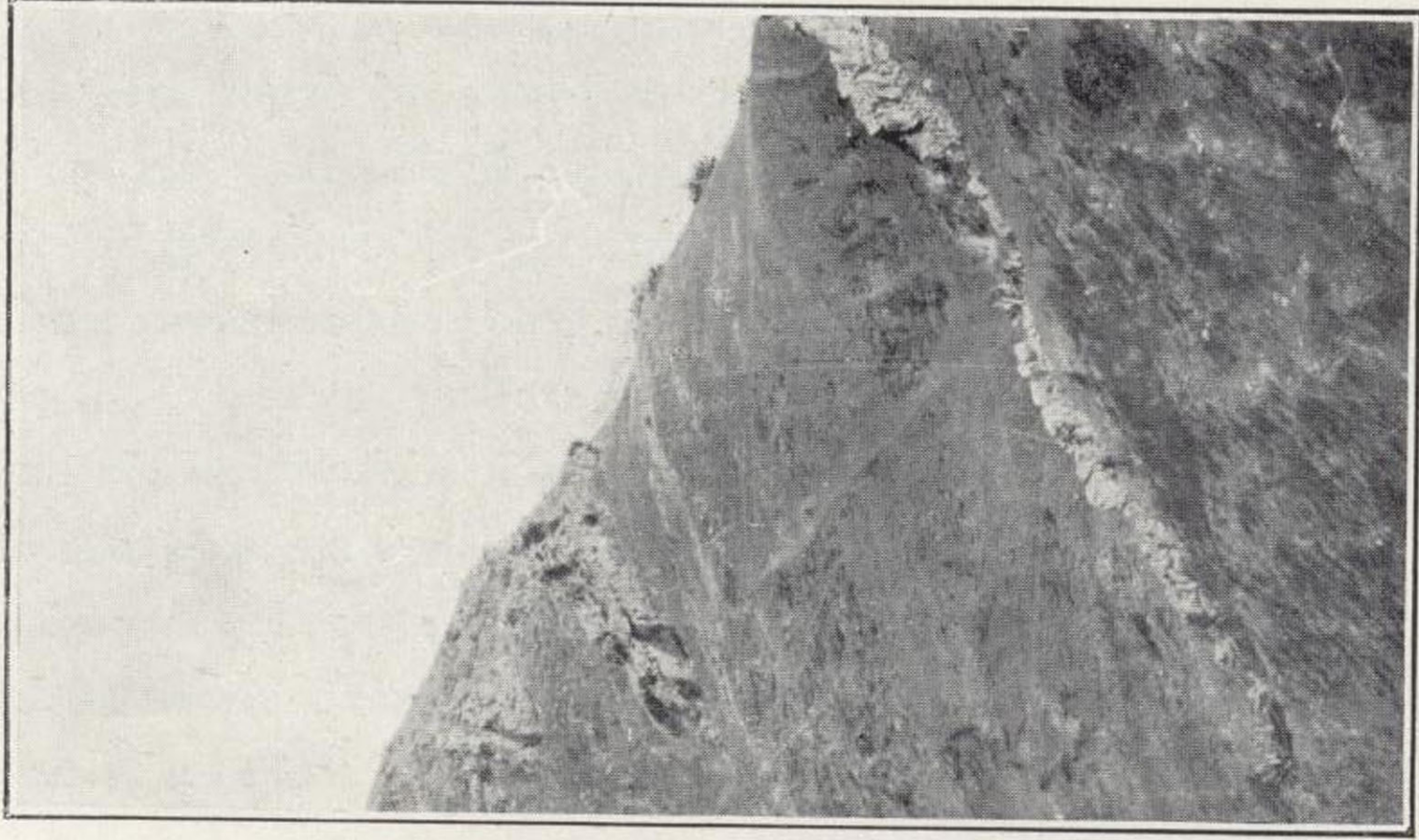


FOTOGRAFÍA NÚM. 18. — Cuenca del barranco de Queibramonte. Entre el primer término de la derecha y el segundo, nace el barranco de la Madre del Agua.

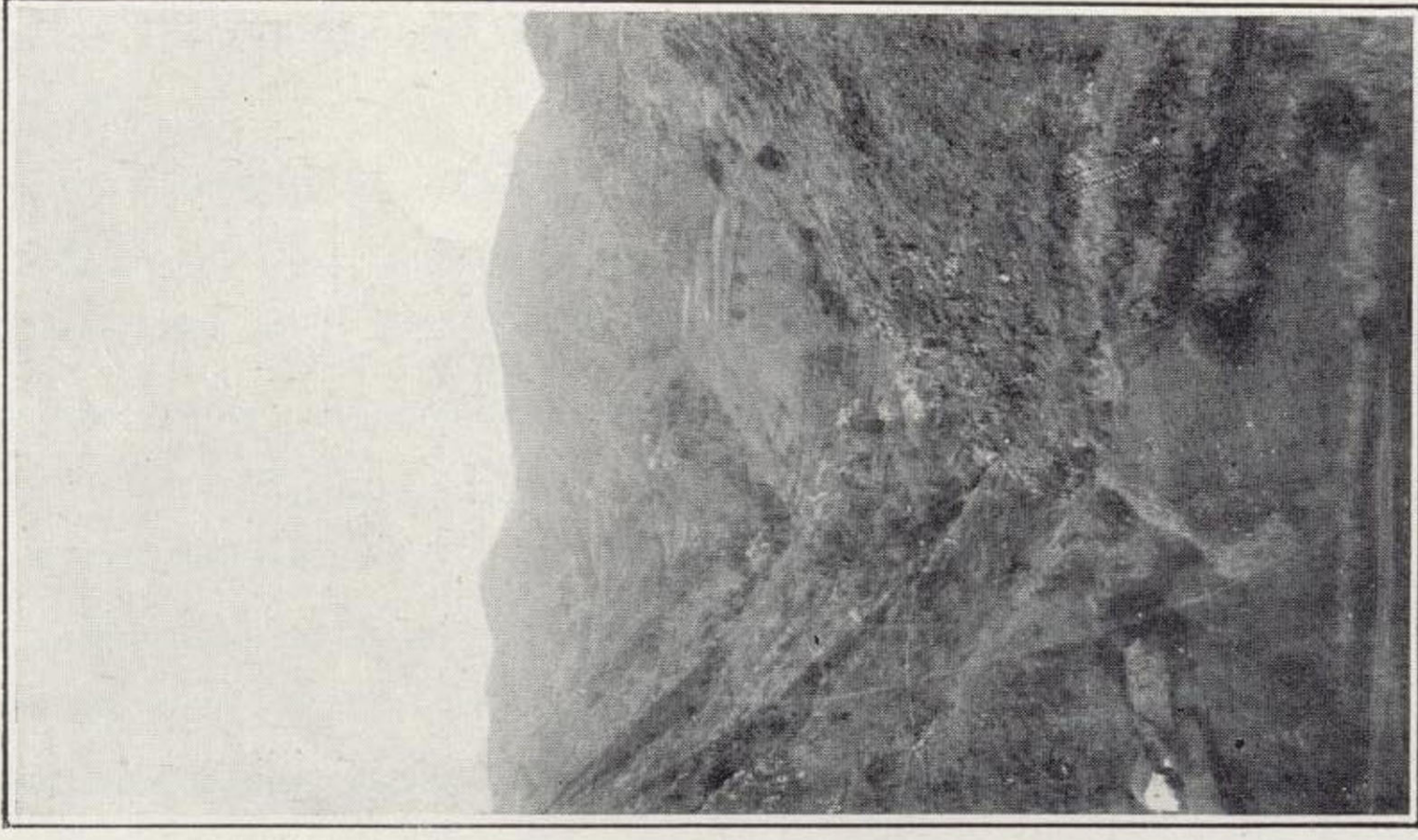


FOTOGRAFÍA NÚM. 17. — La «Degollada de los Picachos». Capas verticales y diques en las proximidades de la falla de Queibramonte.





FOTOGRAFÍA NÚM. 17. — La «Degollada de los Picachos». Capas verticales y diques en las proximidades de la falla de Quebra-  
monte.



FOTOGRAFÍA NÚM. 18. — Cuenca del barranco de Quebramonte. Entre el primer término de la derecha y el segundo, nace el barranco de la Madre del Agua.



infinidad de diques eruptivos, que no son tan visibles en la fotografía.

Una constitución análoga del terreno se descubre en la loma llamada «La Culata», que separa el barranco de Quiebramonte del de la Madre del Agua, y que marcamos con una cruz roja en la fotografía número 3, por lo que es de suponer que el mismo régimen tengan las capas en el espacio intermedio, correspondiente al fondo del barranco de Quiebramonte, que señalamos en la misma fotografía con una flecha.

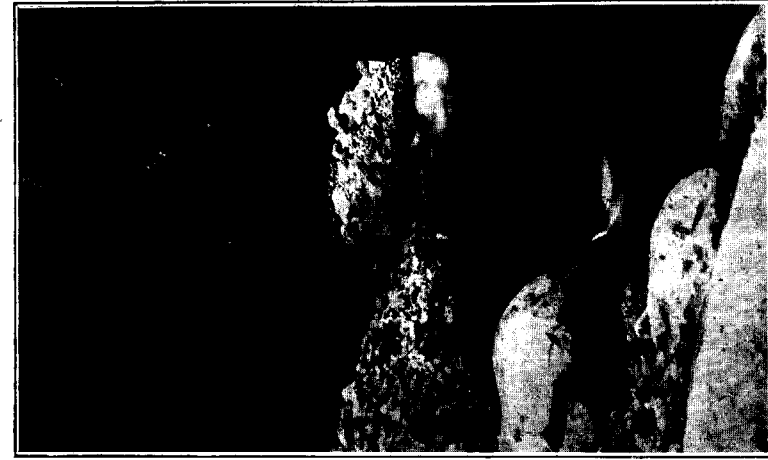
A la vista de esa fotografía número 18, podemos explicar tal vez mejor que sobre un plano, cómo se verifica en la zona que abarca la circulación del agua subterránea. La lluvia que recogen los grandes depósitos de *lapillis* que coronan las alturas del fondo, emprende su marcha descendente hasta alcanzar el plano de separación de esas menudas escorias con la formación basáltica, que en la fotografía comienza donde empiezan los cultivos, porque los *lapillis*, por su excesiva permeabilidad, se desecan en las proximidades de la superficie tan rápidamente que no producen ni aun hierba. Una vez las aguas en contacto con las capas basálticas, tienden, bajo la acción de la gravedad, a introducirse por las grietas de los basaltos, y a pasar a una capa de escoria inferior, donde se vuelven a acumular, para seguir de nuevo su carrera descendente a través de otra capa de basalto, y así sucesivamente. No toda el agua encuentra grietas por las que atravesar una capa basáltica, sino que una parte resbala sobre su cara superior como sobre un plano impermeable, y aflora a la superficie donde ésta corta alguna depresión de la capa basáltica, originando una fuente tanto más pequeña y más irregular en su régimen, cuanto más alta está la capa considerada; pero la masa líquida más importante descende a bastante profundidad, hasta llegar, próximamente, al nivel de los barrancos, cuyos cauces son planos de base para las aguas de infiltración, y entonces comienza fran-

camente la corriente, o, si se quiere, el movimiento horizontal de los filetes líquidos, siguiendo la ligera pendiente de las capas, que es del mismo sentido de la pendiente natural del barranco. Al llegar esos filetes líquidos, que caminan casi horizontalmente por las capas de la zona que describimos, a la línea de fractura de que hablamos más arriba, que podemos llamar falla de Quiebramonte, tropiezan con una serie de diques y capas verticales, y sus movimientos se entorpecen, al mismo tiempo que se produce una ligera sobreelevación del nivel hidrostático.

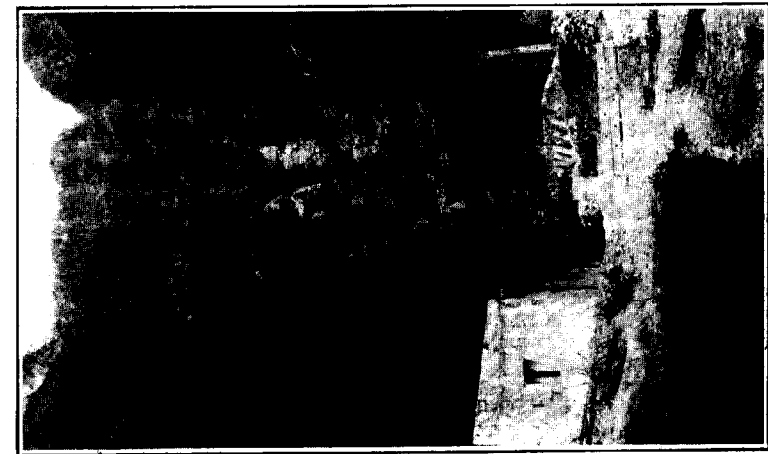
He aquí por qué esta falla de Quiebramonte es un lugar indicadísimo para atacar con éxito las corrientes profundas: uno de esos puntos singulares a que nos referimos en la parte general de nuestro informe, que son precisamente los que hay que buscar en las Islas Canarias para emplazar obras de alumbramiento, sobre todo si se facilita el ataque de una zona como ésta de estructura geológica favorable a la concentración de las aguas, por la presencia de un accidente topográfico que permita reducir la longitud de galería estéril o inactiva.

Para que todo sea favorable en el caso de Quiebramonte, una de las galerías mejor situadas que hemos visto en Canarias, el barranco de ese nombre, que en general tiene ya pendiente bastante pronunciada, poco antes de desembocar en el de la Madre del Agua (unos 400 metros) cae bruscamente por haber arrastrado el agua superficial los materiales sueltos que se hallaban delante de una capa de basalto que se levanta como una pared sobre la boca de la galería de Quiebramonte, según se ve en la fotografía número 19; es uno de los muchos diques que se oponen a la marcha horizontal del agua hacia el observador y producen una represa en el depósito interno.

No es extraño que en esas condiciones la galería de Quiebramonte, con sólo 230 metros de longitud, haya alumbrado

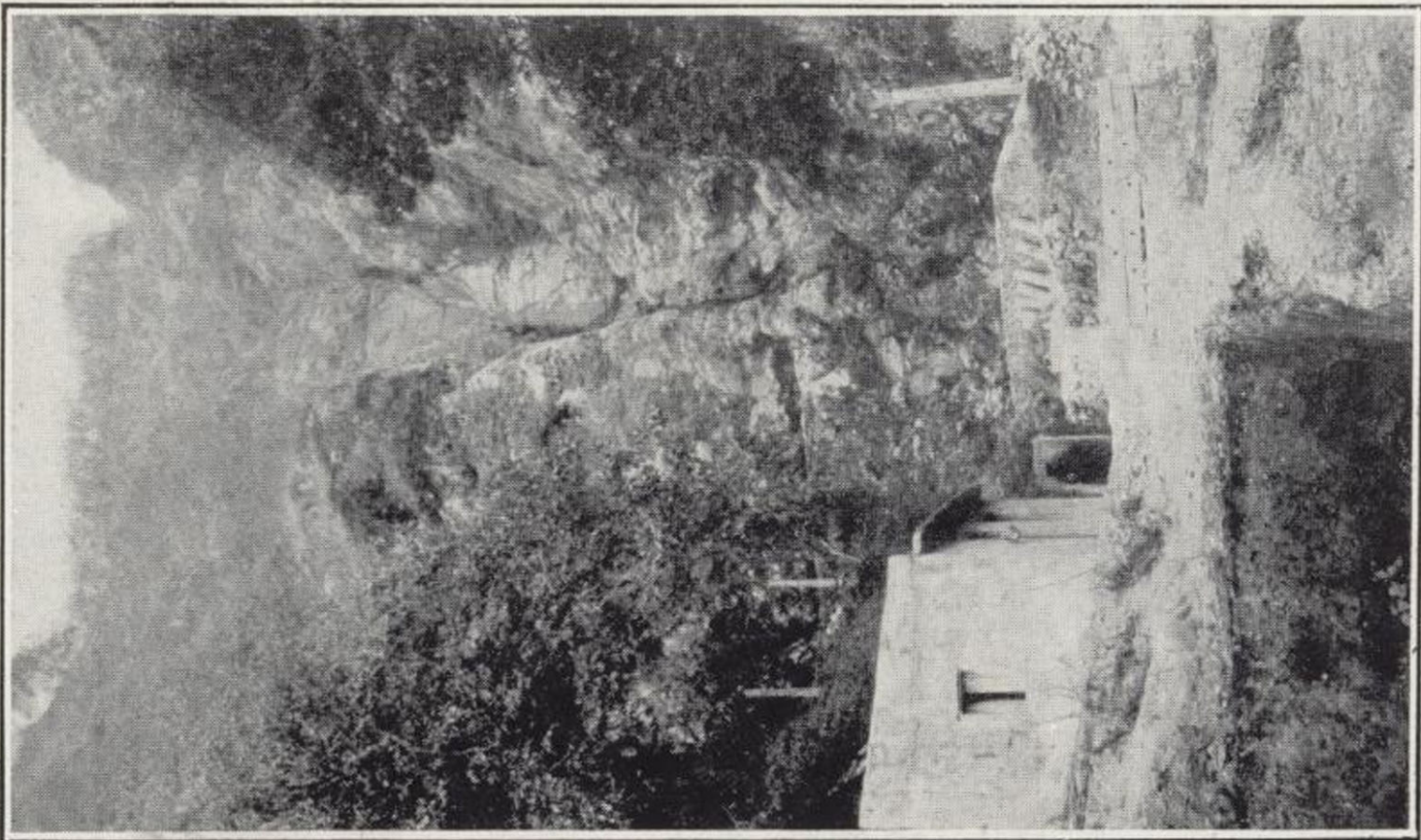


FOTOGRAFÍA NÚM. 20. — Barranco del Agua en Los Sauces. «La Tomada».

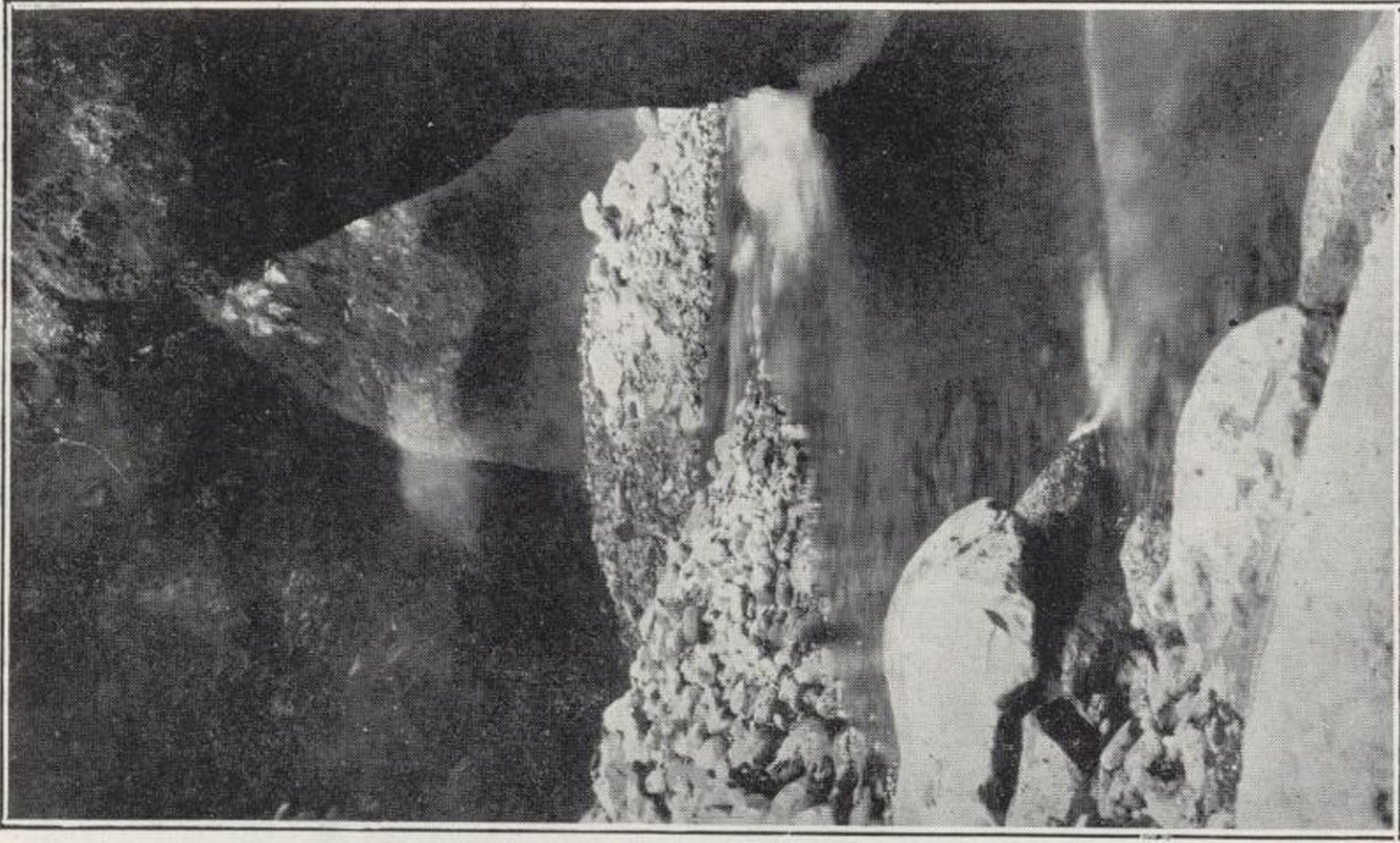


FOTOGRAFÍA NÚM. 19. — Entrada de la galería de Quiebramonte.





FOTOGRAFÍA NÚM. 19.— Entrada de la galería de Quiebramonte.



FOTOGRAFÍA NÚM. 20.— Barranco del Agua en Los Sauces. «La Tomada».





ya un caudal de 12 litros por segundo. A partir de la boca ha cortado los terrenos siguientes:

Basalto compacto .....	45	metros.
Tobas rojizas arcillosas.....	96	—
Lava dura y compacta.....	69	—
Toba volcánica.....	19,90	—
	<hr/>	
	229,90	metros.

La mayor cantidad de agua sale a los 189 metros por entre la grieta de la lava basáltica.

Contra la ejecución de esta galería de Quiebramonte han presentado reclamaciones las Heredades de Teror y Tenoya, que toman sus aguas en el barranco de Teror, que resulta de la reunión del de la Madre del Agua, el de los Alberjales y el de Quiebramonte, y al cual van a parar las aguas de una porción de manantiales que brotan en las cuencas de los dos primeros, y que sólo pueden utilizar durante el día los dueños de los predios mencionados. Las aguas que en ese barranco se reúnen las utiliza durante el día de Heredad de Teror, y durante la noche la de Tenoya.

A propósito de esa utilización del agua repartida entre el día y la noche, hemos de consignar como dato curioso, que demuestra lo que se alambica en Canarias en cuestión de aguas, que los que tienen derecho a usar las aguas durante el día pretenden y defienden que por comienzo del día se ha de entender: no una hora determinada, ni la salida del sol, sino el momento en que el regador acierta a distinguir los vellos de las manos. No sabemos cuánto avanzará este momento al crepúsculo, pero no hay duda de que con un límite tan exiguo de visibilidad no deben salir muy bien parados los regantes nocturnos.

Volviendo a la galería de Quiebramonte, cuya situación, como ya dijimos, no puede estar mejor elegida, debemos

ocuparnos, como punto principal de nuestro informe, de los perjuicios que haya podido ocasionar esta obra a los manantiales de la zona; obras de alumbramiento no hay ninguna por los alrededores, por lo que sólo debemos fijarnos en las fuentes.

Que la galería de Queiebramonte haya ejercido un fuerte drenaje del macizo situado aguas arriba de los diques, es muy posible, y claro que merced a ello producirá el caudal con que hoy cuenta, pero no deja de ser extraño que la zona al parecer más afectada por dicha galería, sea una algo distante, situada en la vertiente del barranco de los Alberjales que forma divisoria con Queiebramonte. Durante nuestra visita a la comarca, después de recorrer detenidamente las alturas que bordean los tres barrancos de la Madre del Agua, de Queiebramonte y de los Alberjales, para darnos cuenta de la constitución geológica de toda aquella zona y de sus características hidrológicas (gracias a ese reconocimiento general pudimos descifrar la verdadera estructura del terreno en la parte que cruza la galería de Queiebramonte), estuvimos analizando uno por uno los pequeños veneros que se consideran mermados desde que se alumbró el agua en la galería en cuestión. El grupo de fuentes de los Alberjales lo constituye una serie de pequeños manantiales, algunos de los cuales, que no mencionaremos, sólo daban agua en cantidad suficiente para poderla llevar a unas casas próximas y utilizarla en usos domésticos. Las que según manifiestan los labradores de aquel pago han sufrido mermas apreciables con la galería de Queiebramonte, han sido las que a continuación figuran:

Naciente el río, disminuido en . . .	1,0	litro	por	segundo.
Naciente de La Quebradura, id. . .	1,5	--	--	--
Lomo Entero, id. . . . .	2,5	--	--	--
Ojero, id. . . . .	1,5	--	--	--
Corredor, id. . . . .	0,5	--	--	--
TOTAL . . . . .	<u>7,0</u>	--	--	--

También sostienen los reclamantes que algún pequeño manantial que nace en el barranco de la Madre del Agua, en su margen derecha y aguas abajo de la confluencia con el de Queiebramonte, ha disminuído de caudal.

Si cuando visitamos la cuenca del barranco de Teror no hubiéramos estado convencidos, por nuestros estudios anteriores en Tenerife y en la Isla de la Palma, de la necesidad absoluta de implantar un servicio de aforo de las aguas subterráneas en Canarias, nos hubiera sugerido la idea este caso de Queiebramonte. Que esta galería ha podido influir sobre una amplia zona y modificar el régimen de circulación interior, sobre todo en las capas altas del terreno, es indiscutible; que algunos de los manantiales de los Alberjales han perdido parte de su caudal, parece también cosa cierta, por la declaración de los paisanos que allí tienen sus fincas, pero la cuantía de la merma no nos atreveríamos a cifrarla *a posteriori*, sólo por referencias. Cada litro por segundo representa en Canarias un capital de 100.000 pesetas en números redondos; la posible reducción de caudal de los manantiales de los Alberjales, podría, según los datos anteriormente transcritos, valorarse en 700.000 pesetas, pero si al apreciar esa cifra nos equivocáramos en uno o más litros, el perjuicio que podríamos causar con nuestro informe a una de las dos partes, sería de demasiada consideración para que lo hagamos depender de un juicio que podría estar equivocado por falta de datos en que basarnos.

Si ha habido merma en las fuentes de los Alberjales con la galería de Queiebramonte, sólo podría averiguarse exactamente de una manera, a saber: taponando esta galería y teniéndola obstruída todo el tiempo necesario para restablecer el nivel hidrostático detrás de los diques (dos años como *mínimum*) y aforar las fuentes que se estiman perjudicadas cada quince días. Cuando alcanzaran todas aquéllas un régimen normal,



acusado por la poca variación de aforos sucesivos, se podría saber, comparando los resultados con aforos que ahora se hicieran, si efectivamente había habido merma o no, y cuál era su cuantía. Mas el perjuicio que se ocasionaría a la Heredad de Quiebramonte con esta medida, es también para tenerlo en cuenta, y aun en el supuesto de que fueran exactas las cifras de merma que dan los reclamantes, todavía quedaría una parte importante de *agua nueva* a favor de aquella Heredad, de la que se le privaría completamente durante el tiempo que durara el taponamiento.

Que se taponara definitivamente la galería de Quiebramonte por atender a las reclamaciones presentadas y como medio de restituir a su estado primitivo los manantiales de los Alberjales, no lo aconsejaríamos nunca; es más, de acuerdo con las ideas expuestas en la parte general de nuestro informe, opinamos que la galería de Quiebramonte debería continuarse tanto como fuera posible (porque seguramente llegaría a producir un caudal muy superior a la suma de los pequeños veneros que podría secar); claro es que con la obligación, por parte de los concesionarios, de indemnizar o restituir las aguas que distrajesen de otros puntos. Acaso un arreglo basado en estas ideas, es decir, en la autorización de la Heredad de Quiebramonte para continuar las obras de su galería, con la obligación de restituir las aguas que en lo sucesivo mermara, y a base también de indemnizar debidamente los perjuicios causados hasta ahora, que podrían apreciarse por una detenida información oficial, sería la solución del conflicto planteado, con ventaja innegable para la agricultura del Valle del Teror, que contaría en adelante con más caudal de agua para los riegos.

En *conclusión*, debemos consignar, que si bien la galería de Quiebramonte parece haber producido merma de alguna consideración en varios manantiales del barranco de los Alberjales, no hay modo de apreciar equitativamente, hoy por

hoy, la cuantía de esa merma, y que, a nuestro juicio, y dada la favorable situación de dicha galería, debería autorizarse la continuación de la misma, previo aforo de los manantiales próximos, para que en todo momento se pudiera hacer efectiva la restitución de las aguas desviadas, y a condición de que los concesionarios aceptaran pagar una indemnización por los perjuicios causados hasta ahora, de acuerdo con el resultado de una información oficial que se hiciera para tasarlos.

\* \* \*

*Número 8. — Instancia de D. Norberto Paz González, Presidente del Sindicato de Regantes de San Andrés y Sauces, y otros, solicitando se declare nula y sin valor ni efecto legal la Real orden de 26 de octubre de 1903, por la que se otorgó el aprovechamiento de 310 litros de agua por segundo de los manantiales Marco y Cordero, a la Sociedad Mercantil de Santa Cruz de la Palma «Hijos de Juan Yáñez».*

La Comunidad de Regantes de San Andrés y los Sauces (Isla de La Palma), formada por más de 800 propietarios de tierras y aguas del expresado término municipal, viene de antiguo, desde el siglo XVI, utilizando para riego de sus terrenos las aguas que proceden de los manantiales «Marco» y «Cordero», situados a unos 2.000 metros de altitud en los orígenes del barranco llamado del Agua, que desemboca en el mar, cerca de San Andrés. El agua que brota de estos manantiales discurre libremente por el cauce del barranco hasta un punto situado unos dos kilómetros aguas abajo, en el que mediante una pequeñísima presa de derivación llamada «La Tomada», se desvían las aguas, vertiéndolas en una acequia artificial, que las conduce hasta la zona regable.

Entendiendo la Sociedad Mercantil «Hijos de Juan Yáñez», domiciliada en Santa Cruz de la Palma (Isla de La Palma), que al discurrir el agua por el cauce natural del barranco desde los

manantiales hasta la presa de derivación, se había de perder, por filtración, parte importante del caudal, solicitó la concesión de 310 litros por segundo, tomados de los manantiales precitados.

Considerando la Administración las aguas de dichos manantiales, así como el cauce por que discurren, de dominio público, concedió el aprovechamiento solicitado, según la Real orden de 28 de octubre de 1903; pero disponiendo, como es lógico, que se respetaran los derechos preexistentes, es decir, el aprovechamiento para riego por vecinos de Los Sauces de las aguas que llegaban a La Tomada.

Consideraba la Real orden de concesión (considerando 7.º) la existencia real de filtraciones «porque el cauce es un verdadero filtro por su constitución». Realmente es así, pues el barranco corre por una masa de toba volcánica rojiza muy porosa. Obsérvese en las fotografías que acompañamos la profusa vegetación de helechos de las paredes y las manchas blanquecinas con apariencias de nubes, debidas a la cortina de gotitas de agua del continuo destilar de las paredes del barranco que tienen aspecto de verdaderas esponjas. En otros puntos, principalmente en el fondo, el barranco absorbe en vez de destilar.

En el considerando 8.º, se tomaron en cuenta las condiciones expuestas por el Ingeniero Jefe de Obras Públicas, que garantizaban el respeto absoluto al vigente estado posesorio y que permitían otorgar la concesión solicitada, sin menoscabo de los derechos existentes. Todas las condiciones se resumían en la Real orden de concesión, cuyas partes más esenciales copiamos en el anejo número 6 y sobre la que volveremos más adelante.

La primitiva Sociedad concesionaria «Hijos de Juan Yáñez» transfirió sus derechos a la casa Swanston y C.<sup>a</sup>, de Londres, cuya entidad quebró, siendo traspasada la concesión a la Sociedad «El Canal», domiciliada en Las Palmas de Gran Cana-

ria, recibiendo el superior beneplácito la cesión, según la Real orden de 13 de enero de 1913, siendo hoy, por tanto, dicha Sociedad la legítima concesionaria.

A seguida de ser concedidas las aguas, según la Real orden de octubre de 1903, recurrieron los vecinos de San Andrés y Los Sauces, propietarios de dichas tierras y aguas, que consideraban lesionados sus derechos, pues entendían que las aguas concedidas eran privadas y no podían ser otorgadas como públicas.

Desde esta fecha se han interpuesto toda clase de recursos por ambas partes litigantes; se han solicitado y obtenido prórrogas para la ejecución de las obras necesarias; se han exprimido los cerebros para buscar argucias que entorpecieran las gestiones de las partes contrarias; ¡pero hasta la fecha en que visitamos la comarca no se habían comenzado los aforos base de la Real orden de concesión! Y estos aforos son la verdadera garantía para la Comunidad de Regantes de San Andrés y Sauces; pues no sólo les asegurará el caudal que disfrutaban en pacífica posesión, sino que, por consecuencia de las indudables mejoras y de los términos de la Real orden de concesión, lo verán aumentado en los años secos.

Ultimamente en el año 1926, el Sr. López Ruiz, vecino de Santa Cruz de Tenerife (y según afirman los regantes de San Andrés y Sauces, filial de la Sociedad «El Canal»), solicitó una concesión de las aguas, que después de entrar en «La Tomada», dice, son sobrantes de las necesarias para el riego de Los Sauces; cuya solicitud, muy justificadamente, produjo seria alarma entre los sindicatos de la Comunidad y entre el vecindario de los dos pueblos en general.

No existe realmente agua sobrante para el riego después de La Tomada, y no se nos alcanza que la solicitud se fundara más que en las malas condiciones de las acequias de distribución de las aguas, que son de tierra, en oposición a todas las

distribuciones de las Islas Canarias, que avaras de la gota de agua, establecen hasta con lujo sus regueras, mejor que tolerar una pequeña pérdida de agua.

Bien es verdad, y dicho sea en abono de la Comunidad de Regantes de San Andrés y Sauces, que para construir una buena red de distribución les falta el elemento base: la certeza del caudal que en lo sucesivo han de disfrutar, y que ellos no consideran perfectamente determinado hasta que una solución firme y definitiva deslinde claramente sus derechos.

La Real orden de concesión determina en la condición 8.<sup>a</sup> la forma de practicar los aforos necesarios para garantizar plenamente los derechos existentes. Especifica que se han de practicar por el Jefe de Obras Públicas o persona en quien delegue, aforos mensuales durante cinco años en La Tomada, para riego de Los Sauces, citando con la debida anticipación a representantes de ambas partes interesadas; que se aforará la cantidad de agua que sale de La Tomada, sin que la acequia que de ésta arranca pueda sufrir modificación que altere su pendiente o sección durante los cinco años. Terminados los aforos, la entidad concesionaria queda obligada a suministrar cada día en La Tomada el volumen por segundo que resulte del máximo aforo mensual a que pertenezca el día considerado de los practicados en aquel plazo. Es evidente a todas luces que con esta condición, la Comunidad de Los Sauces queda beneficiada en los años secos.

Sólo un punto oscuro tiene la condición establecida, y es el siguiente: Dice textualmente: «Para efectuar los aforos es indispensable que no circule por el canal de la Sociedad concesionaria cantidad alguna de agua; y si dicho canal estuviera en servicio en la época de un aforo, se deberá cerrar la toma de agua correspondiente, dejando que las aguas todas discurran por el barranco hasta la tomada de Los Sauces, con la antelación necesaria, a juicio de la Jefatura de Obras Públi-

cas, para que se establezca el régimen actual de filtración; antelación que en ningún caso será menor de diez días.»

Bien se ve que si, por estar el canal en servicio, al hacer un aforo precisa verter las aguas nuevamente en el barranco seco durante un cierto número de días, las filtraciones serán de gran consideración, y si no tiene importancia para el aforo, que no se practicará hasta que se restablezca el régimen normal, sí la tiene y grande para los regantes, que verán disminuido considerablemente el caudal disponible, corriendo incluso el riesgo de la pérdida de las cosechas.

En resumen: en el caso que nos ocupa, la solución es, a nuestro juicio, que se cumpla la Real orden de concesión y que se inicien los aforos que aquélla prescribe, modificando, si la Superioridad lo estima pertinente, la condición 8.<sup>a</sup> en el sentido de que el agua no circule por el canal de la entidad concesionaria hasta que se ultimen los aforos y quede precisado el caudal que diariamente se haya de suministrar a la Comunidad de San Andrés y Sauces, en «La Tomada». Sería procedente, a nuestro juicio, que una vez determinada la división de los volúmenes de agua correspondientes a cada parte, se obligara a la Comunidad (como a todas las de las Islas Canarias) a reformar su distribución, poniéndola en condiciones de evitar las pérdidas de agua, elemento vital de riqueza y única base de prosperidad de las islas.

#### **Expedientes de la Dirección General de Minas**

*Número 1. — Solicitud del Cabildo insular de Gran Canaria, solicitando estudios de alumbramiento de aguas subterráneas.*

En el corto espacio de tiempo de nuestra permanencia en Gran Canaria, no nos ha sido posible dedicarnos a hacer un estudio general de alumbramientos de aguas subterráneas,



para el cual no hay ningún trabajo preparatorio. Hubiéramos debido comenzar por formar un mapa geológico de la isla, labor que requeriría bastantes meses de asiduo trabajo y una base topográfica con que hoy no se cuenta.

Las condiciones generales de la isla son muy favorables para que se originen mantos y corrientes subterráneas de importancia, y el gran número de fuentes y de galerías productivas que hay en explotación constituyen una comprobación de lo que decimos. La protuberancia central, que se eleva a 1.700 metros de altitud, detiene las corrientes húmedas y origina lluvias abundantes que en gran parte se infiltran en el subsuelo, merced a la porosidad extremada de la masa de *lapillis* que cubre las alturas, sobre todo en la mitad septentrional de la isla. Estas grandes masas de *lapillis* parecen corresponder a dos épocas distintas o paroxismos de la actividad volcánica. Hay un gran manto, que es sin duda muy antiguo, que descansa sobre las coladas basálticas del valle de Teror, y otro mucho más moderno, porque se le ve rellenando las grandes barrancadas de la isla, como la Caldera de Tejeda, y sus restos adosados a las escarpas de esas abruptas gargantas. Y entre el depósito de una y otra tuvieron lugar las erupciones gigantescas que acumularon esa serie de capas lávicas en que se abren las calderas de Tejeda y Tirajana, y que coronan la meseta central de Gran Canaria.

Vasto campo de estudio presenta al geólogo esa serie interminable de rocas volcánicas que forman el esqueleto de la isla, dispuestas en capas perfectamente regladas, cuya concordancia se mantiene en centenares y centenares de metros, zanjadas verticalmente por barrancos profundísimos como si la Naturaleza quisiera mostrar al observador hasta lo más profundo de sus entrañas. Dondequiera que una masa de *lapillis* descansa sobre rocas compactas se origina una fuente, y los grandes mantos de esas materias escoriáceas son las

esponjas que retienen el agua en las capas altas del terreno y regulan la producción de los manantiales. Las zonas de contacto de la antigua masa de *lapillis* con los basaltos inferiores son planos de alumbramiento por excelencia, pero también hay otras zonas interesantes, como son los contactos de los mismos materiales permeables con los macizos fonolíticos y con los de la toba amarilla traquítica.

Todas esas zonas deberían estudiarse en detalle, porque seguramente será posible alumbrar en ellas un caudal mucho mayor del ya crecido que utiliza la agricultura de la isla.

\* \* \*

*Expediente número 2. — Petición de subvención formulada por el Ayuntamiento de Fuencaliente de La Palma para descubrir el antiguo manantial medicinal denominado «Fuente Santa».*

En 10 de diciembre de 1923, el Ayuntamiento y el Presidente de la Cámara Oficial Agrícola de Fuencaliente de La Palma, solicitaron el auxilio pecuniario del Estado para realizar obras encaminadas a descubrir el emplazamiento de la fuente mineroterma conocida en tiempos con el nombre de «Fuente Santa», por sus excelentes propiedades curativas, y que desapareció al quedar cubierto el lugar de su emergencia por una colada de lava del volcán San Antonio, inmediato al pueblo de Fuencaliente, el día 17 de noviembre de 1677, es decir, hace doscientos cincuenta años.

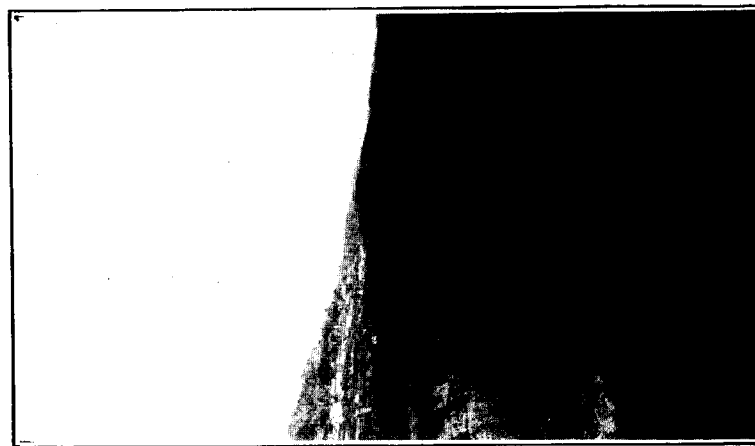
El día 4 de octubre último, los Ingenieros que suscriben visitaron, en unión del Secretario del Ayuntamiento de Fuencaliente de La Palma, D. Luciano Hernández, inteligentísimo conecedor de aquellos parajes, el lugar donde se supone estuvo emplazada la fuente en cuestión, y resultado de los estudios que realizaron sobre el terreno y de los antecedentes que pudieron reunir sobre el particular es el informe que sigue:

A unos 500 metros de distancia del pueblo de Fuencaliente hizo erupción en el año 1677 un volcán que cubrió con las escorias y lavas que arrojó por el cráter casi todo el extremo Sur de la Isla de La Palma. El último día de la erupción, el 17 de noviembre de aquel año, una corriente de lava desbordó sobre un acantilado de la costa que bordeaba una pequeña ensenada en cuya playa brotaba la Fuente Santa, y extendió sobre ella una capa de roca escoriforme de 15 a 20 metros de espesor.

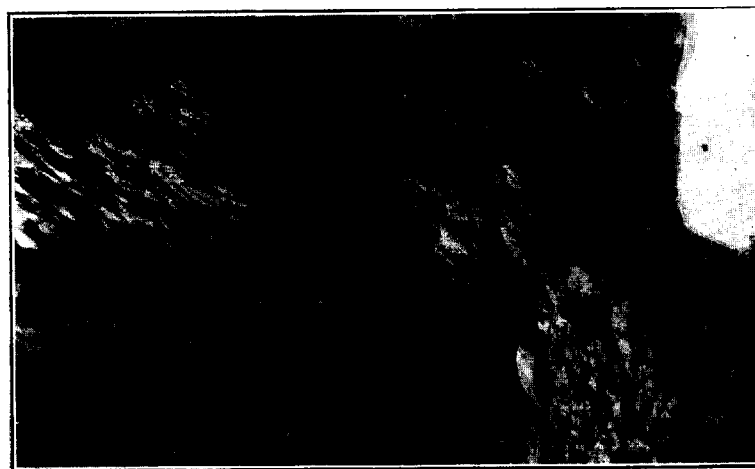
La fotografía número 22 muestra el cráter apagado de ese volcán, al que llaman Volcán San Antonio; la número 23 el aspecto del campo lávico que se extiende desde el pie del cráter hasta el acantilado de la costa, y la número 24, este antiguo acantilado que bordeaba la ensenada de la fuente, y a su pie las lavas escoriformes que cubren el emplazamiento de ésta. En esta última fotografía se ve un montón de escombros, que por efecto de la perspectiva parece hallarse justamente al pie del acantilado antiguo, pero que en realidad dista bastante de él, y que procede de excavaciones practicadas a los diez años de ocurrir la erupción con objeto de descubrir la Fuente Santa. Esa excavación la señalaron personas bien conocedoras del lugar donde la fuente se hallaba, y es, por tanto, el indicio más seguro de que se dispone para buscarla. Los trabajos comenzados en aquella época no se pudieron continuar por la falta de medios adecuados para excavar en una roca tan dura.

Por estimarlos dignos de interés consignamos a continuación algunos antecedentes que de la Fuente Santa ha logrado reunir D. Luciano Hernández y que figuran en unos apuntes que nos entregó dicho señor el día de nuestra visita.

«La admirada fuente minero-termal, cubierta por una de las diversas corrientes lávicas del volcán San Antonio, se hallaba situada en la ensenada marítima que forma el litoral entre

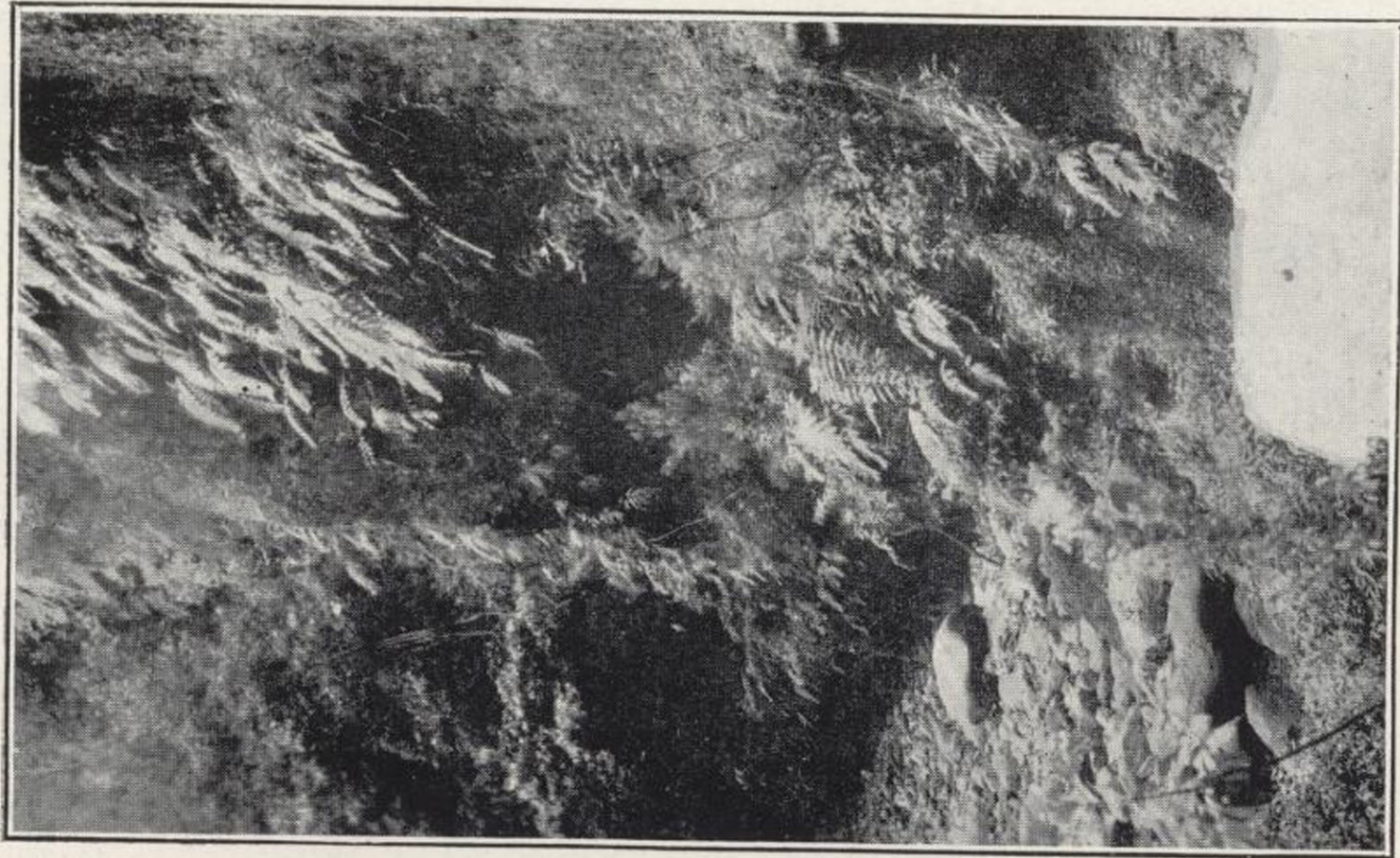


FOTOGRAFÍA NÚM. 22. — Cráter del volcán San Antonio y Fuencaliente en el fondo.

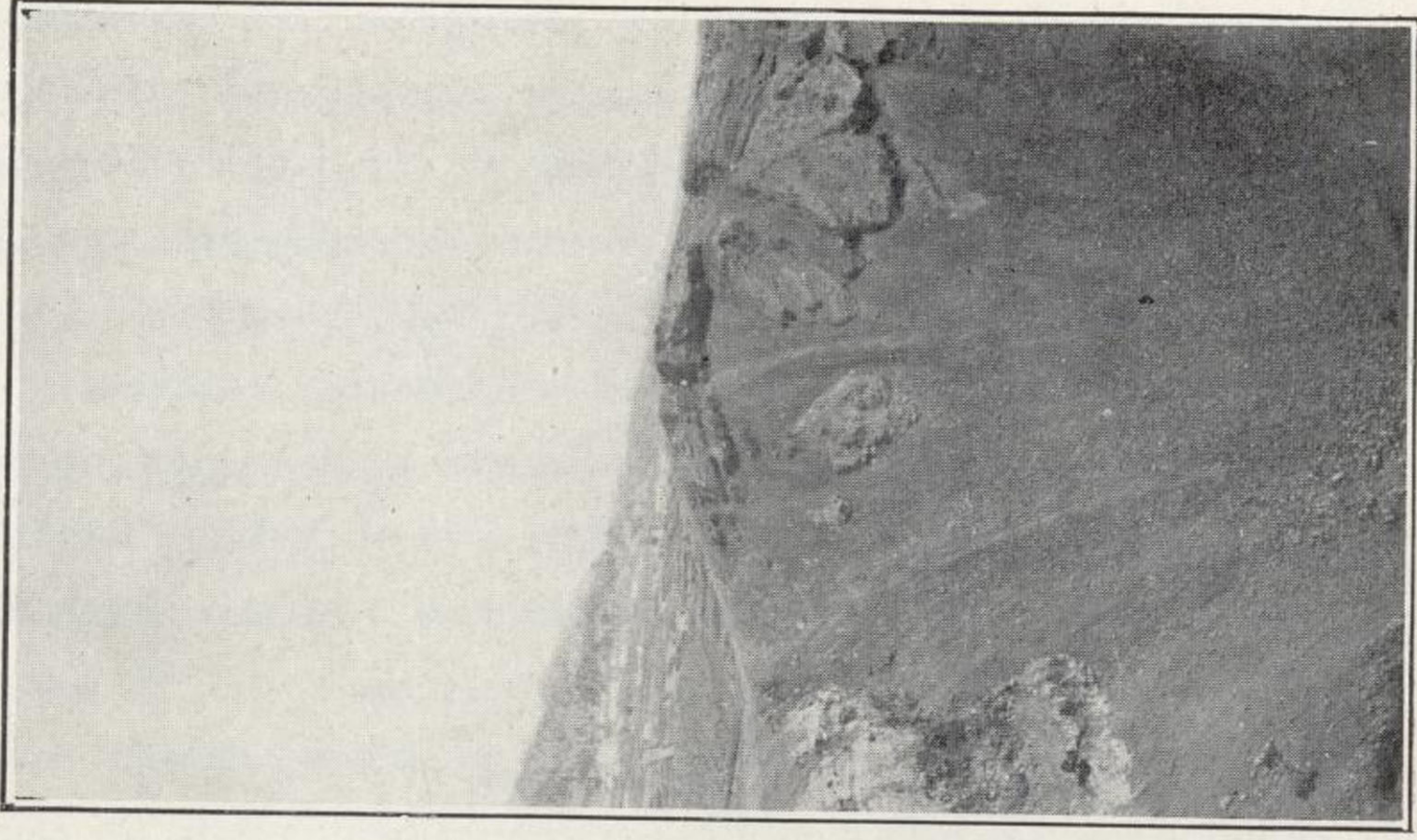


FOTOGRAFÍA NÚM. 21. — Barranco del Agua en Los Sauces: Un rincón entre La Tomada y los manantiales.





FOTOGRAFÍA NÚM. 21. — Barranco del Agua en Los Sauces: Un rincón entre La Tomada y los manantiales.



FOTOGRAFÍA NÚM. 22. — Cráter del volcán San Antonio y Fuencaliente en el fondo.





la playa de los Portugueses y Puerto Nuevo, donde hoy está el faro de Fuencaliente, punto Sur de la Isla de La Palma, y casi frente a la punta de Malpique. Dicha ensenada la rodean riscos acantilados anteriores al volcán y que éste no destruyó, conocidos en el pueblo por «vetas de la Bajá del Palo».

»La fuente llamada por los guanches aborígenes «tagragito», que quiere decir en su dialecto «agua caliente», dió origen al actual nombre de este pueblo. Sus abundantes aguas brotaban auxiliadas por la pleamar al pie de un risco de tosca blanda de color plumizo, en la que los concurrentes a los baños hacían piletas o pozas para tomarlos, siendo dichas aguas de maravilloso efecto para la curación de todas las enfermedades venéreas, cutáneas y reumáticas, y se asegura que hasta de la lepra, lo que atraía a tomar dichas aguas a los enfermos, no sólo de estas islas, sino hasta de Europa.

»Los historiadores de estas islas, Núñez de la Peña y Viera y Clavijo, hacen mención de las virtudes de las referidas aguas.

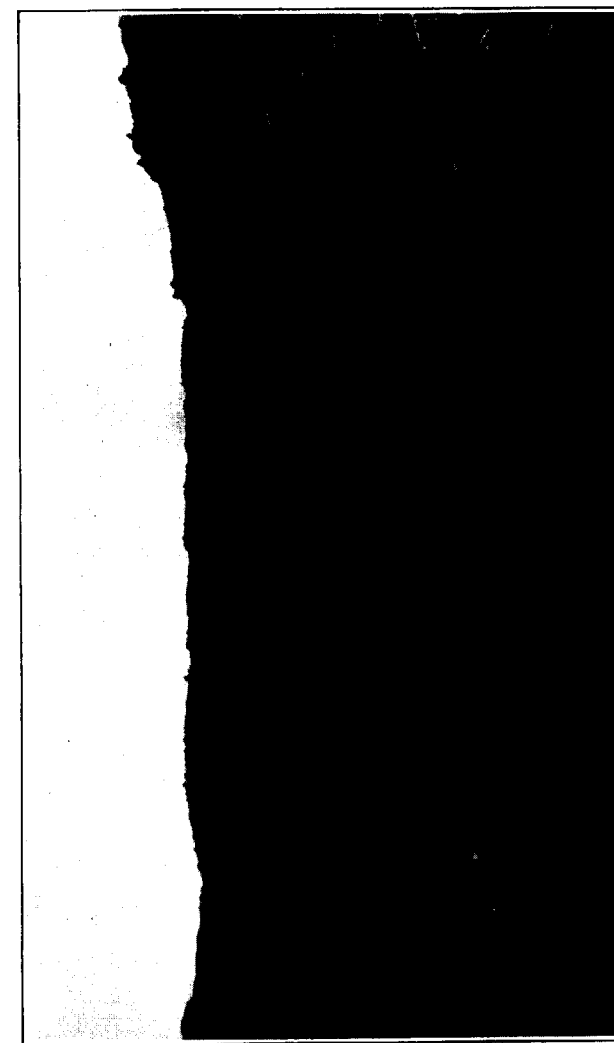
»El licenciado D. Juan Pinto de Guisla, visitador eclesiástico de esta isla, al extender el acta de la visita que hizo a la ermita de San Antonio Abad el 24 de agosto de 1680, escribió de su puño y letra lo siguiente: «Cerca de esta ermita, en »la costa del mar, está la Fuente Santa, que por lo cálido de »sus aguas dió nombre al distrito de Fuencaliente y por lo »medicinal para varias enfermedades recibió el nombre de Santa. »Concurrían a ella todos los veranos muchos enfermos, no sólo »de esta isla, sino de las demás a beber el agua y gozar de »sus baños, de cuya concurrencia por las limosnas que adjuntaban los mayordomos lograba la ermita conveniencia y los vecinos de aquel término de vender sus frutos y crianzas, con »lo que estaban razonablemente reparados; pero extinguida »esa fuente, ha cesado esta conveniencia con un volcán que »reventó en el mes de noviembre de 1677, que, arrojando una

»materia encendida, corrió flúida por diferentes brazos hasta  
 »entrar en el mar, dejando cubierta la Fuente Santa, sin espe-  
 »ranzas de que pueda descubrirse, porque la materia, después  
 »de fría, ha quedado reducida a risco, que por su altura es casi  
 »tan imposible deshacerlo y llegar a la profundidad donde es-  
 »taba la fuente.»

»Diez años después de reventar el volcán (1687) los veci-  
 nos hicieron una excavación en el sitio donde estaba la fuente,  
 pero sin medios para seguir los trabajos, quedando la señal  
 por si sus descendientes pudieran proseguirlos.

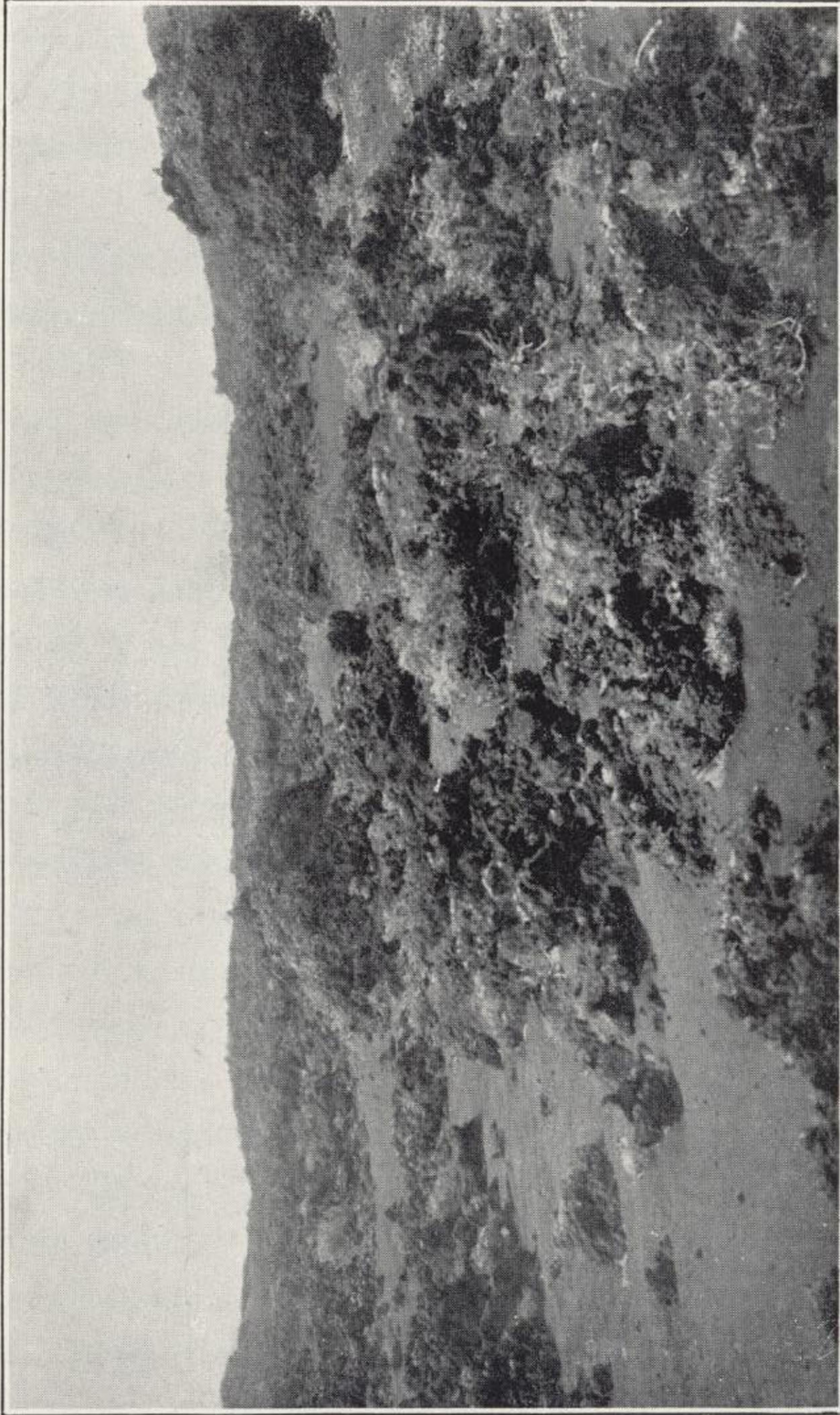
»Frente al sitio donde estaba la fuente y bañada por el  
 mar está la Cueva de la Punta de Malpique, y en ella, antes  
 de llenarla las olas de piedras, se veía en las bajas mareas  
 correr agua dulce y tibia que aun contaminada con la del mar  
 tenía virtudes medicinales. Esto se tiene por cierto, pues  
 el Ilmo. Obispo de Canarias, D. Pedro Manuel Dávila y Cár-  
 denas, que visitó esta isla en julio de 1733, en su libro de  
 constituciones sinodales del Obispado de Canarias, impreso  
 en Madrid por Diego Peralta el año 1737, al folio 50 y al  
 hacer reseña de su visita al lugar de Maro, nombra la ermita  
 de San Antonio y que en su jurisdicción se halla una fuente  
 admirable para baños que «había años se había perdido y en  
 »tiempo de mi visita se descubrió». Y en el mismo folio, al  
 reseñar la de los Llanos y Tzacorte, dice «de las reliquias  
 »que dejó el V. P. Ignacio de Acevedo, de la Compañía de  
 »Jesús, que padeció martirio hacia la Fuente Santa, que es la  
 »misma que apareció en tiempo de mi visita, en lugar donde  
 »fué apresado por unos herejes con 39 compañeros».

»El ilustrado sacerdote honra de esta isla D. Manuel Díaz,  
 estuvo en abril de 1801 en el sitio donde estuvo dicha fuente  
 y levantó un croquis del mismo y del volcán, y solicitó del  
 Gobierno auxilios para descubrirla, no obteniendo resultado  
 los humanitarios y patrióticos esfuerzos que hizo con tal fin,



FOTOGRAFÍA NÚM. 23. — Campo lávico del volcán San Antonio.





FOTOGRAFÍA NÚM. 23. — Campo lávico del volcán San Antonio.



seguramente por el deplorable estado a que llegó nuestra nación en aquellos tiempos de Carlos IV.

»La Diputación de Canarias, en sesión de 30 de abril de 1838, a petición del ilustrado doctor palmero D. Juan Antonio Pérez, acordó declarar de interés público el descubrimiento de la Fuente Santa, pero la módica cantidad dispuesta a este objeto sólo alcanzó para hacer unos pequeños trabajos preparatorios.»

Según se desprende de lo transcrito, la Fuente Santa debía manar a pequeñísima altura sobre el nivel del mar, toda vez que estaba influida por la acción de la marea. Es de suponer, por tanto, que para descubrirla haya que atravesar un espesor de lava equivalente a la diferencia de nivel que existe en el punto donde se iniciaron las exploraciones y el mar, que es de unos 20 metros. Las labores de busca han de comenzar por un pozo de esa profundidad y continuar después con dos o más galerías radiales abiertas ya sobre el terreno antiguo de la ensenada. El pozo podría tener una sección rectangular de 2,50 por 2 metros, y las galerías, sección de 1,80 de alto y 1,50 de ancho. De galerías supondremos que haya que efectuar en total 150 metros para suplir el error que pudiera haber en el emplazamiento de la antigua labor de exploración, y en cuanto a precios admitiremos: para las galerías, el mismo que, para las galerías que denomina transversales, señala el Ingeniero de Minas D. Pedro Armendáriz y Guerra en el proyecto por él redactado para descubrir la Fuente Santa y que está unido al expediente de solicitud de subvención, y para el pozo, 40 pesetas por metro cúbico de excavación, que es casi exactamente el que consigna el citado Ingeniero para la galería en basalto, con lo cual el metro lineal de pozo, que no ha de necesitar entibaciones ni revestimientos, los calculamos en 200 pesetas.

En esta forma, los tres primeros apartados del presupuesto

por el Sr. Armendáriz, deben, a nuestro juicio, sustituirse por los dos siguientes:

20 metros de pozo en escoria basáltica de 2,50 por 2 metros de sección, a 200 pesetas. . . . .	4.000
150 ídem de galería de 1,80 de alto por 1,50 de ancho, a 85 pesetas el metro lineal. . . . .	12.750

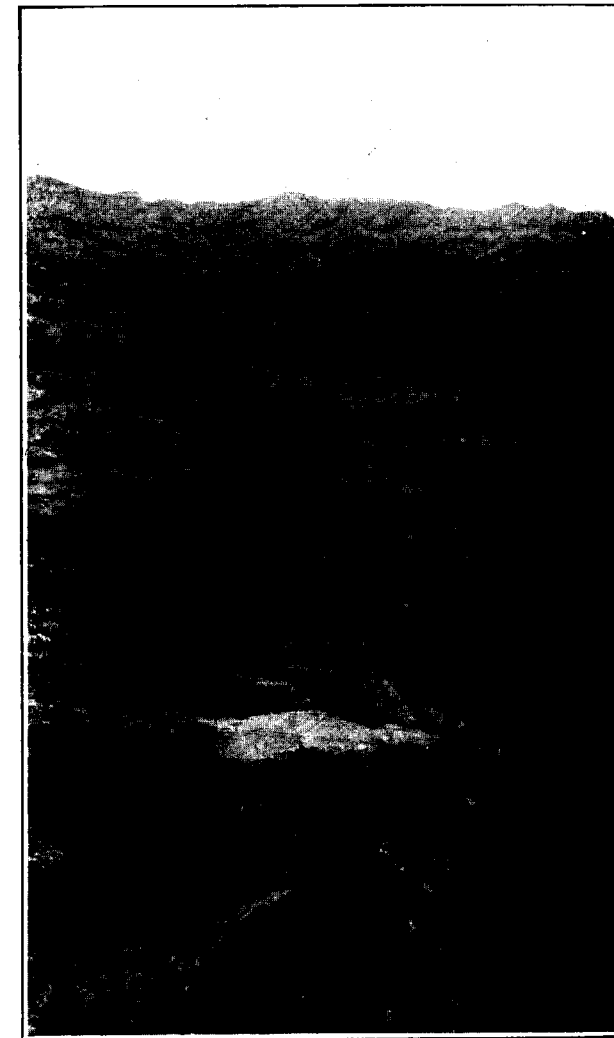
Sumando a estas dos partidas el resto del presupuesto formulado por el Sr. Armendáriz, que estimamos bien establecido, resulta un total de pesetas 31.350, a cuya cantidad debe agregarse un 1 por 100 de imprevistos, un 5 por 100 de Dirección y Administración y un 9 por 100 de beneficio de contrata: total, 15 por 100, con lo que se llega a la cifra de 36.052,50 pesetas, que es lo que estimamos en que debería subvencionarse al Ayuntamiento de Fuencaliente de la Palma para ejecutar las obras que tiene solicitadas.

Entendemos, además, que es muy justa la aspiración del pueblo de Fuencaliente de que el Estado le ayude en una empresa que puede reportar extraordinarios beneficios a aquella localidad y que constituye para sus habitantes la resolución de un asunto tradicional.

\* \* \*

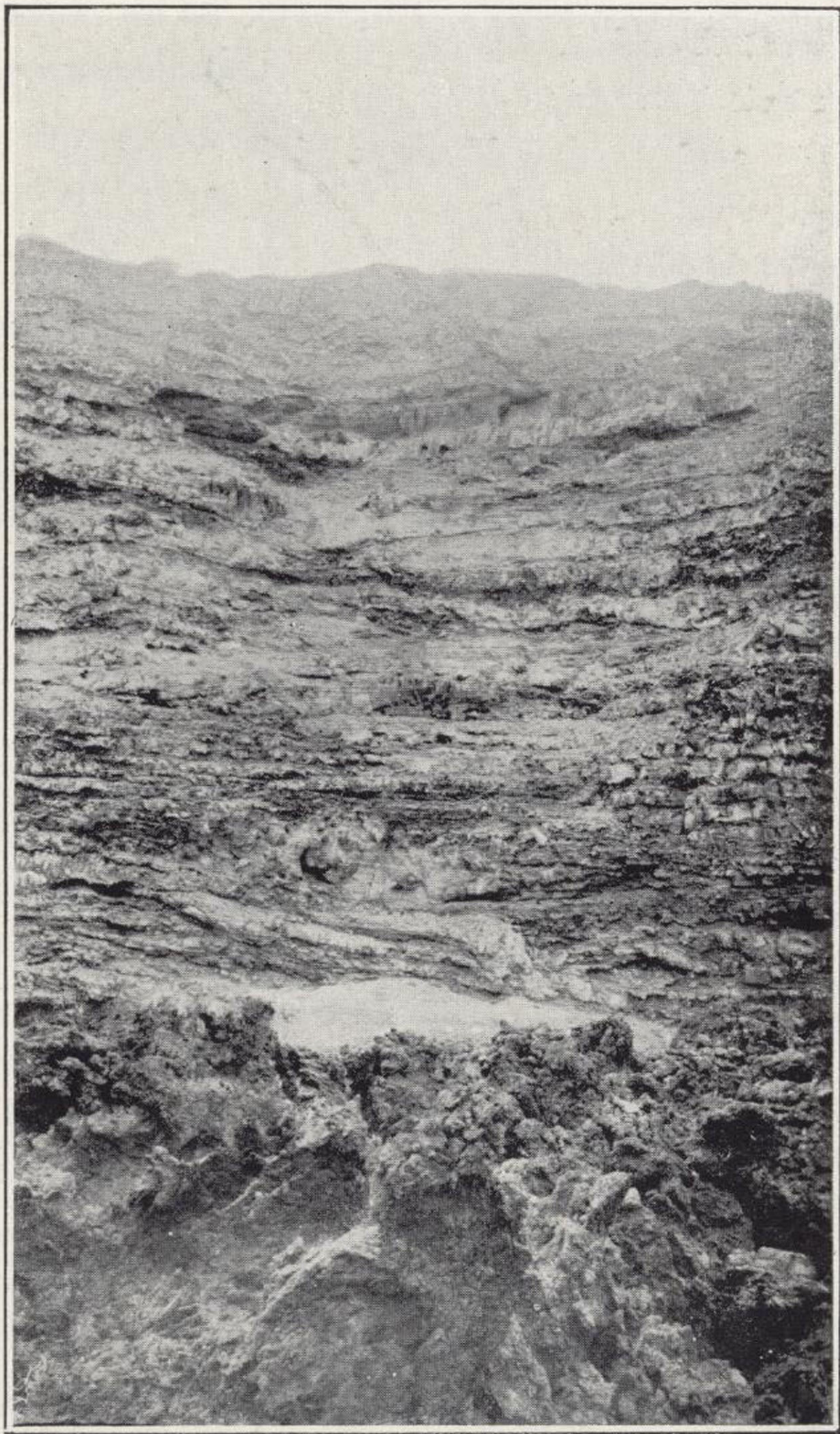
*Expediente número 3. — Solicitud de obras de alumbramiento de aguas en el término de Tetir, de la Isla de Fuerteventura.*

Se solicita en este expediente que por el Estado se lleven a cabo algunas obras de alumbramiento de aguas en la Isla de Fuerteventura, de acuerdo con el informe presentado por el Ingeniero del Instituto Geológico D. Alfonso Fernández. Estimamos innecesario dictaminar en este expediente, porque en todos los puntos de la isla donde D. Alfonso Fernández proponía que se hicieran obras de alumbramiento de aguas, se han



FOTOGRAFÍA NÚM. 24. — Acantilado antiguo de la ensenada de la Fuente Santa, y a su pie, la lava del volcán San Antonio.





FOTOGRAFÍA NÚM. 24. — Acantilado antiguo de la ensenada de la Fuente Santa, y a su pie, la lava del volcán San Antonio.



abierto una porción de pozos en los últimos años, en general con buen éxito, y la iniciativa particular no tiene ya necesidad para su desarrollo de las obras tipo que en otro tiempo hubieran sido muy convenientes.

\* \* \*

*Expediente número 4. — Instancias del Cabildo insular de la Gomera y del Ayuntamiento de Alajero, de la misma isla, solicitando estudios de aguas subterráneas.*

Ya hemos dicho anteriormente que por dificultades en las comunicaciones interinsulares y el poco tiempo de que disponíamos para estudios de carácter general, hubimos de prescindir del viaje a la Isla de la Gomera, por lo que nada podemos informar acerca de esas instancias.

Con la presentación de estos informes damos por terminada la misión que nos confió el Excmo Sr. Ministro de Fomento, en cuyo desempeño hemos puesto nuestro mejor deseo, muy por encima de nuestras aptitudes, de coadyuvar a la solución de los graves problemas que plantea en Canarias el aprovechamiento de las aguas, tanto superficiales como subterráneas. Tal vez no hayamos acertado en unos casos a exponer con claridad suficiente la esencia de los defectos que hemos querido poner de manifiesto y que, a nuestro juicio, necesitan más inmediato correctivo, y, en cambio, en otros nos hayamos expresado con demasiada crudeza. Pero téngase por cierto que nuestro único propósito ha sido dar a conocer, con la sinceridad que comprendíamos que se nos debía exigir, las impresiones recibidas durante nuestra estancia en el Archipiélago, dedicados constantemente al estudio de tan interesantes cuestiones.

Sólo nos queda dar las gracias al Excmo. Sr. Ministro por la confianza que en nosotros, inmerecidamente, depositó, al encomendarnos misión tan delicada, y hacer votos por que

nuestros hermanos del Archipiélago, que con amor al trabajo y constancia poco frecuentes han convertido en un paraíso los desnudos campos de lava, sigan aumentando las riquezas de aquel país en una era de plena actividad de iniciativas y de una constante armonía de intereses mutuamente respetados. Si a la realización de esos deseos pudiéramos contribuir, siquiera en ínfima escala, con este modesto trabajo, nuestra íntima satisfacción recompensaría con creces nuestro esfuerzo.

*Madrid, febrero de 1928.*

JUAN GAVALA.

ENRIQUE GODED.

## INDICE DE ANEJOS

*Anejo núm. 1.* — Real orden de nombramiento de la Comisión.

*Anejo núm. 2.* — Real orden de 27 de noviembre de 1924.

*Anejo núm. 3.* — Índice de expedientes.

*Anejo núm. 4.* — Algunas cifras de valores de agua en Gran Canaria.

*Anejo núm. 5.* — Variaciones de caudal de las galerías de los Realejos.

*Anejo núm. 6.* — Extracto de la Real orden de concesión a que se refiere el expediente número 8.

*Anejo núm. 7.* — Bases de arreglo que propone un buscador de agua de buena fe a la Comunidad de regantes, que se opone a sus trabajos.

## **ANEJO NÚMERO 1**

*Real orden de nombramiento de la Comisión.*

«Vistas las peticiones que repetidamente vienen formulando diversas Corporaciones y entidades de las Islas Canarias en orden a la conveniencia de modificar los preceptos de la Real orden de 27 de noviembre de 1924, referente al alumbramiento de aguas subterráneas y a la urgente necesidad de aumentar por cuantos medios sean posibles los caudales de agua que actualmente se aprovechan:

»Considerando que dada la escasez de aguas que con tanta intensidad se deja sentir en aquel Archipiélago, es de la mayor importancia que por personal técnico especializado y de reconocida competencia se verifique sobre el terreno un estudio de carácter general referente, tanto a los embalses que podrían establecerse para el mejor aprovechamiento de las aguas superficiales, como a los sondeos, pozos y galerías que convendría ejecutar para la investigación y alumbramiento de nuevos caudales de las subterráneas, a cuyos efectos convendría comisionar a un Ingeniero de Minas afecto al Instituto Geológico y Minero de España y a otro de Caminos con destino en servicios hidráulicos:

»Considerando que algunos de los expedientes que obran en este Ministerio y se refieren a aprovechamientos de aguas en las islas de referencia o a petición de auxilio para su alumbramiento, requieren para su más acertada resolución un informe previo emitido por personal técnico después de recoger *in situ* las observaciones y datos que sean procedentes, cuya misión, por razones de orden técnico y económico, conviene sea



desempeñada por los mismos Ingenieros que efectúan los estudios indicados en el considerando anterior:

»Considerando las aptitudes que en orden a los servicios expresados anteriormente tienen demostradas los Ingenieros de Minas y de Caminos, Canales y Puertos, respectivamente, don Juan Gavala y D. Enrique Goded, afectos el primero al Instituto Geológico y Minero de España y Director el segundo del Pantano de Guadalcaín,

»Su Majestad el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer:

»Primero. Que los mencionados Ingenieros D. Juan Gavala y D. Enrique Goded vayan en Comisión a Islas Canarias con objeto de verificar cuantos estudios sean necesarios:

»a) Para proponer a la Superioridad las reformas que puedan introducirse en la Real orden de 27 de noviembre de 1924, con objeto de que, sin menoscabo de la salvaguarda de los aprovechamientos de agua preexistentes, puedan tramitarse con más rapidez los expedientes relativos a nuevos alumbramientos.

»b) Para formular el plan general de embalses de aguas superficiales y el de alumbramiento de las subterráneas que deban hacerse en las diversas islas del Archipiélago canario, para el mejor aprovechamiento de sus recursos naturales.

»c) Para informar a este Ministerio en cuantos expedientes relativos a materia de aguas incoados en dichas islas se les señale por las Direcciones Generales respectivas.

»2.º Que para atender a los gastos que se originen con motivo de la expresada Comisión, y habiéndose cumplido el trámite de intervención del Tribunal Supremo de la Hacienda pública, se libren a favor del Habilitado del Instituto Geológico y Minero de España la cantidad de 6.000 pesetas, con cargo al capítulo 1.º, artículo 4.º, concepto 1.º del vigente Presupuesto, a justificar en la forma y plazos reglamentarios, independientemente de lo cual se señalará a los expresados Ingenieros

una gratificación especial por este servicio, en armonía con el trabajo efectuado, una vez que hayan cumplido su cometido.

»De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. — Madrid, 14 de junio de 1927. — Firmado: *Rafael Benjumea y Burín*.

»Sres. Directores generales de Obras públicas y Minas.»

## ANEJO NUMERO 2

*Parte dispositiva de la Real orden de 27 de noviembre de 1924.*

»Su Majestad el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer;

»1.º Que los concesionarios de minas de las Islas Canarias no podrán emprender trabajos mineros de ninguna especie dentro de sus concesiones sin la presentación previa, ante la Jefatura del distrito Minero, del proyecto correspondiente, cuya Jefatura emitirá dictamen acerca de si dichos trabajos pueden perjudicar o no a los aprovechamientos de aguas que existan dentro o fuera del perímetro de la concesión respectiva, no autorizándose, en caso afirmativo, la ejecución de los mismos hasta tanto que los dueños de las concesiones mineras presten una fianza equivalente al valor de las aguas justipreciadas en la forma que determina la ley de Expropiación forzosa, a tenor de lo dispuesto en el artículo 81 del reglamento para el régimen de la minería de 16 de junio de 1905.

»2.º Que a la ejecución de las obras de alumbramiento de aguas en terrenos particulares de las mismas islas por medio de pozos que no sean de los definidos como ordinarios en el artículo 20 de la ley o por medio de socavones o galerías, deberá preceder el permiso de la autoridad correspondiente, que no podrá ser otorgado sin el informe previo de las Jefaturas de Obras Públicas y de Minas acerca de la influencia que el alumbramiento pueda tener sobre los aprovechamientos de todo género preexistentes y sin el afianzamiento especificado en el

apartado anterior, cuando del informe antedicho se deduzca la posibilidad de ser perjudicados esos derechos.

»3.º Cuando el informe de la Jefatura de Minas en relación con los trabajos a que se refiere el artículo 1.º, o el de las Jefaturas de Obras Públicas y de Minas, en lo que se relacionan con los indicados en el artículo 2.º, lo fuera en el sentido de que las obras proyectadas no habrían de tener influencia sobre los aprovechamientos preexistentes, se dará por la autoridad gubernativa traslado del mismo a los dueños de aquellos aprovechamientos, y si no estuvieran conformes con las conclusiones del informe podrán acudir en alzada, dentro del plazo de treinta días, ante el Ministro de Fomento, el cual, antes de dictar resolución definitiva oírá necesariamente al Instituto Geológico de España, cuando se trate de obras de alumbramiento en terrenos particulares, sin que en ningún caso pueda darse principio a los trabajos proyectados antes de que recaiga resolución ministerial en el recurso de alzada.

»De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. — Madrid, 27 de noviembre de 1924. — El Subsecretario encargado del Ministerio, firmado, *Vives.*»

### ANEJO NÚMERO 3

#### ÍNDICE DE EXPEDIENTES

##### *Expedientes de la Dirección General de Obras Públicas.*

Número 1. — Instancia de D. Eduardo Morales Díaz en representación de la Comunidad de Regantes de Satautejo y la Higuera, pidiendo se decrete la suspensión de las obras para el alumbramiento de aguas concedido a D. J. M. Elizaga, mientras no se demuestre que en dichas obras no se merma el causal propiedad de dicha Comunidad.

Número 2. — Instancia de D. Pablo Cabrera, pidiendo mo-

dificación de la ley de Aguas en cuanto afecte a alumbramiento en las Islas Canarias.

Número 3. — Instancia de D. Manuel Pérez y otros vecinos de Teror, quejándose por no decretarse suspensión de obras de alumbramiento de la Comunidad El Faro.

Número 4. — Recurso de alzada interpuesto por D. Antonio Martel Suárez y otros, contra resolución del Delegado del Gobierno en Gran Canaria, suspendiendo las obras de alumbramiento de aguas subterráneas en término de Valsequillo.

Número 5. — Expediente y proyecto de alumbramiento de aguas subterráneas en el barranco de Ajui, término de Pájara, Isla de Fuerteventura, incoado a petición de D. Pedro Manrique de Lara.

Número 6. — Recurso de D. Nicolás Díaz de Aguilar, Presidente de Comunidad de Regantes de Tenoya y otros, por no estar conformes con las conclusiones e informes de la Jefatura de Obras Públicas y Minas en expediente de alumbramiento solicitado por la Comunidad de Quiebramonte.

Número 7. — Recurso de D. Eusebio Pérez Falcón, como Presidente de la Comunidad de Quiebramonte, contra resolución del Gobierno ordenando se destruyan las obras abusivamente construídas por la Comunidad en término de Teror.

Número 8. — Instancia de D. Norberto Paz González, Presidente del Sindicato de la Comunidad de Regantes de los Sauces y otros, solicitando se declare nula y sin valor ni efecto legal la Real orden de 28 de octubre de 1903, por la que se otorgó el aprovechamiento de 310 litros de agua por segundo de los manantiales «Marco» y «Cordero» a la Sociedad Mercantil de Santa Cruz de la Palma «Hijos de Juan Yáñez».

##### *Expedientes de la Dirección General de Minas.*

Número 1. — Solicitud del Cabildo insular de la Gran Canaria, de 29 de marzo de 1922, pidiendo el envío de una Comi-







Enero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sepbre.
		<i>La Fuente.</i>					
		9.007	9.559		9.105	9.100	9.193
		<i>Furnias.</i>					
		3.566				3.500	3.410
		<i>Florida Baja o Madre Mía.</i>					
		41	50		62		
		<i>Fuente de Tigaiga.</i>					
							206
137		<i>Guinderos.</i>					
		135	118		111		
		<i>Godines.</i>					
	1.520	1.396			1.394	1.400	1.321
		<i>Gañanía.</i>					
		324					
		<i>Gordejuela.</i>					
		3.110					
		<i>Hoya de Plano Blanco.</i>					
		3.569				3.400	
3.200		<i>Haya o Rosita.</i>					
		1.481			1.179		
		<i>Helechera.</i>					
		3.500					
		<i>Hondura.</i>					
		1.235				1.230	1.201
		<i>Mejor.</i>					
		240	249		236		
		<i>Madroño.</i>					
					94		
		<i>Perera.</i>					
		11.500					
		<i>Patronato o Kreis.</i>					
2.169		2.185					2.109

Enero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sepbre.
		<i>Progreso.</i>					
		94	92		99		
		<i>Pinitos.</i>					
		189	194		190		
		<i>Puerta de la Florida o Grillo.</i>					
		934	934				888
		<i>Príncipes.</i>					
					2.162		
		<i>Romero.</i>					
1.391		1.384	1.371		1.041		
		<i>Salto de Romero.</i>					
	296	286	278		276		
		<i>Salto del Infierno.</i>					
		611	549				
		<i>Sauce.</i>					
		300					

## MEDIDAS VERIFICADAS EN 1918

Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sepbre.	Octubre
		<i>Azadilla Vieja.</i>					
661		810	753	689	682	661	704
		<i>Azadilla Nueva.</i>					
		128	128	174			
		<i>Aguamansa.</i>					
				654			
		<i>Barbuzano.</i>					
1.906		1.740	1.715				
		<i>Cantillo o Conejos.</i>					
						443	
		<i>Dula.</i>					
				15.922			

Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septbre.	Octubre
			<i>Empresa.</i>				
				6.219			
			<i>Furnias de Gorvorana.</i>				
	427	432					
			<i>Fuente de Tigaiga.</i>				
		225	207				
			<i>La Fuente.</i>				
			6.838		8.992		
			<i>Furnies.</i>				
	3.213			3.053			
			<i>Florida Baja o Madre Mia.</i>				
	97					83	
			<i>Godines.</i>				
1.275			1.340	1.280			
			<i>Guinderos.</i>				
						117	
			<i>Gañanía.</i>				
						443	
			<i>Haya o Rosita.</i>				
1.152	1.152	1.167				1.139	
			<i>Helechera.</i>				
			3.000		3.000		
			<i>Hondura.</i>				
1.192				1.108			
			<i>Llanadas.</i>				
			324				
			<i>Madre Juana.</i>				
235			257	227			
			<i>Mejor.</i>				
	313				261		
			<i>Madroño.</i>				
	11				105		

Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septbre.	Octubre
			<i>Príncipes.</i>				
2.756		3.094		2.682	2.510	2.408	2.568
			<i>Patronato o Kreis.</i>				
	2.251		2.297		2.313		
			<i>Puerta de la Florida o Grillo.</i>				
				879			
			<i>Romero.</i>				
	1.271				1.281		
			<i>Rambla de Castro (Madre del Agua).</i>				
							1.848

## ANEJO NÚMERO 6

*Extracto de la Real orden de Concesión a que se refiere el expediente núm. 8.*

MINISTERIO DE AGRICULTURA, INDUSTRIA, COMERCIO  
Y OBRAS PÚBLICAS

«DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS.—  
AGUAS.—Examinado el expediente incoado por la Sociedad Hijos de Juan Yáñez, establecida en Santa Cruz de la Palma (Canarias), solicitando la concesión de 310 litros de agua por segundo de tiempo, tomados de los manantiales de Marco y Cordero, para riegos de terrenos de las Lomadas y San Andrés, en término municipal de San Andrés y Sauces:

»Resultando que el expediente se ha tramitado con sujeción a las disposiciones vigentes, presentándose en el período de información pública oposiciones a la concesión, firmadas por varios individuos, unos en nombre propio y otros en representación de numerosos opositores:

»Considerando que los derechos que pueden ostentar los



opositores son al agua que llega naturalmente a la toma que vienen utilizando:

»Considerando que el cauce natural por donde discurren las aguas de los manantiales de Cordero y Marco, es de dominio público, porque ni aparece hecha donación de él, ni se han ejecutado actos lícitos de dominio privado sobre él, pues como afirma el Ingeniero Jefe en su informe, se confunden lastimosamente por los opositores las palabras lindar y atravesar, y el cauce de que se trata es lindero de los terrenos de propiedad particular, pero no forma parte de ellos. Si alguna obra se ha hecho por particulares en el cauce ha sido abusiva como hecha sin autorización y de ella no puede dimanar ningún derecho:

»Considerando que las aguas solicitadas son las que se pierden por filtración entre el nacimiento y la toma y que en el proyecto presentado aparecen datos de aforos que demuestran la existencia de esas filtraciones, afirmando el Ingeniero Jefe en su informe que es natural que existan, porque el cauce de que se trata es un verdadero filtro por su constitución:

»Considerando que las condiciones propuestas por el Ingeniero Jefe garantizan el respeto absoluto al estado posesorio actual y que puede, por tanto, sin menoscabo de los derechos adquiridos, otorgarse la concesión solicitada, que ha de producir beneficiosos resultados en la comarca y aumento considerable en la riqueza pública,

»S. M. el Rey (q. D. g.), conformándose con lo propuesto por la Dirección General de Obras Públicas, de acuerdo con lo informado por el Consejo de las mismas, ha tenido a bien acceder a lo solicitado con las condiciones siguientes:

»1.<sup>a</sup> Se concede a la Sociedad Hijos de Juan Yáñez el aprovechamiento de 310 litros de agua continua por segundo de tiempo, procedente de los manantiales de Cordero y Marco, en término municipal de San Andrés y Sauces, de la

Isla de la Palma, destinados al riego de terrenos en las Lomadas de San Andrés, por plazo de noventa y nueve años y de modo que para su explotación se empleen las tarifas presentadas.

»7.<sup>a</sup> La Sociedad concesionaria deberá, ante todo, ejecutar las obras necesarias y establecer aparatos indispensables para que lleguen a la *Tomada* o punto donde se detienen las aguas del cauce del barranco de Agua, con destino al riego existente en las dos haciendas de Los Sauces, de los Señores y de los Príncipes, el volumen de agua por segundo que por el procedimiento señalado en la cláusula siguiente como representativo del que disfruta el mencionado riego existente, y solamente después de suministrar en dicha *Tomada* el volumen señalado, podrá la Sociedad utilizar el volumen de agua sobrante, si bien con la limitación que ha de establecer el módulo a que hace referencia la cláusula anterior.

»8.<sup>a</sup> Para fijar el volumen de agua por segundo que habrá de suministrarse en los diferentes días del año en la *Tomada* para riego de Los Sauces, se practicarán por el Ingeniero Jefe de Obras Públicas de la provincia o por persona en quien delegue, aforos mensuales durante cinco años en la *Tomada* de riego de Los Sauces, citando con tres días de anticipación a los interesados en la concesión y a los de los riegos existentes, o por personas que a unos y a otros representen para que presencien los aforos.

»Estos se harán determinando la cantidad de agua que sale de la *Tomada*, sin que la acequia que arranca de la misma para los riegos existentes pueda sufrir, durante los cinco años, modificaciones que alteren su pendiente ni su sección transversal. Para efectuar los aforos es indispensable que no circule por el canal de la Sociedad concesionaria cantidad alguna de agua, y si dicho canal estuviera en servicio en la época de un aforo, se deberá cerrar la toma de agua correspondiente, dejando

que las aguas todas discurran por el barranco hasta la Tomada de Los Sauces, con la antelación necesaria, a juicio de la Jefatura de Obras Públicas, para que se establezca el régimen actual de filtración; antelación que en ningún caso será menor de diez días.

»Hasta que no empiece a circular el agua por el canal de la Sociedad concesionaria, el aprovechamiento del riego de Los Sauces se hará como hasta aquí, pues durante ese tiempo el agua circulará bajo el régimen actual de filtración por el barranco; pero desde el momento en que empiece a utilizarse aquel canal, *se suministrará cada día en la Tomada de Los Sauces el volumen de agua por segundo que resultase mayor en aforos anteriores hechos en el mes a que pertenezca el día considerado. Terminado el plazo de cinco años, durante el cual se hayan practicado los aforos, quedará definitivamente fijado, siguiendo el procedimiento anterior, el volumen continuo de agua que por día habrá que suministrar a la Tomada de Los Sauces en cada uno de los meses del año.*

»De todo aforo se levantará la correspondiente acta firmada por los asistentes; entendiéndose que la parte que no asista al acto, por sí o en representación, se conforma con los resultados que en aquélla se consignen.

»14. Las obras empezarán dentro de un plazo de seis meses, a contar de la fecha de la concesión, y terminarán dentro de tres años, contados desde el instante de su comienzo.

»15. Esta concesión caducará si la Sociedad concesionaria faltase a cualquiera de las anteriores cláusulas; y

»16. Como garantía del cumplimiento de las condiciones, el concesionario depositará el 3 por 100 del presupuesto de las obras.

»De orden del Sr. Ministro lo participo a V. S. para su conocimiento, el del Ingeniero e interesados, y publicación en el *Boletín Oficial* de la provincia.

»Dios guarde a V. S. muchos años. Madrid, 28 de octubre de 1903. — El Director general, *San Luis*. — Sr. Gobernador civil de Canarias.»

### ANEJO NÚMERO 7

*Bases de arreglo que propone un buscador de agua de buena fe, a la Comunidad de Regantes que se opone a sus trabajos.*

Incluimos en este anejo las bases de arreglo que un buscador de aguas de buena fe, D. Gabino Dorta, de Los Silos (Tenerife), propone al Heredamiento de Daute, para, con la conformidad de esta Comunidad, poder emprender los trabajos de alumbramiento que proyecta. Por coincidir en muchos extremos con las soluciones que proponemos, nos ha parecido interesante reproducirla.

«Por si la Sociedad Heredamiento de Daute dudase de si causa o no perjuicios, estimo quedará suficientemente garantizada con la proposición siguiente:

»Primero. Colocaré una tubería que se estime prudente desde la boca de la galería en que efectúe los trabajos hasta la última fuente que poseen, o sea la de la Piedra de los Cochinos, con el fin de que si en estos trabajos apareciese alguna cantidad de agua, en el acto pase al acueducto de *Daute*, para luego ventilar o aclarar si es o no desviada de las fuentes antes citadas, sin que sus cultivos sufran una merma de riegos en el tiempo en que se hagan tales aclaraciones si resultasen perjudicadas.

»Segundo. Para comprobar si he causado o no perjuicios con el agua que pudiere aparecer en los trabajos que realice, colocaré un contador de aguas por debajo de la última fuente que poseen y por encima de la terminación de la tubería que coloque; este contador será capaz para tres mil pipas de agua

de la marca que elija *Daute*; estas comprobaciones se efectuarán como sigue:

»A. Se tomará tanto por la parte de *Daute* como por la mía la lectura del contador cada cinco o diez días, lo que *Daute* quiera; siendo los gastos de las lecturas de mi cuenta.

»B. De las lecturas que se tomen en los días que ellos indiquen se extractarán las diferencias que se observen.

»C. El día en que apareciese alguna agua en los trabajos, se observará si las diferencias citadas en el párrafo B siguen siempre con la misma regularidad o diferencia durante un plazo que *Daute* determine, de *quince, veinte o treinta* días; si esas diferencias que se observen en el contador no guardan la misma proporción regular que la observada antes de la aparición del agua en mis trabajos, es decir, que si el contador acusase mayores mermas que las ordinarias, en ese caso no cabe duda de que hay aguas cortadas o desviadas; pero si, por el contrario, el contador siguiese con la misma medida regular que antes de haber efectuado alumbramiento alguno, no puede existir la duda de que les haya ocasionado perjuicio.

»D. Si se ocasionasen perjuicios, ya *Daute* tiene las aguas en su poder para resarcirse de la cantidad distraída.

»E. Si no causo perjuicio, entonces dispongo de esta cantidad y la llevo adonde mejor me convenga, para lo cual colocaré un nuevo contador en la tubería por que las tome, con el fin de no tomar mayor cantidad que la comprobada y que la tubería primitiva y contador estén siempre dispuestos a indemnizar y comprobar los nuevos alumbramientos que pudieran efectuarse; en los que se repetiría la misma operación antes citada.

»F. En caso de desviar aguas y taponando la galería no volviesen éstas a su primitivo cauce, la tubería pasará en ese caso a la propiedad de *Daute*; pero si, por el contrario, se resarciesen por este medio de taponamiento, podré disponer de la

tubería siempre que prescinda de la continuación de los trabajos; en caso contrario, de continuarlos quedará siempre sujeto a lo estipulado.

»Los Silos, primero de diciembre de 1926.—Firmado, *Gabino Dorta*.»

El mismo señor, en instancia dirigida al Excmo. Sr. Ministro de Gracia y Justicia en 23 de febrero de 1927, inserta el párrafo que copiamos a continuación y en el que también coincide con nuestras ideas:

«Creo que la esencia de nuestra ley de Aguas debe basarse en *no reconocer como aguas alumbradas aquellas que nazcan en los trabajos de alumbramientos mientras no se compruebe si son o no desviadas de otros nacientes; y en los medios para que estas comprobaciones sean exactas.*»



LAS ROCAS ERUPTIVAS  
Y METAMÓRFICAS DE LA MANCHA  
GRANÍTICA DE LA HOJA 421,  
AL ESTE DEL BESÓS

POR

MAXIMINO SAN MIGUEL DE LA CÁMARA

## LAS ROCAS ERUPTIVAS Y METAMÓRFICAS DE LA MANCHA GRANÍTICA DE LA HOJA 421, AL ESTE DEL BESÓS

---

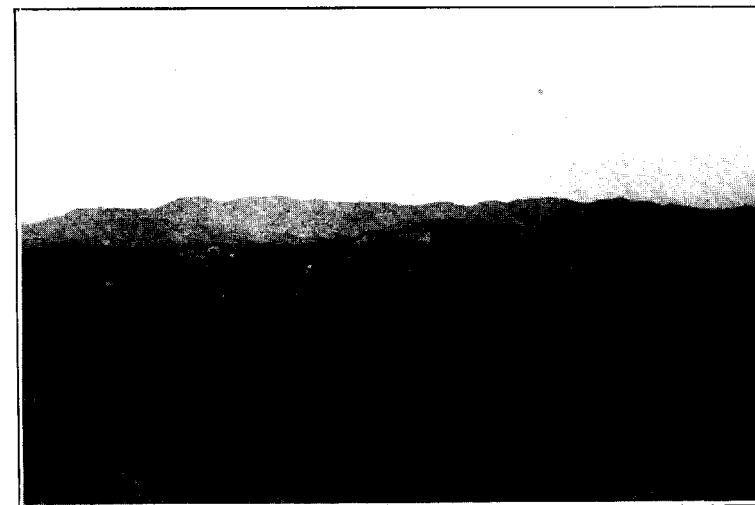
Esta parte de la hoja está ocupada en su mayor extensión por una mancha granítica que no es sino una pequeña parte de la que forma el resto de la sierra de Levante, o alineación montañosa de la cadena litoral comprendida entre el Besós y el Tordera, el Vallés y el mar. Constituye un gran batolito, núcleo del anticlinal costero de la provincia de Barcelona, limitado por las depresiones del Vallés y del Mediterráneo, más modernas que aquél. El anticlinal debió adquirir su dirección y estructura ya al final del paleozoico, durante el carbonífero medio al superior, ya que los estratos carboníferos del *culm* fueron afectados por el plegamiento herciniano, mientras que el *trias* inferior descansa discordante sobre éstos, pero a su vez dislocado, lo que nos permite afirmar que después de depositados los niveles dinantienses debió plegarse intensamente esta parte que ya había experimentado otras fases de plegamientos, caledonianos principalmente, como nos demuestran las discordancias manifiestas entre el silúrico y el devónico, y el carácter transgresivo de éste y del carbonífero inferior, y otros fenómenos geognósticos que he dado a conocer en la explicación de la hoja 420. La montaña herciniana fué rápidamente degradada, y a medida que desaparecían los estratos sedimentarios superiores se iban aproximando a la

superficie topográfica las rocas metamorfizadas por el granito del núcleo, y, finalmente, este mismo pasó a formar gran parte de la superficie de la cadena, hasta que con la iniciación de los tiempos secundarios le alcanza la invasión del mar triásico, que con aguas de poco fondo y temporalmente, cubrió la penillanura granítica con algunas pequeñas eminencias de rocas metamórficas y paleozoicas; es indiscutible que las olas del mar vosgiense lamieron el suelo de esta montaña herciniana después de su degradación, y pasearon sus aguas directamente sobre el granito ya alterado, pues en Mongat y Badalona se ve claramente cómo los conglomerados de base del triás se apoyan sobre granito desagregado.

No menos evidente es que esta cadena ha sido afectada por varias o todas las fases de plegamientos alpínicos o posteriores a los hercinianos, singularmente los pirenaicos y los alpinos, pues el *mioceno* es discordante con el *triás*, y en algún punto que está aquél en relación con el *oligoceno*, también es discordante con él.

Por fin, en el terciario se produjeron y rejuvenecieron las grandes fallas que dieron a la cadena su forma y posición actual, las del Mediterráneo y las de la fosa del Vallés.

La mancha granítica queda en el lado Oeste parcialmente recubierta por una formación metamórfica, separada de la del macizo del Tibidabo por el valle del Besós. El lado Sur de ella y región baja de la hoja lo llenan dos clases de terrenos: el triásico, que se ofrece fragmentado, en isleos que asoman entre la formación cuaternaria, mucho más extensa, prolongada al Norte, aguas arriba de los valles y torrentes, hasta el corazón de la sierra granítica. Con el cuaternario se enlaza el actual formando estrecha faja a lo largo de la costa, y en el curso inferior de los ríos y torrentes hasta los 10 ó 20 metros en el primer caso, y de uno a cinco, sobre las vaguadas, en el segundo.

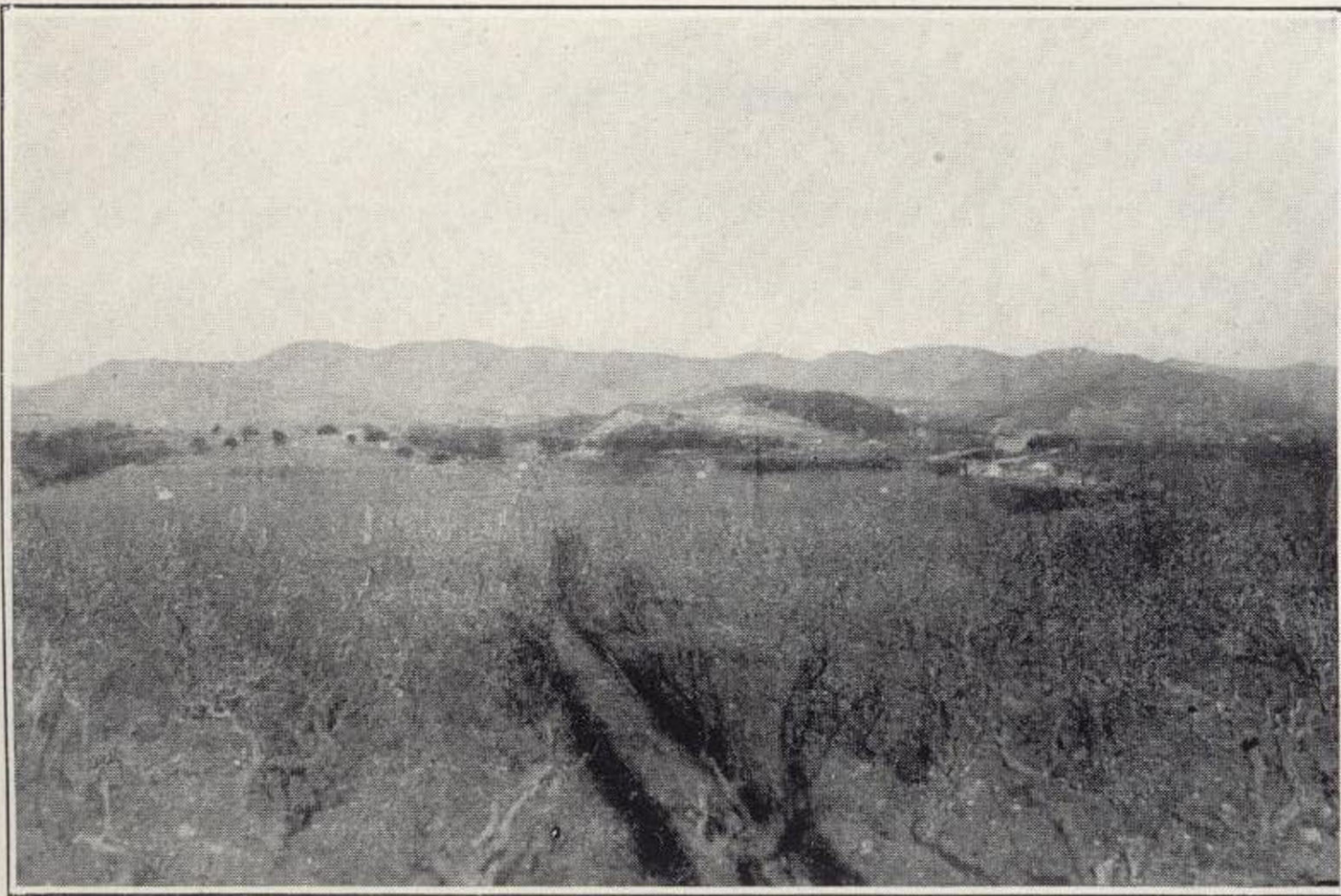


Fot. 1. — Vista panorámica de la zona montañosa granítica al N. de Badalona. En la primera línea de cerros está el gran dique de pórfido del Monte Calvario, en Pomar.

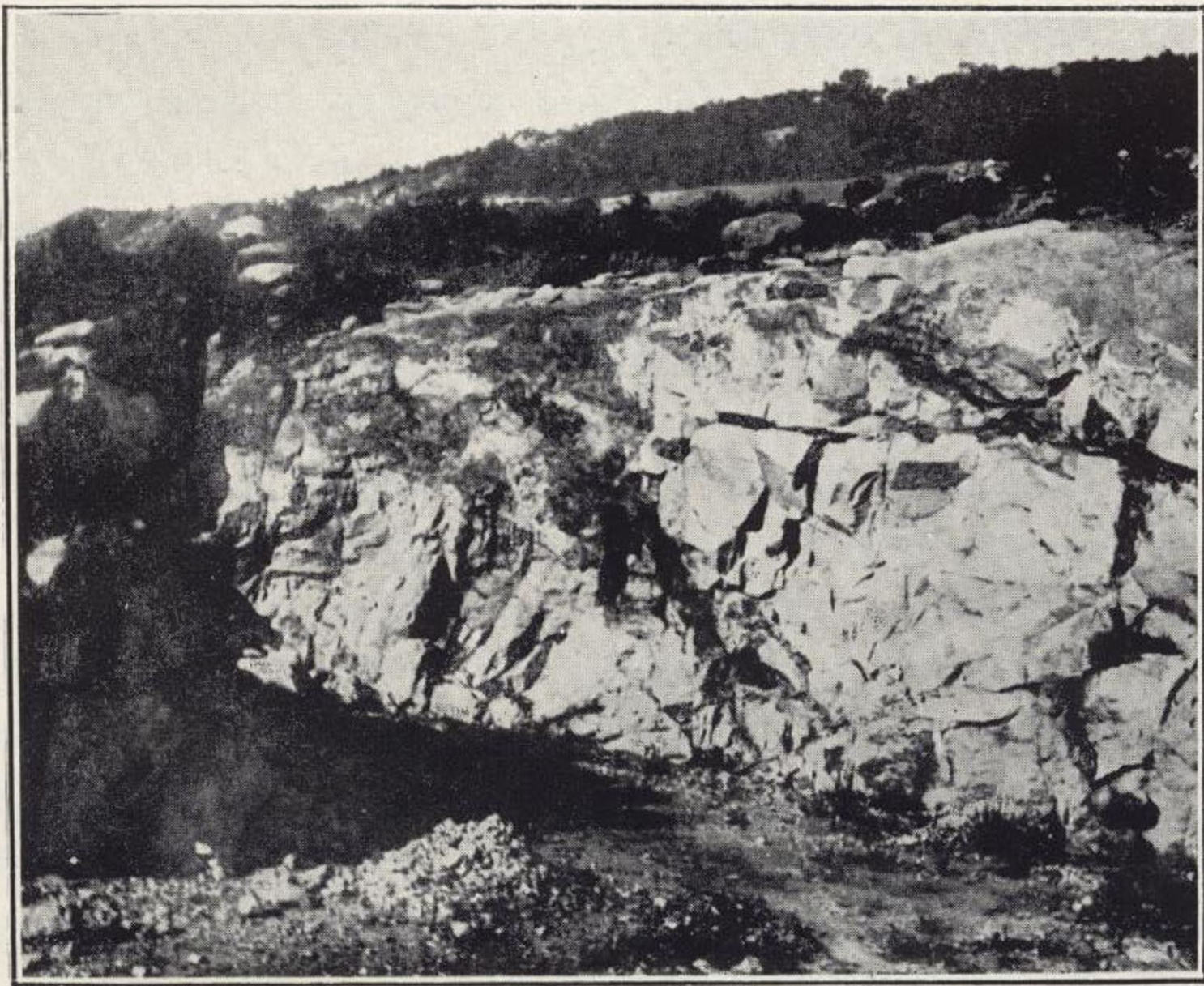


Fot. 2. — Cantera de granito de la riera de Vallensana.





Fot. 1. — Vista panorámica de la zona montañosa granítica al N. de Badalona. En la primera línea de cerros está el gran dique de pórfido del Monte Calvario, en Pomar.



Fot. 2. — Cantera de granito de la riera de Vallensana.



### Terreno granítico.

Es el más importante y al que dedicamos esta nota; se compone de granito, las más de las veces desagregado hasta cierta profundidad, y las menos, consistente y fresco, que se ve atravesado por numerosos diques y venas de pórfidos, aplitas, pegmatitas, felsitas, porfiritas, lamprofidos, cuarzo, etc., más frescos y resistentes ordinariamente que el granito, diques que se dirigen de NE. a SO. los más y más potentes, y de NO. a SE. los menos y de menor potencia. Estos diques no son todos contemporáneos; los más antiguos son los pórfidos; las aplitas y pegmatitas son más modernas, y las porfiritas, más aún. Todos ellos cruzan al granito y a las pizarras metamórficas y paleozoicas, pero ninguno atraviesa al triás.

Entre las masas graníticas y formando bandas o bolsadas aparecen multitud de pequeñas manchas de sienita.

Como el clima es templado y muy húmedo, la topografía de la formación granítica se debe al predominio de la descomposición química sobre la disgregación mecánica, que prácticamente está anulada en la actualidad. El granito fresco aflora solamente en pequeñas extensiones; la superficie topográfica está formada por arena gruesa (*Lem granítico*), resultante de la descomposición de los feldespatos por la acción de la humedad ambiente; caolinizado el feldespato se disgrega la roca y queda convertida en arena compuesta de abundante cuarzo, prismas hexagonales de *biotita* y algún *feldespato* no completamente caolinizado, componentes que quedan encima formando un manto esponjoso permeable que alcanza a veces a varios metros de espesor (fig. 1).

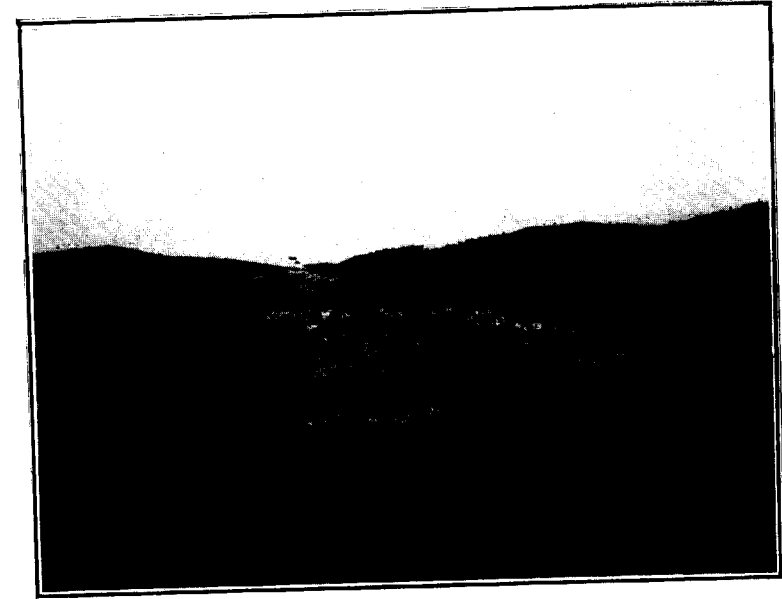
No toda la masa granítica se descompone por igual en la superficie, sino que quedan siempre algunas partes más resistentes a la intemperie; además, aunque el granito por sí no es

permeable, la existencia de grietas y diaclasas, ordinariamente en sistema ortogonal, hace que el agua penetre fácilmente hasta cierta profundidad; el granito se descompone entonces en la superficie y a lo largo de las grietas y de los planos de juntura; los ángulos salientes de los poliedros de disyunción se liman pronto, porque en ellos la descomposición aun es más activa, y en la formación granítica quedan gruesas bolas enterradas en la arena de descomposición; si la pendiente del terreno es fuerte, las aguas de lluvia arrastran hacia los valles y barrancos la arena de las laderas y dejan al descubierto la roca fresca, que de nuevo vuelve a alterarse; se llevan también la arena de las grietas y pronto desentierran las gruesas bolas que quedan diseminadas por las laderas formando caóticos amontonamientos, que son los únicos accidentes que destacan sobre la superficie regular y uniforme del granito disgregado.

A consecuencia de la fácil descomposición del granito, de la falta de disgregación mecánica y por la naturaleza del producto de descomposición, las formas de estos macizos graníticos son redondeadas, y salvo ligeros accidentes debidos a la desigual resistencia a la disgregación, estas formas son iguales sobre todas las vertientes.

La topografía de la región es muy sencilla y poco variada; es la propia de las formaciones graníticas en países templados con atmósfera muy húmeda; el granito se descompone rápidamente hasta bastante profundidad, dejando una capa de arena gruesa y quedando el país constituido por una serie de cerros semiesféricos, separados por anchas rieras y torrentes de escasa accidentación, aunque su pendiente sea a veces muy pronunciada.

Es también característico de estas regiones la falta de ríos y arroyos permanentes; todas las rieras y barrancos tienen su fondo arenoso y ordinariamente el suelo de arena alcanza varios metros de espesor, razón por la cual ninguno lleva agua,

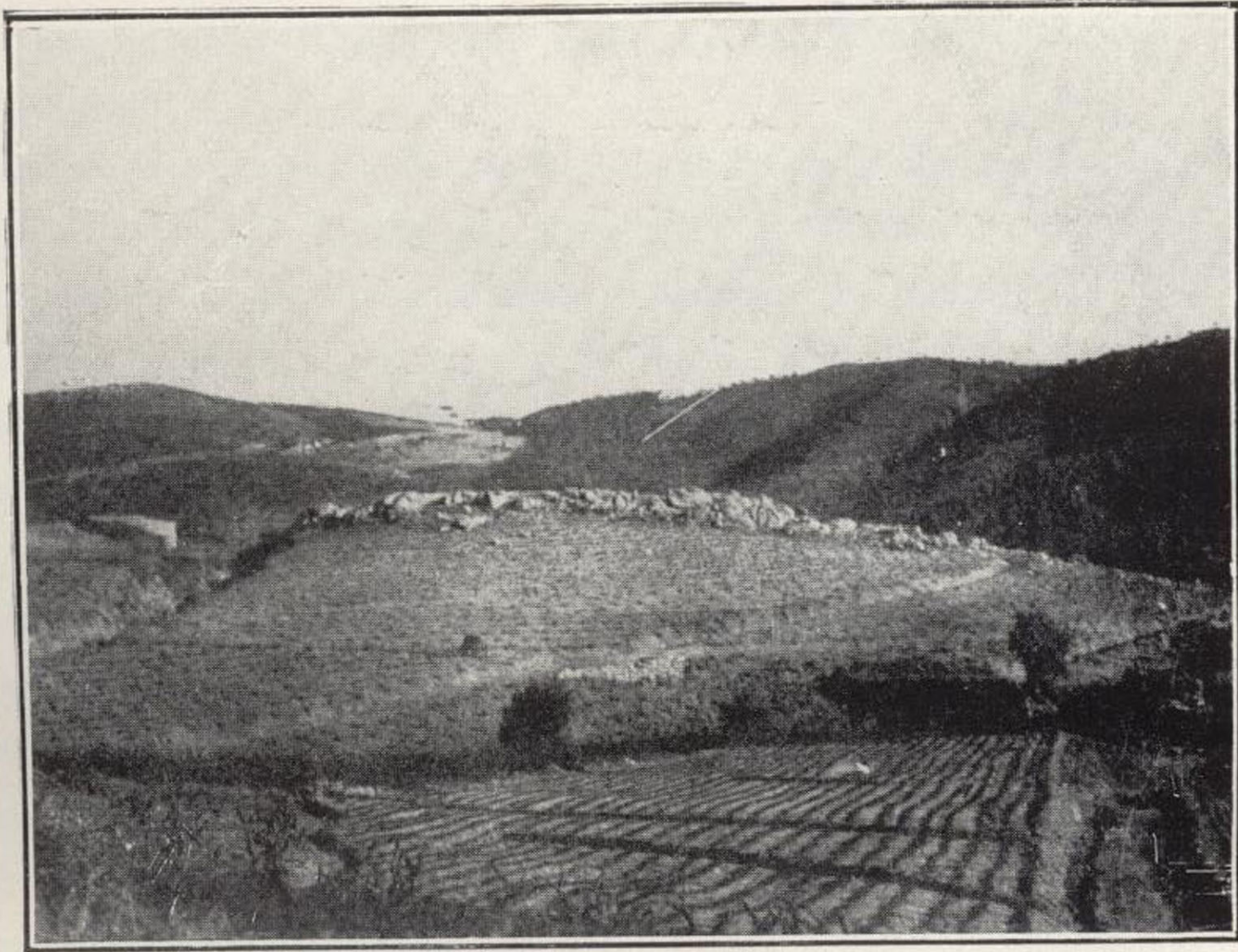


Fot. 1. — Dique de pórfido en la riera de Vallensana.

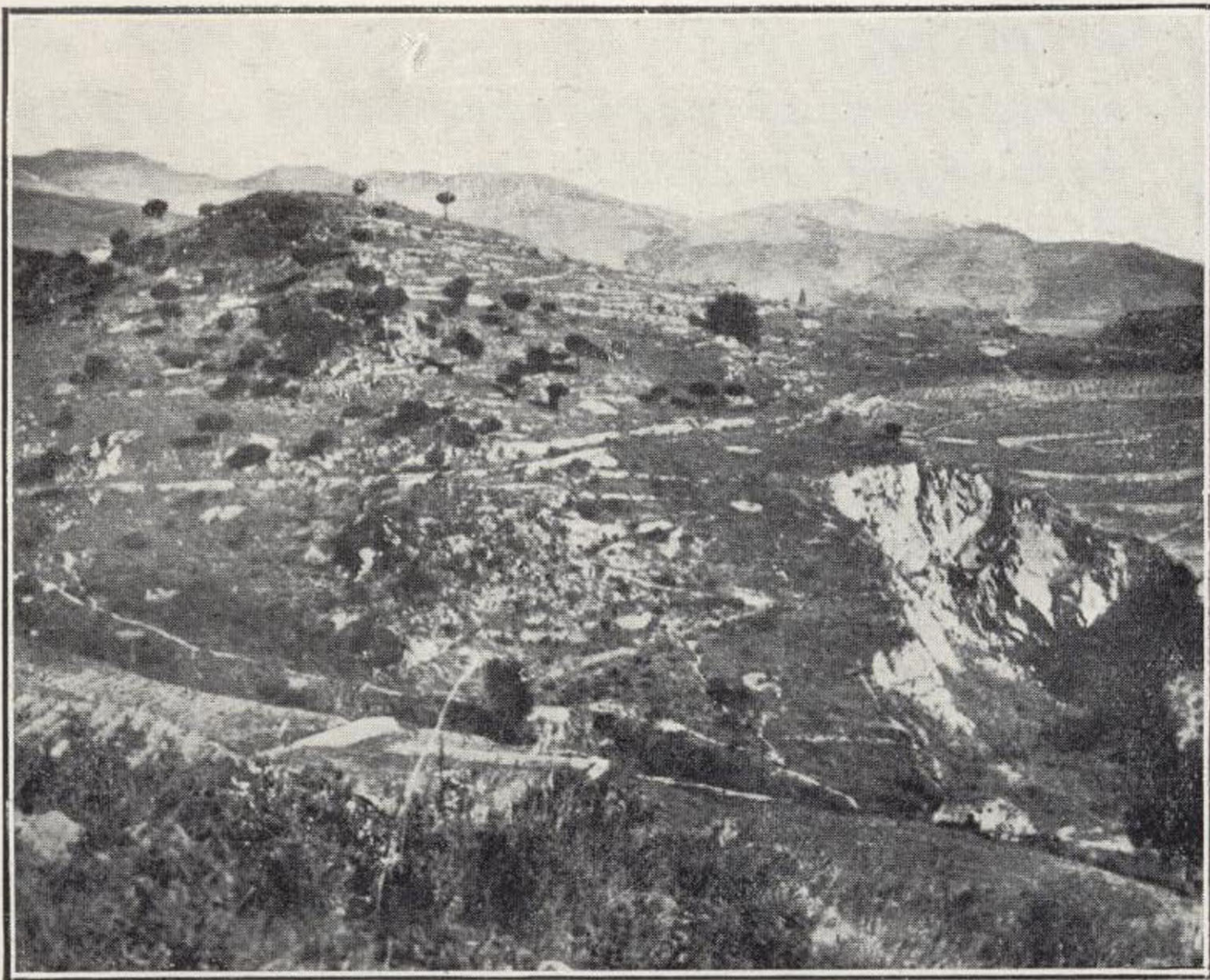


Fot. 2. — Cantera y dique de pórfido granítico de Pomar de Dalt.





Fot. 1. — Dique de pórfido en la riera de Vallensana.



Fot. 2. — Cantera y dique de pórfido granítico de Pomar de Dalt.



pero puede encontrarse agua subálvea en pozos de escasa profundidad.

La fuerte pendiente de uno y otro lado de la divisoria y la forma de grandes circos que presentan las cabeceras de los valles principales, reduce mucho el espesor o anchura de la cresta, y en ningún caso aparece la forma meseta. Los contrafuertes que parten de ella son siempre triangulares naturalmente con sus vértices redondeados.

Animan la monótona topografía de la comarca los salientes originados por diques de rocas más resistentes: pórfidos, aplitas y porfiritas, que forman crestas, murallones, picachos, etc., y son siempre los únicos puntos de accidentada topografía, con formas agudas y agrestes. Como estos diques siguen dos direcciones principales, NO. a SE. y NE. a SO., y forman casi siempre lomas o crestas de separación de los valles y vallejitos, aquéllas tienen igual orientación; por ser los diques bandas de rocas más resistentes, no se excavan fácilmente barrancos según su longitud; en cambio, en los espacios comprendidos entre los diques constituídos por la floja arena granítica, con gran facilidad se forman valles; de aquí resulta que, donde afloran diques de algún espesor, intervienen siempre eficazmente en la topografía; y además de la mayor variedad de formas y su accidentación, los valles suelen ser más profundos y estrechos.

Las fuentes son escasas en la región, pero es fácil alumbrar agua por medio de pozos en todos los llanos y fondos de los valles, siendo el agua bastante buena y bien filtrada.

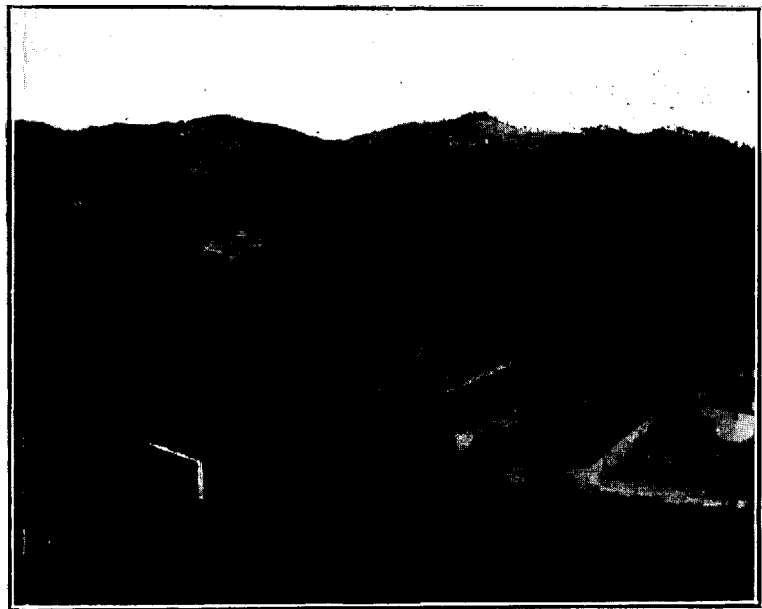
## PETROGRAFÍA

Muy poco es lo que se conocía de la petrografía de esta parte de la sierra de Levante, a pesar de la gran variedad de rocas que encierra, algunas muy notables por su rara composición mineralógica. Todo lo conocido se reduce a indicaciones de la hoja 5 del Mapa geológico a 1 : 40.000, de Almera, y la Memoria del mismo geólogo titulada *Algo sobre las rocas eruptivas del NE. de Barcelona*, y un trabajo nuestro, *Estudio petrográfico sobre las rocas de la riera de Teya y sus contornos*, aquél publicado en las Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, éste en los Arxius del Instituto de Estudios Catalanes.

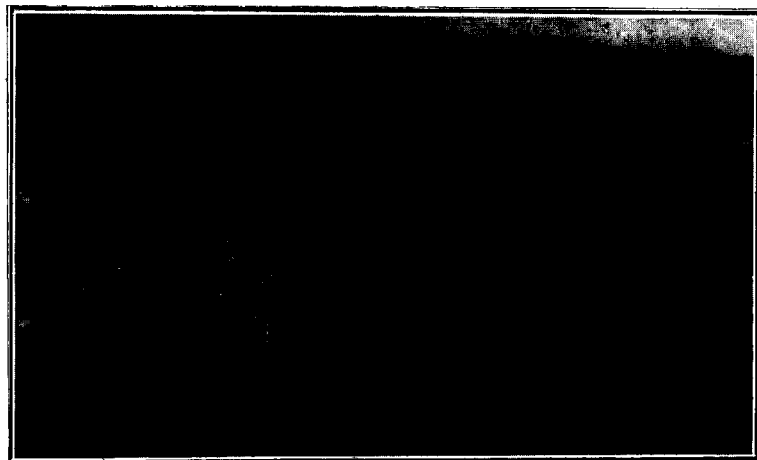
### Granitos.

Abundan estas rocas, como ya hemos indicado, en toda la comarca, y se ofrecen frescos, alterados y desagregados, formando espeso manto de *lem granítico*; cuando frescos, son ordinariamente de grano mediano, color blanco o gris claro con manchas negras, disyunción en bancos y cúbica muy manifiesta; cuando alterados, son de color rojizo o verdoso.

Siempre pueden reconocerse fácilmente sus elementos componentes; en todos ellos es bastante abundante la biotita y la oligoclasa, carácter muy general en los granitos de la cadena costera catalana, que son bastante básicos y a veces con marcada tendencia al paso a las dioritas cuarcíferas. En su masa abundan los gabarros o negrones, que se ofrecen en todas formas y tamaños. Se obtienen de él buenos adoquines y piezas de regular tamaño para construcción; en Masnóu, to-



Fot. 1. — Montañas y riera de Pomar; el granito está atravesado por numerosos diques.

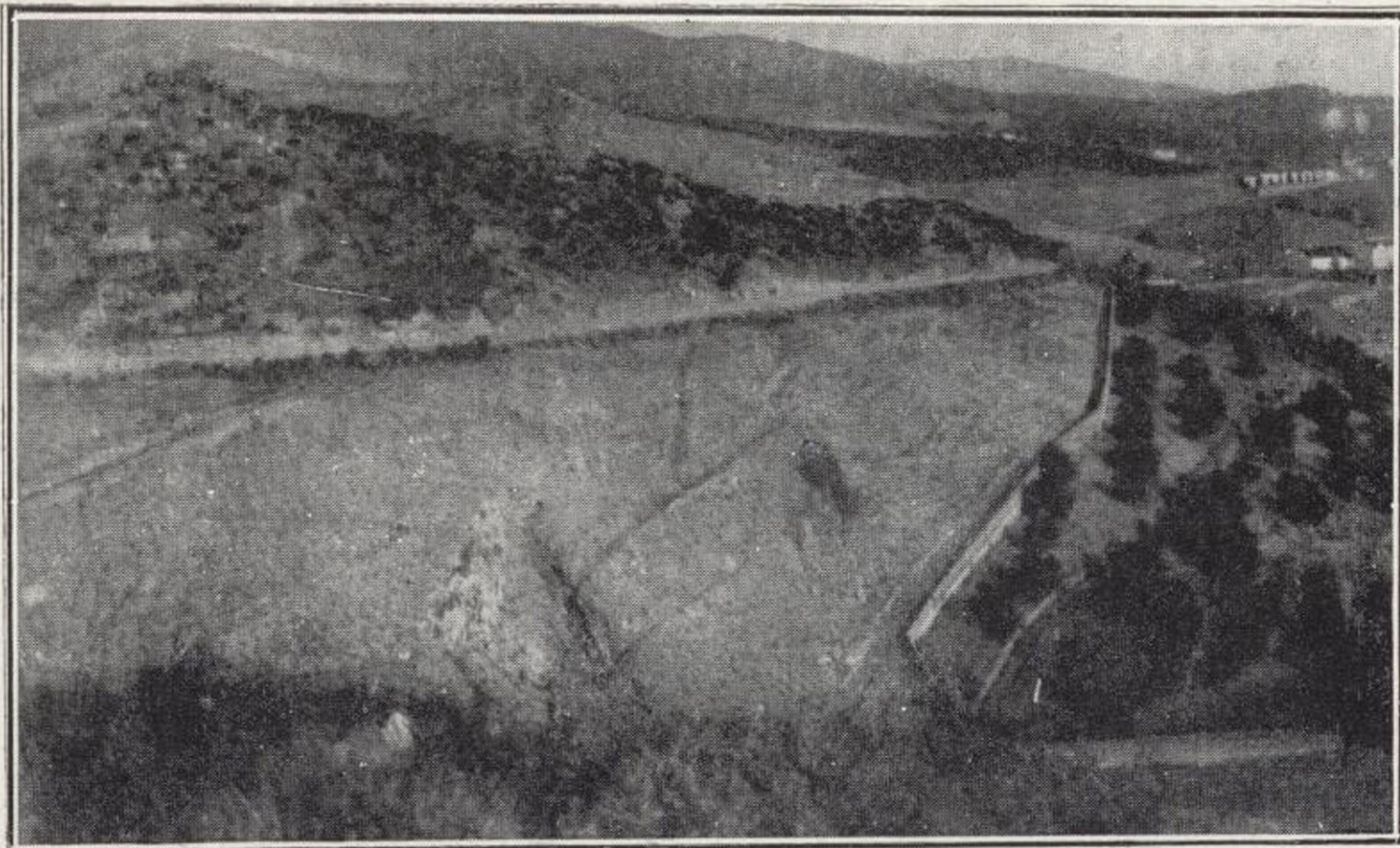


Fot. 2. — Montañas al N. de Tiana. Se ven tres diques importantes.





Fot. 1. — Montañas y riera de Pomar; el granito está atravesado por numerosos diques.



Fot. 2. — Montañas al N. de Tiana. Se ven tres diques importantes.



rrente de Gueli (cerro de Reixach), al final de la riera de Vallensana (Fot. 2. Lám. I.), los materiales resultantes de su laboreo y de la divisibilidad irregular, se emplean para el afirmado de carreteras y caminos.

A simple vista se ve compuesto de gran cantidad de *cuarzo*, a veces amatistoideo, o sea con ligero tinte violáceo; de *feldespato* blanco, mate o brillante con maclas polisintéticas muy marcadas en los de plagiocasa y de carlsbad en los de ortosa; de *biotita* muy fresca e idiomorfa en secciones hexagonales o cuadrangulares.

En preparación microscópica se reconoce estructura granitoidea e igual composición que a simple vista; acompañan a los elementos esenciales algo de *apatito*, *magnetita*, *rutilo* y *zircón* en diminutas inclusiones.

### **Granitos cataclásticos.**

Frecuentes en Masnou, Ocata y Teyá, son de grano mediano, color gris o blanco sucio, con manchas negras brillantes y verde oscuras mates; disyunción irregular y pátina de color pardo con tinte rojizo. A simple vista se observan nódulos negros de biotita y horblenda, éstos rodeados de láminas verdes de clorita y aquéllos formados por la asociación de pequeñas láminas de biotita que en los ejemplares alterados se convierten en clorita; cristales de feldespato blanco sucio o verdosos; de cuarzo en granos pequeños y en placas mayores que los feldespatos. Estos elementos se ofrecen como envueltos por una pasta de grano más fino de cuarzo, mica y anfíbol, prestando al conjunto cierto aire de roca porfídica. Cuanto más frescos son los ejemplares menos marcado es el aspecto porfídico y más manifiesto el carácter de granito.

Con el microscopio se manifiesta claramente su estructura

cataclástica, particularmente para el cuarzo y la biotita; se compone de grandes placas de ortosa muy alterada, casi opacas y sembradas de laminillas de sericita, caolín y granillos de cuarzo; de oligoclasa algo mejor conservada, de cuarzo que envuelve estos elementos, de biotita y de horblenda. El cuarzo en luz ordinaria aparece formando grandes placas continuas que empastan los demás elementos; pero entre nicoles cruzados se ven formadas por un agregado de pequeños granos angulares diversamente orientados; en todos ellos, y particularmente en algunos fragmentos grandes, puede reconocerse la extinción ondulante; estos granos son, pues, producto de trituración de placas de cuarzo granitoideo que se han dispuesto envolviendo a los elementos feldespáticos, más plásticos y resistentes a la trituración. El feldespato también ha experimentado esta acción aunque en menor grado, como lo demuestra la presencia de algunos granos de ortosa y de oligoclasa con extinción ondulante entre los de cuarzo.

La biotita no se presenta nunca formando grandes láminas como es habitual en los granitos, sino en laminillas aisladas, diseminadas entre el cuarzo cataclástico, o en nódulos formados de multitud de estas escamitas diversamente orientadas; estos nódulos micáceos corresponden a láminas de biotita que la presión ha transformado en un agregado de pajitas finas; en general, es de color pardo, pero algunas son verdes.

La horblenda se ofrece igualmente en granitos y agujas aislados y deseminados o en agregados de estos granos y agujas; estos nódulos anfibólicos se presentan casi siempre rodeados de laminillas alargadas de biotita, no siendo rara la asociación íntima de estos minerales en un mismo nódulo. Aunque poco frecuentes, se observan placas de magnetita de regular tamaño, también rodeadas de laminillas de biotita. El apatito se presenta en cristales relativamente grandes.

### Granitos porfídicos.

A veces el granito es porfídico, con grandes cristales de feldespato sobre base de granito normal, del que no se diferencia más que en la existencia de cristales grandes de feldespato y cuarzo.

Su composición mineralógica no difiere en nada de la señalada para el granito, y como éste encierra también en su masa numerosos gabarros.

En Masnóu se explotó, para adoquines, una cantera, cuya roca es de aspecto granítico, dura y tenaz, color gris claro, con gran cantidad de manchas negras brillantes y verdosas sin brillo. A simple vista se reconocen algunos cristales grandes de cuarzo, otros de feldespato y unos de horblenda negra brillante. En la zona de Santa Coloma de Gramanet y de Moncada, y en la alta de la Coscollada, es frecuentísimo encontrar granitos porfídicos con grandes cristales de feldespato.

### Granitos aplíticos.

Hay otros granitos de color blanco o gris claro, en los que a simple vista se distinguen granos de *cuarzo* y de *feldespato* casi en igual proporción y de variable grueso: unos, como en los granitos normales, y otros, como en las aplitas; a estos elementos hay que añadir la *biotita*, que se ofrece muy irregularmente repartida por la roca, formando agrupaciones de laminillas.

Con el microscopio se define como un granito muy pobre en elementos negros y rico en cuarzo; se observa, igualmente, cierta tendencia a la estructura aplítica. Los feldespatos son: *ortosa*, *microclina* y *oligoclasa*; el *cuarzo* es unas veces grani-



toideo, aplítico otras y pegmatítico en ciertos campos de la preparación; la *biotita* se ve muy desigualmente repartida; relativamente abundante en unas preparaciones, falta casi por completo en otras.

\* \* \*

Los *gabarras*, que tanto abundan en los granitos y que son a veces de enorme tamaño, formando verdaderas bolsadas de una roca lamprofídica dentro de la masa granítica, quedan aislados por los agentes de disgregación y de descomposición, y se encuentran sobre el terreno, en los valles y barrancos, en forma de bolas de tamaños muy variados; cuando se recogen muestras de estas rocas sin relacionarlas con su verdadero yacimiento, se considerarán como dioritas de grano fino o como kersantitas; pero el hecho de no encontrar ningún dique con rocas como éstas y el ser exactamente iguales sus caracteres externos, estructura y composición a los que presentan los *gabarras*, nos llevan a considerar todas estas rocas como enclaves de concentración de elementos negros en la masa granítica, aun los que se encuentran aislados sobre el terreno.

Son siempre rocas negras con granillos blancos; compactas, de grano fino, estructura sacaroidea; muy duras y tenaces cuando frescas, se alteran con facilidad, y entonces se tornan blandas y fácilmente disgregables, tomando color gris verdoso primero y rojizo después.

A simple vista se reconocen escamitas y laminillas de *biotita* que forman como la trama o base de la roca, y entre ellas se distinguen granos de *feldespato*, de *cuarzo* y de *pirita*.

Al microscopio muestran estructura aplítica (*panidiomorfa*), y se ofrecen compuestas de *feldespato*, *biotita* y *cuarzo*: aquellos, idiomorfos, y éste, alotriomorfo, granitoideo o aplítico



Fig. 1. — Granito de la riera de Vallensana. *L. ord. 10 d.*

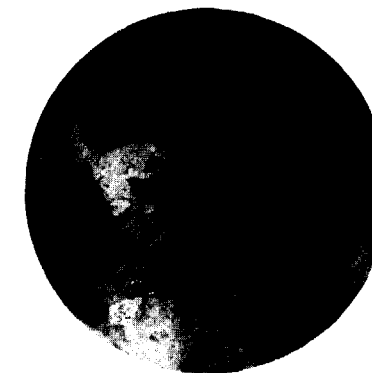


Fig. 2. — Sienita. Camino de Pomar a Cañet. *N + 10 d.*

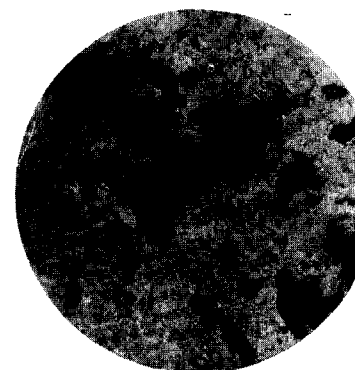


Fig. 3. — Sienita epidótica. Sierra de Santa Coloma. *L. ord. 10 d.* Parte oscura, epidota; clara, feldespatos.

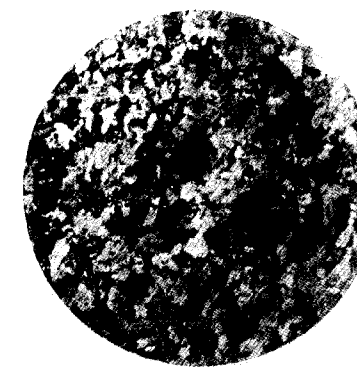


Fig. 4. — Aplita. Arroyo de la Hoguera. Masnóu. *N + 15 d.* reducida al tamaño de las otras, correspondería unos 10 d.





Fig. 1. — Granito de la riera de Vallensana. *L. ord. 10 d.*



Fig. 2. — Sienita. Camino de Pomar a Cañet. *N + 10 d.*

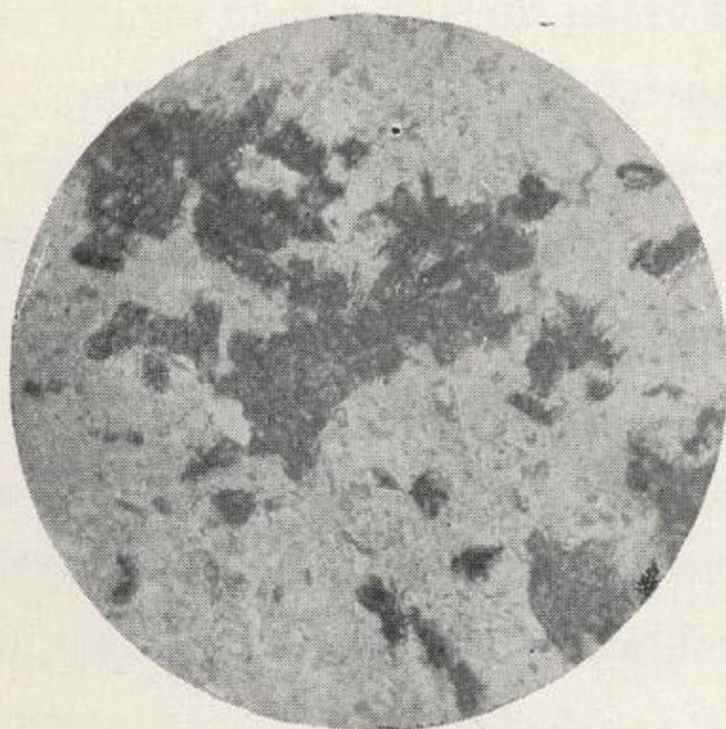


Fig. 3. — Sienita epidótica. Sierra de Santa Coloma. *L. ord. 10 d.*  
Parte oscura, epidota; clara, feldespatos.

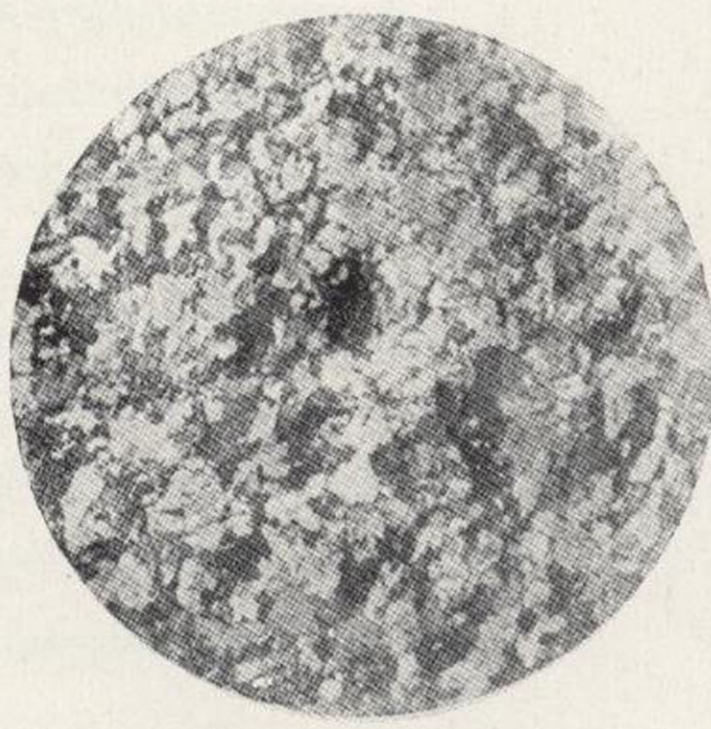


Fig. 4. — Aplita. Arroyo de la Hoguera. Masnóu. *N + 15 d.* reducida al tamaño de las otras, correspondería unos *10 d.*



unas veces, pegmatítico otras. El feldespato es *ortosa* y *oligoclasa*, ésta dominante; el *cuarzo* suele ser rico en inclusiones de *rutilo*, y la mica las lleva abundantes de *zircón*, a veces con hermosas aureolas pleocroíticas; la *magnetita* y el *apatito*, que también se encuentran, son escasos.

### Sienitas.

También es frecuente esta clase de rocas, y son de tres tipos principalmente: blancas, unas; rojas, otras, y epidotíferas las restantes. Se ofrecen acompañando al granito en grandes o pequeñas manchas o bandas, más básicas en el seno de la masa granítica, y a la cual pasan muchas veces por tránsitos insensibles; algunas no difieren a simple vista en nada del granito, y sólo la escasez de *cuarzo* y abundancia de feldespato, reveladas por el microscopio, puede decidir en la clasificación; de esto resulta que los tipos cuarcíferos pueden clasificarse como granitos o como sienitas, según la apreciación del investigador; aun se hace más complicado el problema por la abundancia de plagioclasa en muchos de estos términos granito-sienitas.

Son rocas granudas, de elementos bastante grandes, color blanco sucio, con manchas negras y verdes muy alteradas; pátina parda, con tinte rojizo.

A simple vista se observan grandes cristales idiomorfos de *biotita* y *clorita*; placas de *feldespato* blanco o ligeramente rosado, con superficies de crucero muy brillantes; en los ejemplares más alterados toma la roca color gris verdoso y destacan sobre su masa algunas laminillas de *moscovita* con brillo argénteo.

Al microscopio se ofrece con estructura granitoidea típica, compuesta de grandes placas de *ortosa*, algo alterada; de *oligoclasa*, en igual forma y muy polisintética; de *biotita* muy



dicroica en amarillo y verde. Los *feldespatos* se ven rotos en algunos campos y son algo cataclásticos. Entre los elementos accesorios figuran *cuarzo*, *rutilo*, *magnetita* y *apatito*, y entre los secundarios, *clorita*, que procede de la alteración de la biotita; *moscovita*, que reconoce el mismo origen, y *epidota* y *titanita*, derivadas de la biotita y del feldespato.

Las sienitas epidotíferas son de color rosa con manchas verdes.

A simple vista se ven constituídas por *feldespato* rosa, muy abundante; láminas de *clorita*, granos verde pistacho de *epidota* y algunos cristales negros de *anfíbol*.

Al microscopio ofrecen estructura granitoidea, algo cataclástica, y se ven compuestas de ortosa, microclina, oligoclasa, epidota, titanita, clorita, horblenda, apatito, cuarzo y calcita.

La ortosa se ofrece en grandes placas rosadas, con bandas y aglomeraciones de *caolín*, a modo de fino polvo; la *microclina* fresca se distingue bien, además, por su fino estriado y enrejado; la *oligoclasa* es tan abundante o más que la ortosa, y aparece en grandes elementos, bien conservada, con numerosas bandas polisintéticas, según las leyes de la albita, periclina, albita-periclina, albita-periclina-carlsbad, por lo que resultan de una complicación y hermosura extraordinarias.

La *epidota* aparece en granos sueltos; incolora o de color amarillo, en este caso muy dicroica, refringencia elevada y birrefringencia variable, alta en las coloreadas y baja en las incoloras; por excepción adquiere mayor desarrollo, y las placas entonces se ven divididas en agujas y prismas delgados, paralelos entre sí y con un crucero normal al alargamiento muy marcado. Se ve unas veces, sobre el feldespato; otras envuelta por la clorita, y entonces asociada a la *esfena*, con sus secciones rombales peculiares, o alotrimorfa.

Además de este tipo, que podemos considerar como nor-

mal y que es el más frecuente, se encuentran otros cataclásticos, más epidotíferos, con anfíbol, y otros muy alterados.

En el camino de Pomar a Cañet recogí una que muestra estructura granitoidea franca, con granos y placas alotrimorfas de ortosa alterada, pero que se reconocen bien aun sus caracteres, y otros más idiomorfos tabulares, generalmente frescos, con caracteres de oligoclasa; láminas de biotita cloritizada y de anfíbol, igualmente transformado en clorita, epidota y titanita. Ciertas partes son más ricas en calcita, epidota y titanita. Entre los elementos accesorios tiene verdadera importancia el apatito, que forma a veces granos grandes y cristales muy bien conformados las demás, y la titanita primaria, en secciones rombales alargadas.

En la sierra de Santa Coloma de Gramanet hay otra muy cataclástica, con feldespatos alterados triturados de ortosa y de oligoclasa, ésta mejor conservada y más abundante que aquella. El elemento negro se ha transformado totalmente en clorita pennina, sin poder reconocer si era antes biotita o anfíbol; la epidota y titanita, que también proceden de la biotita u horblenda, forman con laminillas de clorita agregados granulares. Sobre las placas feldespáticas también aparecen granos de epidota, unos bien caracterizados y otros en vías de formación, acompañados de escamitas de sericita.

Por fin, entre los kilómetros 6 y 7 de la carretera de Badalona a Mollet encontré otra muy alterada con feldespato, completamente caolinizado, moscovitizado en gran parte cuando es ortosa y epidotizado en las plagioclasas; la biotita está limonitizada; la moscovita, secundaria, es frecuentemente esferulítica, formando hermosas rosetas; otras aparece como un tejido apretado de laminillas o escamitas sobre el feldespato. También en ésta abunda el apatito.

### Aplitas y pegmatitas.

Estas rocas se ofrecen formando diques y venillas entre la masa granítica, con tanta frecuencia, que no es probable andar cien metros sin encontrar algún dique o vena de estas rocas. Atraviesan los diques de pórfidos, por lo que son más modernas que ellos, y nunca presentan la regularidad y constancia de dirección ellos, sino que aumentan y disminuyen de potencia, desaparecen, cambian bruscamente de dirección, etc. Son rocas compactas de grano fino, estructura sacaroidea, color gris de arena sucia, algo alteradas y entonces de poca coherencia.

A simple vista se ven algunas laminillas de *biotita*, granillos de *cuarzo* y de *feldespato*, de igual tamaño y de análoga proporción; las moscovíticas son raras.

Con el microscopio muestran estructura aplítica (*panidiomorfa*), compuesta de granos casi iguales de *ortosa*, *microclina*, *oligoclasa* y *cuarzo*, todos los cuales se ofrecen con los caracteres ordinarios, siendo la proporción de éste casi igual que la de las otras tres; a estos elementos esenciales acompaña siempre la *biotita* o *moscovita* en pequeñas láminas y escasa proporción; granos de *magnetita*, también escasos, y menor cantidad aún de diminutos prismas de *turmalina* verde botella.

Las pegmatitas gráficas son de color rosa o blanco, y grano fino, mediano o grueso. A simple vista se reconoce una masa feldespática con incrustaciones de *cuarzo*, con o sin láminas de mica (*biotita* o *moscovita*). En las no gráficas se reconocen a simple vista *cuarzo* y *feldespato*, y con el microscopio igual composición que la anterior, pero sin estructura gráfica.

### Lamprofidos (porfiritas horbléndicas).

Forman diques de menor espesor y longitud que atraviesan a los de pórfidos; son rocas compactas de grana fino, francamente porfídicas, pero con pocos fenocristales; de color gris o verde muy oscuro, con manchas negras y algunas blancas.

A simple vista se reconocen cristales negros de horblenda, con caras de cruceros muy brillantes y multitud de granos más pequeños de la misma especie; muy pocos cristales idiomorfos de feldespato blanco o verdoso, que se desprenden a veces enteros cuando se rompe la roca con el martillo, dejando su molde, y algunos, poquísimos, de *cuarzo* redondeado, que tampoco ofrecen adherencia con la pasta, pues saltan con facilidad. Todos estos elementos arman en una pasta muy abundante, granuda, de color verde oscuro, que con la lente deja distinguir granillos blancos y negros o verdes muy oscuros.

Al microscopio se ven formadas por fenocristales de horblenda verde o parda, pleocroica y algún fenocristal de feldespato y de *cuarzo*.

La pasta se compone esencialmente de feldespato, agujas y granos de horblenda y granos de *magnetita*. El feldespato es plagioclasa; unos cristales son pseudoporfídicos, y otros tienden a la forma microlítica, pero los hay también tabulares pequeños. La horblenda es microlita y granular. La *magnetita* se dispone en granos más o menos idiomorfos y, generalmente, de regular tamaño. Como elementos secundarios podemos citar la *clorita* y la *epidota*.

Entre los ejemplares recogidos y estudiados dominan los plagioclásico-anfibólicos, pero los hay también plagioclásico-micáceos y ortoclásicos; es decir, que a pesar de la alteración con que se encuentra, lo que dificulta su estudio, pueden reco-

nocerse tipos vegecíticos, quersantíticos y espesartíticos, y aun uno de ellos tiene caracteres de camptonita.

Entre los micáceos figuran un dique de lado derecho de la riera de Vallensana, con escasos fenocristales de elemento negro, tan alterados que no puede adivinarse su especie primitiva, convertidos hoy en clorita y moscovita. La pasta, muy abundante, se compone de granos de feldespato alterado, al parecer de ortosa, y abundantes laminillas y pajuelas de biotita con algo de cuarzo. La calcita, entre los productos secundarios es abundante, y entre los accesorios figuran apatito y magnetita. Si los feldespatos fueran efectivamente ortoclasas, las rocas serían del tipo Minet.

También es micáceo, pero quersantítico, otro de cerca de Can Teixidor de Masnú, que tiene escasos fenocristales de elemento negro, totalmente cloritizado y en parte convertido en calcita ferruginosa, sobre abundante base de cristales bien conformados de feldespato alterado, pero que no obstante hemos podido reconocer no sólo su composición polisintética, sino también los caracteres de oligoclasa y andesina; entre éstos abundan laminillas de biotita cloritizada y aun moscovitizada y granos de calcita.

En Can Regent de Tiana hay una quersantita anfibólica, que muestra pequeños fenocristales de clorita alargados, sobre abundante pasta de feldespato microlítico y granular, láminas de clorita y granos de cuarzo en pequeña cantidad. El elemento negro primitivo, a juzgar por la forma de las secciones, debió ser biotita y horblenda; de éste no queda vestigio, pero como la hemos visto bien caracterizada y fresca con esa forma en otras rocas de la misma formación granítica, no dudamos en admitir su presencia en la roca fresca; de aquélla quedan aún restos no completamente cloritizados.

De la serie espesartita he estudiado varios ejemplares; uno de los más típicos y frescos procede del camino de la Corra-

lada, entre términos de Badalona y Moncada. Tiene pocos, pero grandes fenocristales de anfíbol, sobre base panidiomorfa compuesta de feldespato alterado y de anfíbol, granillos de cuarzo y de magnetita. El anfíbol intratelúrico se ofrece parcial o totalmente cloritizado; el escaso cuarzo porfídico está corroído y rodeado de aureola de granillos de anfíbol; éste y el de la pasta son de horblenda común, ordinariamente fresca y alguna vez cloritizada. Por la cloritización del anfíbol se separa, además, epidota, que aparece en granos sobre los fenocristales y en la pasta. En una preparación hay un curioso campo en que se ven microlitos de feldespato algo alterado y horblenda fresca entrecruzados, cuyos intersticios aparecen ocupados por cuarzo. En estas partes puede reconocerse el carácter plagioclásico del feldespato; el ángulo de extinción máxima simétrica es superior a 36 grados, lo que nos induce a incluirle en la serie andesina. Muy análogos a éste, pero más alterados, son los del camino de la Corralada, bajo la Coscoyada; el de la Coscoyada, izquierda del Collado, y el del cerro 444 metros, antes del de la Coscoyada.

El único que he visto que podría incluirse en la serie camptonita, procede del cerro 446 metros del grupo de la Coscoyada. Tiene fenocristales ferromagnésicos grandes y abundantes sobre pasta panidiomorfa de feldespato y elemento negro con algo de cuarzo y magnetita. El elemento negro intratelúrico y de la pasta está totalmente convertido en un producto cloritoso-serpentinoso, ligeramente amarillento, con escasa o ninguna acción sobre la luz polarizada, rodeado de granos de epidota y con cristales de la misma sustancia en su masa, muy semejante al que hemos visto en algunas camptonitas alteradas y en porfiritas diabásicas, en las cuales el piroxeno da iguales productos de alteración, por lo que sospechamos que en su primer estado el elemento negro debió ser anfíbol y augita.



### Pórfidos.

Son estas rocas, excepción hecha del granito, las más abundantes en la región; se presentan siempre en diques de variable espesor, casi verticales y con dirección dominante de NE. a SO. Su aspecto, color, composición y estructura varía mucho y existen representantes francamente filonianos y efusivos; entre aquéllos figuran los pórfidos graníticos, los sieníticos y los dioríticos; a los segundos corresponden las diversas formas de pórfidos cuarcíferos, felsíticos y felsitas; los de estas últimas son más modernos que las demás.

### Pórfidos graníticos.

La mayor parte de estas rocas tienen aspecto de granito de grano fino, pero se manifiesta su estructura porfídica tanto a simple vista como con el microscopio; entre éstos y los granitos porfídicos hay tránsitos insensibles, como ya hemos indicado, y lo mismo ocurre con los pórfidos cuarcíferos del tipo microgranitos, que pasan a los graníticos al hacerse mayores los granillos de la pasta. Son francamente porfídicas, de color gris claro. A simple vista se reconocen cristales grandes de *cuarzo* muy idiomorfos; de *feldespato* blanco verdoso o rosado, según su estado de alteración; de *biotita* en láminas pequeñas y poco abundantes, sobre pasta de grano fino.

La proporción de la pasta varía mucho en los distintos ejemplares. Con el microscopio se reconoce su estructura porfídico-holocristalina, compuesta de fenocristales de *ortosa* muy alterados; de oligoclasa zonar, frescos unos y alterados otros; de *cuarzo*; de *biotita* fresca, de *biotita* verde, pasando a *clorita*, y de *clorita*.



Fig. 1. — Lampróvido horbléndico (Espesartita) del camino de la Corralada en la base de la Coscoyada.  
L. 10 d.

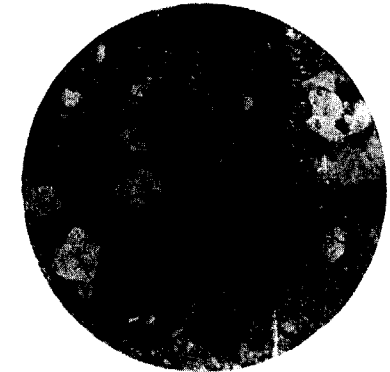


Fig. 2. — Pórfido granítico de Castellá-Tiana. L. ord. 10 d.

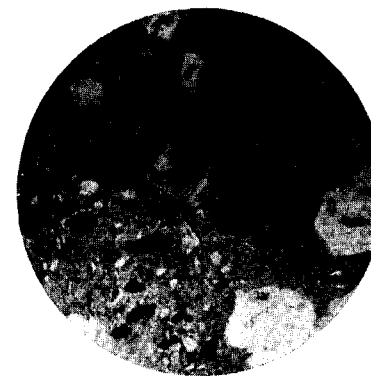


Fig. 3. — Pórfido dicrítico. H.º 8 de la carretera de Tiana a la Conrería.  
L. ord. 10 d.

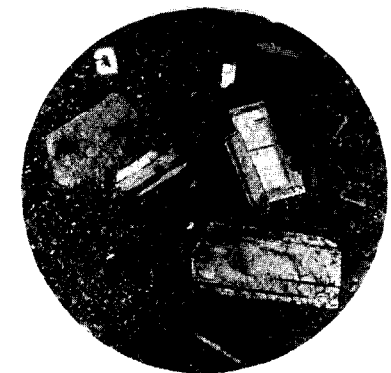


Fig. 4. — Pórfido dicrítico. H.º 8 de la carretera de Tiana a la Conrería.  
N + 35 d.





Fig. 1. — Lamprófido horbléndico (Especartita) del camino de la Corralada en la base de la Coscoyada.  
*L. 10 d.*



Fig. 2. — Pórfido granítico de Can Castellá-Tiana. *L. ord. 10 d.*

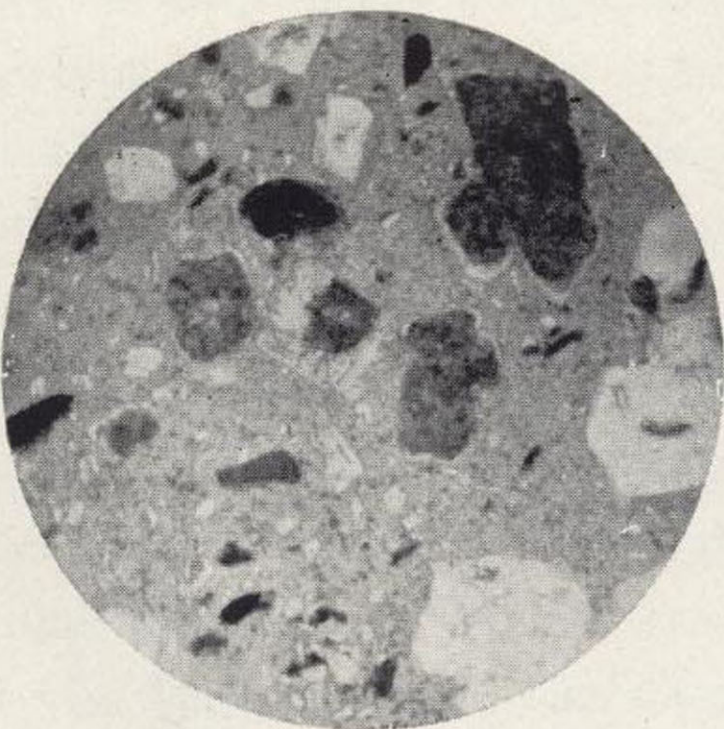


Fig. 3. — Pórfido dicrítico. H.º 8 de la carretera de Tiana a la Conrería.  
*L. ord. 10 d.*

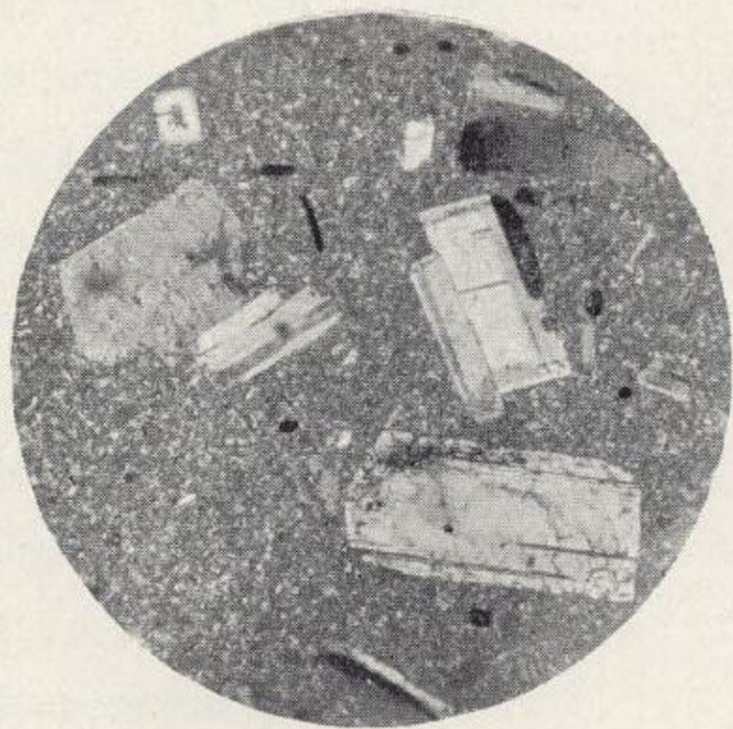


Fig. 4. — Pórfido dicrítico. H.º 8 de la carretera de Tiana a la Conrería.  
*N + 35 d.*



La *biotita*, además de cloritizar, se transforma muchas veces en *moscovita*, haciéndose primero verde pálida y después incolora con ligero tinte verdoso amarillento. La *moscovita* es muchas veces esferulítica o fibroso-radiada y se reparte muy irregularmente por la roca.

Los fenocristales de *cuarzo* son ricos en inclusiones de *apatito*, *rutilo* y *magnetita*, gaseosas y líquidas con burbuja movable.

La pasta es microgranuda, de grano relativamente grueso, más o menos abundante y compuesta de *feldespato* y *cuarzo* casi en igual cantidad, acompañados de algo de *biotita* o *clorita* y *magnetita*.

Son muchos los ejemplares que hemos recogido al hacer los trabajos de campo, de los cuales he estudiado 16 muestras con sus preparaciones microscópicas.

Uno de Masnóu es muy interesante, y se ha explotado para adoquines y construcciones sencillas. Es de aspecto exterior de granito porque la pasta es poco abundante y del mismo color que los fenocristales de *feldespato*, que sólo después de atento examen se reconocen. Contribuyen a dar el carácter porfídico a esta roca el *cuarzo* en fenocristales bastante grandes, la mica negra y algunos cristales de regular tamaño de *horblenda*; la *clorita* aparece en relación con la *biotita*, la pasta se presenta como agregado de granos pequeños, grises, incoloros y negros. Al microscopio muestra estructura porfídica holocristalina bien manifiesta; se compone de fenocristales grandes de *ortosa* y *plagioclasa*, de *cuarzo*, *biotita*, *horblenda*. La pasta es microaplítica compuesta de los mismos elementos. La *magnetita* y el *apatito* abundan, sobre todo en inclusiones, sobre la *biotita*.

En Tiana, cerca de Can Castellá, y entre los hectómetros 7 y 8 de la carretera de Tiana a la Conrería, antes del empalme con la de Badalona-Mollet, hay diques de esta clase de pórfi-



dos notables por su pasta micropegmatítica y porque puede seguirse muy bien en ellos los procesos de cloritización de la biotita; todas las láminas de esta especie están en vías de cloritización; las secciones pardas empiezan por hacerse más claras y amarillentas, después van tomando tintes verdosos y, por fin, se vuelven verdes; a la vez que esto ocurre disminuye la birrefringencia y desaparece la típica polarización en *moirée* hasta llegar a dar colores violeta oscuros entre nicoles cruzados y presentar todos los caracteres de la pennina. Pero es frecuente ver en algunas secciones que ciertas partes se van decolorando y acaban por convertirse en moscovita (moscovitización de la clorita), y a ambos fenómenos acompaña la formación de granos de epidota y separación de magnetita y titanita. Casi siempre hay en la biotita y clorita inclusiones de zircón con aureolas pleocroíticas.

En otro del Turó del Frare Rafel, Conrería de Montealegre, rico en apatito, rutilo y zircón, pueden seguirse igualmente estos fenómenos, y, además, el de epidotización de las plagioclasas.

### **Pórfidos sieníticos.**

Con esta denominación comprendemos una serie de rocas correspondiente por su composición al magma sienítico y con estructura porfídica más o menos claramente manifiesta; algunos, los menos, responden exactamente al tipo pórfido sienítico, y otros al de los ortófidos o pórfidos traquíticos; es decir, que hay tipos claramente filonianos y otros evidentemente efusivos; nos ha parecido ver en algunos sitios que éstos son más modernos que aquéllos; los primeros se ven relacionados con el granito o la sienita, a quienes atraviesan sus diques; los segundos parecen relacionarse con los diques de porfiritas, tan abundantes en esta comarca, a las cuales pasan

por disminución de la ortosa y aumento de la proporción de plagioclasa, hasta hacerse ésta preponderante. Hay que advertir que la alteración de los feldespatos de ambas clases de rocas hace difícilísimo fijar con exactitud las que son verdaderamente porfiritas y las que corresponden al magma traquítico; seguramente un buen número de las que se han dado como porfiritas corresponden a verdaderos ortófidos o pórfidos traquíticos.

Son rocas compactas de color gris sucio con tono rojizo o verdoso, alteradas casi siempre. Cuando frescas tienen color verde oscuro casi negro. A simple vista destacan grandes fenocristales de *feldespato* blanco o verdoso, que en los ejemplares más alterados se desprenden fácilmente al romper la roca con el martillo; algunas láminas de *biotita* y de *clorita* y manchas negras, probablemente de anfíbol cloritizado; la pasta es de grano fino y muy abundante (un 80 por 100 aproximadamente).

Al microscopio muestran estructura porfídica holocristalina; los cristales porfídicos son de *feldespato* y *biotita*; la pasta en unos campos es esencialmente *feldespático-micácea* con *anfíbol*, en otros se ofrece el *cuarzo* en granos con relativa abundancia.

El *feldespato* intratelúrico, muy idiomorfo, se presenta totalmente moscovitizado; sólo algunas secciones conservan restos del primitivo feldespato; en una roca más fresca se reconocen los caracteres de la *ortosa* y se ven bien manifiestos los de la *oligoclasa*.

Los fenocristales de mica, en estado fresco son pocos y de pequeño tamaño. El anfíbol es *horblenda* verde abundante. La pasta es microgranuda con cristales pseudoporfídicos de *feldespato* casi siempre alterado; prismas delgados de *horblenda* y laminillas de *biotita* sobre base granular de *feldespato* y *cuarzo*. Acompañan a éstos, *clorita*, *epidotita*, *magnetita* y *titanita*.

En la lista de rocas que acompaña a esta nota puede verse el gran número de localidades en que hemos encontrado esta clase de pórfidos, de los cuales sólo describiré algunos ejemplares con objeto de poner de manifiesto la variabilidad del tipo medio descrito anteriormente.

En el camino de Ocata a Teyá aparece un dique en el que la roca es rojiza por su alteración, con abundantes cristales porfídicos de feldespato y de biotita sobre pasta microgranuda de iguales elementos en unos campos y rica en cuarzo aplítico en otros; es un tipo de paso a los graníticos y el dique mismo aparece íntimamente ligado a uno más potente de pórfido granítico. Es curioso que a pesar de su alteración la biotita se ofrezca bien conservada, dada la tendencia a la cloritización que siempre se observa en las rocas de esta zona. En la pasta abunda el anfíbol (horblenda común), pero en ninguna preparación le he visto porfídico.

Entre el granito desagregado de las vertientes de la sierra de Teyá aparecen otros diques de este pórfido, de color verde oscuro, casi negro cuando fresco, con disyunción cúbica y en pequeñas losas. Se diferencia del anterior y del tipo común por la escasez de fenocristales de feldespato verdoso con núcleo de epidota y de cuarzo hialino que queda en saliente y se desprende con facilidad de la roca; es muy idiomorfo, en cristales bipiramidados; los menos son de biotita convertida en clorita y de anfíbol. El feldespato aparece al microscopio moscovitizado y epidotizado conservando la forma del primitivo feldespato, y en algunos casos rodeado de curiosa aureola de actinota en finísimas agujas con sus alargamientos normales a las caras del feldespato. Esta actinota, lo mismo que la epidota, clorita y titanita, son secundarias. La pasta, muy abundante, se compone de microlitos y cristales pseudoporfídicos de feldespato sericitizado, de anfíbol y de clorita, acompañados de algunos granos de magnetita, de epi-

dota y de cuarzo. Semejante a éste es uno de la riera de Vallensana, en el que se ve que los feldespatos plagioclásicos con estructura zonar no epidotizan por igual en todas sus zonas, sino que lo hacen antes y más fácilmente las zonas más básicas, por lo que no es raro encontrar secciones con núcleo de epidota y zona externa sin modificar.

En casi todos los ejemplares son abundantes las inclusiones de zircón y rutilo sobre las micas y cloritas.

El del camino de la Corralada es muy anfibólico.

Incluyo entre estos pórfidos, finalmente, uno de Can Franquesa, de color gris verdoso amarillento, con estructura porfídica holocristalina, con pocos fenocristales y de pequeño tamaño, de cuarzo, de ortosa y oligoclasa y de biotita, parcial o totalmente cloritizada, que destacan poco sobre abundante pasta compuesta casi exclusivamente de granos y placas informes de feldespato, con caracteres de ortosa, sobre las que destacan diminutas escamitas de biotita en vías de cloritización. Es una especie de felsófido o pórfido feldespático curioso, porque la base en lugar de ser felsítica, amorfa, con productos granulares de desvitrificación, se resuelve clarísimamente, hasta con pequeños aumentos y entre nicols cruzados en un agregado de granos y placas con variada orientación óptica de ortosa.

Uno de la carretera de Tiana a la Conrería es micáceo y muy típico. Ofrece estructura porfídica holocristalina con fenocristales de feldespato y de biotita muy bien conservados, sobre pasta de los mismos elementos en cristales y granos pequeños. El feldespato ordinariamente es muy idiomorfo y casi siempre zonal, variando su composición de la oligoclasa al labrador; la extinción en algunos de estos cristales según la traza de uno de los pinacoides paralelos a *c* varía de la periferia al centro de 18 a 43 grados en unos y en otros el ángulo de extinción máxima entre dos láminas hemitrópicas varía de

40 a 60 grados (andesina-labrador). Además, estos cristales presentan dos o tres leyes de mezcla asociadas, siendo las asociaciones más frecuentes, albita-carlsbad y albita-periclina-carlsbad. La biotita muy fresca presenta inclusiones de rutilo y zircón, éstas con hermosas aureolas, algunas de apatito y de plagioclasa.

En Pomarén el Alto de Miravitges hay uno anfibólico que se diferencia de éste por la abundancia de horblenda y falta de biotita y por ser de grano más grueso la pasta de cuarzo, feldespato y anfíbol.

En Santa Coloma de Gramanet hay un tipo muy curioso, más duro y tenaz que la mayoría, de color gris verdoso oscuro, con muchas manchas blancas y algunas negras. A simple vista se reconocen fenocristales en gran número de feldespato, de horblenda y clorita y de cuarzo, tan grandes o más que los de feldespato, pero siempre en número muchísimo menor.

Observada la roca con el microscopio, se ve que tiene estructura porfídica holocristalina con fenocristales dominantes de feldespato y de clorita; el cuarzo intratelúrico es excepcional. El feldespato aparece alterado, pero permite distinguir los caracteres de la ortosa en unas secciones y de la oligoclasa en otras; en ambos la alteración termina con la formación de epidota, sericita y productos arcillosos opacos. Es curiosa la epidotización de las plagioclasas en esta roca, en la cual puede seguirse perfectamente el proceso; empieza con la aparición sobre las placas feldespáticas de unos granos incoloros, pequeños, muy refringentes y de escasa acción sobre la luz polarizada; estos granos van haciéndose mayores y entre nicoles cruzados dan hermoso color azul índigo de polarización poco luminosa, semejante al de la pennina o al de la zoisita, y tienen extinción recta según el alargamiento; después van adquiriendo mayor birrefringencia, color amarillo de paja entre nicoles cruzados y gris claro; la birrefringencia sigue aumentando a la vez que el

grano toma color amarillo y se hace pleocroico; entonces da entre nicoles cruzados colores muy vivos y luminosos, rojos rosa y amarillos; resulta, pues, que se individualiza primero un mineral de caracteres ópticos de zoisita y después se forma la verdadera epidota.

La clorita es pennina y procede con toda probabilidad de la horblenda, pues en algunas placas de clorita verde mar o amarillas más o menos pleocroicas se ven granillos y agujas residuales de un mineral pardo, muy pleocroico, o verde, que no se extinguen paralelamente a la estriación y que son residuos no cloritizados del anfíbol transformado. La cloritización del anfíbol va acompañada de formación de epidota y podemos añadir que esta alteración de los elementos esenciales es característica de los pórfidos y de muchísimas o casi todas las rocas eruptivas de la cadena costera catalana. Acompañan a la clorita, magnetita, oligisto y apatito.

La pasta se compone de cristales tabulares y microlitos de oligoclasa y de ortosa, de láminas alargadas e irregulares de clorita y de granos muy xenomorfos de cuarzo en escasa proporción. La epidotización del feldespato alcanza a la pasta, pero en menor escala que a los fenocristales. Como elementos accesorios se encuentran calcita, titanita, magnetita, sericita y apatito.

### **Pórfidos dioríticos.**

Incluimos en este grupo una serie de rocas con estructura porfídica análoga a la de los pórfidos graníticos o a la de los pórfidos cuarcíferos, llamados microgranitos; les caracteriza el predominio o existencia exclusiva de feldespato plagioclasa, tanto en la fase intratelúrica como en la efusiva. Algunos son tipos francamente dioríticos; otros son términos intermedios entre éstos y los graníticos, o entre éstos y los cuarcíferos;



algunos ejemplares tienen cierta analogía con determinados pórfidos sieníticos; pero, en general, no pueden confundirse, porque los dioríticos son ricos en cuarzo, mineral que en aquéllos falta o es rarísimo. No abundan estos pórfidos como los graníticos sieníticos y cuarcíferos. Son compactos, francamente porfídicos, de color gris o verde oscuro, con manchas negras y blancas.

A simple vista destacan gran número de cristales de *feldespato*, algunos perfectamente idiomorfos sobresalen de la masa y se pueden aislar fácilmente en los ejemplares expuestos largo tiempo a la intemperie; prismas negros de *horblenda* y láminas de *biotita*, sobre una pasta granuda que con la lente se resuelve en una asociación de *feldespato*, *horblenda*, *biotita* y *cuarzo*.

Al microscopio se muestra con fenocristales de *plagioclasa* y de *cuarzo*, a veces muy grandes; de *anfíbol* y de *biotita*, más pequeños y en menor número, que arman en una masa panidiomorfa de grano relativamente grueso, compuesta de *plagioclasa* y *cuarzo*, casi en igual proporción, de *biotita* abundante y de *anfíbol* verde escaso.

El *feldespato* es *oligoclasa-andesina*, casi siempre zonar, con zonas más numerosas y marcadas en los cristales porfídicos que en los de la pasta.

El *anfíbol* es de color verde botella, muy pleocroico y con todos los caracteres ordinarios de la *horblenda* común; algunos de los cristales porfídicos se ven con sus bordes transformados en un agregado de laminillas pardas muy pleocroicas de *biotita*, y otros de color verde pálido menos dicroicas, formando apretado tejido que presenta los caracteres de la *actinota*; ésta se presenta también en laminillas pequeñas diseminadas por la pasta; por fin, algunas secciones anfibólicas tienden a convertirse en *clorita*.

La *biotita*, muy ferrífera, se ofrece en grandes láminas y en

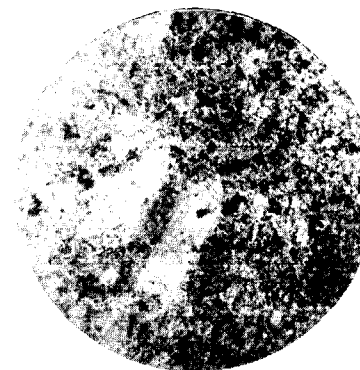


Fig. 1. — Pórfido sienítico. Riera de Matamoros. *L. ord. 15 d.*



Fig. 2. — Pórfido sienítico del camino de Santa Coloma a Pomar. *N+35 d.*



Fig. 3. — Pórfido cuarcífero microgranito. Turó de Miravitges. Pomar de Dalt. *N+35 d.*

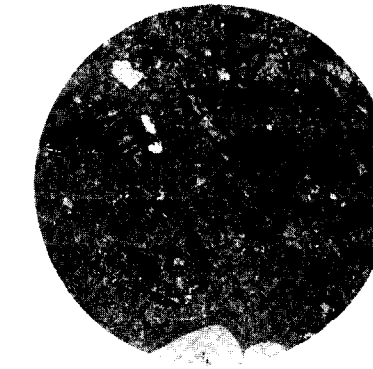


Fig. 4. — Pórfido cuarcífero — Granófico — de la riera de Vallensana. *L. ord. 15 d.*



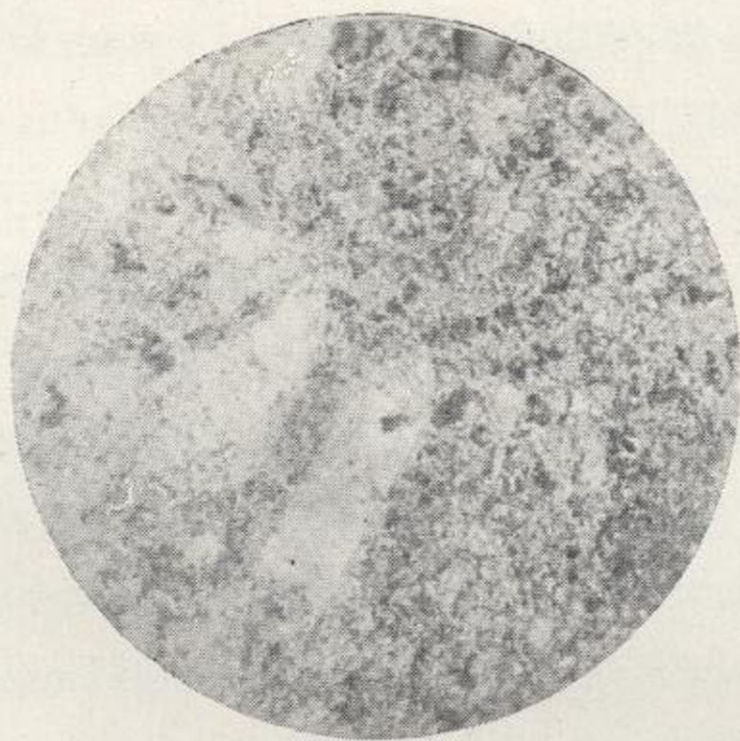


Fig. 1. — Pórfido sienítico. Riera de Matamoros. *L. ord. 15 d.*

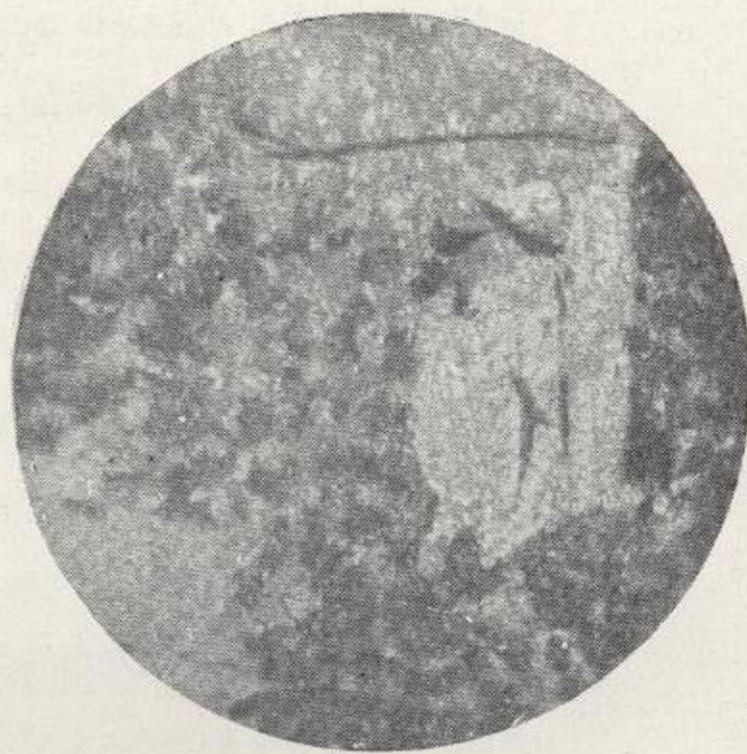


Fig. 2. — Pórfido sienítico del camino de Santa Coloma a Pomar. *N+35 d.*

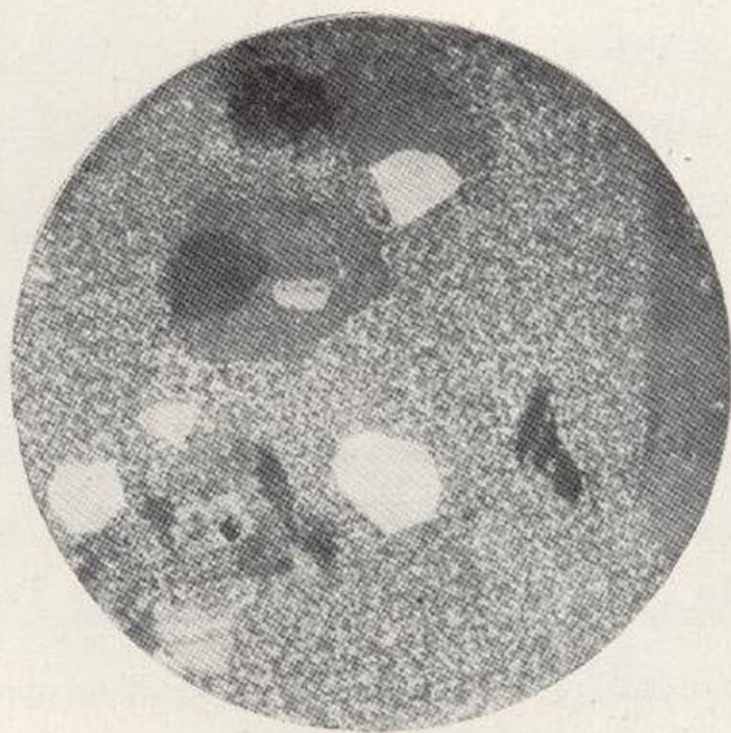


Fig. 3. — Pórfido cuarcífero microgranito. Turó de Miravitges. Pomar de Dalt. *N+35 d.*

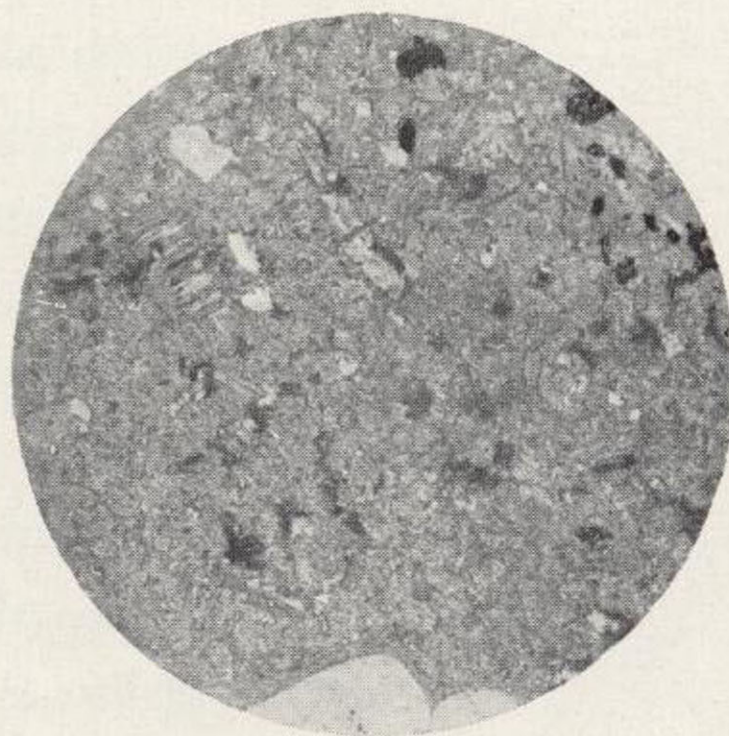


Fig. 4. — Pórfido cuarcífero — Granófido — de la riera de Vallensana. *L. ord. 15 d.*





laminillas, éstas abundantes y escasas aquéllas, conservándose siempre muy frescas.

El *cuarzo* rellena los espacios entre los demás elementos a la manera como lo hace en los granitos, y sólo por excepción se presenta idiomorfo. Acompañan a estos elementos esenciales la *magnetita*, *epidota* y *apatito*. Algunos son exclusivamente micáceos, y hay formas que por la extremada finura de los elementos de su pasta parecen tipos efusivos, microdioríticos o dacíticos. Los diques de estas rocas aparecen unas veces aislados, pero es más frecuente verlos adosados a los graníticos o cuarcíferos formando como una de sus salbandas, lo que es bien visible en el dique de la carretera de Tiana a la Conrería, y en el de la sierra de Matamoros y otros.

### **Pórfidos cuarcíferos.**

Esta clase de roca se ofrece aquí, como en toda la cadena costera catalana, formando multitud de diques de variado espesor, verticales o con gran ángulo de buzamiento, y dirigidos principalmente de NE. a SO.

Se pueden referir a dos tipos: al microgranito y al granó-fido. En los *granófidos* a simple vista se distinguen algunos fenocristales de *feldespato* alterado, escasos de *cuarzo* y láminas de *biotita* en análoga proporción que el *feldespato*, todos ellos destacando sobre abundante base afanítica.

Al microscopio muestra estructura *porfidica* holocristalina del tipo de la llamada granofidica, compuesta de fenocristales de *feldespato*, de *biotita* y de *cuarzo* en reducido número.

El *feldespato*, muy fresco o idiomorfo, corresponde a las especies *ortosa* y *oligoclasa*, ésta zonar; el *cuarzo* intratelúrico ha desaparecido casi completamente por corrosión y disolución magmáticas, quedando únicamente granos redondeados o irre-



gulares, rodeados de hermosas aureolas mirmequíticas; a veces la disolución llega al extremo de no dejar del primitivo cristal más que un grano diminuto que forma el centro de una placa mirmequítica o micropegmatítica; en otros casos se conservan aún muchos cristales de cuarzo.

La *biotita* intratelúrica es muy escasa y se ofrece en láminas largas y estrechas, de pequeño tamaño y muy frescas.

La pasta es esencialmente granofídica, constituida por un agregado de placas mirmequíticas, es decir, de placas feldespáticas que llevan incrustadas cuñitas e hilillos de cuarzo vermicular, caprichosamente distribuidos u orientados; por escasos granos de *cuarzo* y de feldespato y laminillas aciculares de *biotita*, de regular longitud.

En los *microgranitos*, de color gris claro, a simple vista se distinguen fenocristales de *feldespato*, de *cuarzo* en menor proporción y de *biotita*, en general más pequeñas que las del elemento blanco; estos tres minerales destacan sobre abundante pasta de grano fino, afnítica.

Al microscopio muestra estructura porfídica holocristalina, y se ve compuesta de fenocristales de *feldespato*, de *cuarzo* y de *biotita*, los dos primeros casi en igual proporción; la mica en menor cantidad y de menor tamaño, y de pasta microgranuda, de grano finísimo, compuesta de las mismas especies minerales.

El *feldespato* es *ortosa* y *oligoclasa*.

Los del tipo microgranito son más frecuentes y varían mucho de aspecto de unos a otros diques, según el estado de alteración, la mayor o menor riqueza de elemento negro y, sobre todo, la abundancia o escasez y el tamaño de los fenocristales de *cuarzo* y de *feldespato*.

Al Oeste del torrente de Can Franquesa hay uno con grandes cristales de *cuarzo*, de *feldespato* caolinizado con formación de *moscovita* y de *calcita* en gránulos reunidos formando

a modo de plaquitas. La *biotita* ha cloritizado y moscovitizado, viéndose también sobre ella plaquitas de *calcita* granular, además de *apatito* y *zircón*. La base es semicristalina con diminutos granillos de *cuarzo*, *escamitas micáceas* y sustancia isótropa.

El del lado Este del Collado del Pollo presenta fenocristales alteradísimos de *feldespato* y de *cuarzo* corroído, en pequeño número; de *biotita*, completamente moscovitizada, abundantes; se reconoce su origen biotítico por la presencia de productos ferruginosos y titanados y de inclusiones de *apatito*, *zircón* y *rutilo*. Acompañan a éstos varios cristales cúbicos de *pirita* limonitizada, bastante grandes, cosa muy frecuente en las rocas eruptivas en que se produce en gran escala el fenómeno de la moscovitización, como si fuera ligado a fenómenos idatotérmicos con emanación de sulfuros. La pasta es microgranuda holocristalina de iguales elementos. Muy semejante a éste por su estructura, pero mucho menos alterado, es el de la cantera del torrente de Vilatort, bajo el Reixach, en el cual se reconoce perfectamente en los *feldespatos* los caracteres de *ortosa* y de *oligoclasa*, ésta más abundante que aquélla, la *biotita* parcialmente cloritizada, es rica en inclusiones de *zircón* y *rutilo*. En la pasta, que es microgranuda, predominan el *cuarzo* y la *ortosa*; la *biotita*, escasa, pero muy bien conservada.

En Cañet hay otro exactamente igual que el del lado Este del Collado del Pollo, y en el Turó de Miravitges de Pomar, otro como el del Reixach.

En el empalme de la carretera de Tiana a la Conrería con la de Badalona a Mollet hay uno muy curioso; tiene fenocristales grandes y numerosos de *feldespato*, muchos de *cuarzo* muy idiomorfos con inclusiones de *rutilo*, y menos y más pequeños de *biotita* con *apatito* y *zircón*. El *feldespato* es *ortosa* y *oligoclasa* y algunas placas son de *perita* con inclusiones de otros cristales de *ortosa* y de *cuarzo*. La pasta es microgranuda.

Aunque no tanto como los micrograníticos, abundan también los granofídicos; en la sierra de Santa Coloma de Gramanet hay uno muy notable por la abundancia de esferulites en la pasta, formados por fibras centróradiadas finísimas y envueltos por base granular ultrafina con fondo isótropo.

El del camino de la riera de Vallensana es muy típico. Presenta grandes fenocristales de cuarzo más o menos corroídos y muy frecuentemente rodeados de amplias y hermosas aureolas micropegmatíticas o micropertíticas de ortosa y oligoclasa y de biotita cloritizada, rica en inclusiones de zircón con aureolas de rutilo y de apatito. La pasta se compone de abundantes laminillas de biotita cloritizada, granos y placas de feldespato, muy escasos de cuarzo y abundantes placas mirmekíticas de feldespato y cuarzo vermicular o micropegmatítico. En el camino de Pomar a Cañet hay otro muy semejante, y en Cañet otro igual.

### **Felsófidos.**

Son análogos a los pórfidos cuarcíferos, de los que se diferencian a simple vista por la escasez de fenocristales de cuarzo y la abundancia de los de feldespato. Su color varía bastante, pero siempre dentro de tonos verdosos más o menos oscuros y con marcado aspecto petrosilíceo. A simple vista se reconocen multitud de fenocristales de feldespato, menos y más pequeños de biotita y muy escasos de cuarzo, que arman sobre pasta completamente afanítica.

Con el microscopio, y en el del cerro anterior al 446 de la Coscollada, se reconoce su estructura porfídica hipocristalina, con pocos fenocristales; los más y de mayor tamaño son de feldespato, alterados y corroídos ordinariamente, correspondientes a la ortosa y la oligoclasa. La biotita es el segundo elemento intratelúrico en importancia; forma laminillas de va-

riado tamaño, aunque siempre menor que el de los feldespatos, muy frescas. El cuarzo porfídico es rarísimo, sólo se ve algún cristal corroído y pequeño. La pasta aparece como un vidrio profundamente alterado, cargada de productos de desvitrificación, granillos de cuarzo, plaquitas informes de aspecto feldespático y escamitas de mica; el único elemento bien diferenciado y con caracteres de ser producto primario es la biotita en diminutas laminillas. Como elemento accesorio merece citarse la piritita de hierro en cubitos limonitizados.

En la sierra de Santa Coloma de Gramanet hay otro muy interesante. Los elementos porfídicos son como en el anterior, pero la pasta se compone de algunos cristales idiomorfos, microlitiformes de feldespato, oligoclasa, laminillas de biotita cloritizada, algún prisma de apatito y granos de ilmenita y titanita, sobre base vítrea con granillos birrefringentes, productos de desvitrificación. Lo más curioso de esta roca es la transformación de la biotita cloritizada en calcita; en efecto, son muchas las láminas de esta mica enteramente calcitizadas, pero en otras aparece el centro de calcita y los bordes de clorita con titanita e ilmenita (meroxeno).

### **Felsitas.**

Incluimos entre éstas unas rocas muy semejantes a simple vista a las porfiritas, unas veces, y a los felsófidos, otras, de los cuales sólo se diferencian macroscópicamente por la falta o gran escasez y pequeñez de fenocristales. Son rocas compactas, verdes, azuladas, amarillentas, grises y hasta de color blanco, completamente afaníticas, muy duras cuando se conservan frescas, con fractura irregular, astillosa o concoidea, de bordes cortantes y translúcidos, y blandas, hasta dejarse rayar con la uña o por lo menos con la navaja, cuando alteradas.

A simple vista se reconocen escasísimos y diminutos cristales de feldespato y cuarzo. El microscopio permite ver una base de debilísima acción sobre la luz polarizada, sembrada de puntitos birrefringentes, productos de desvitrificación, sobre los que destacan algunas pajuelas de mica, granillos de cuarzo y de magnetita.

Un ejemplar recogido en los cerros al Este de la riera de Can Franquesa, aparece compuesto de pequeños cristales porfídicos, idiomorfos, de feldespato, convertidos totalmente en calcita granular, y de laminillas largas y estrechas de biotita cloritizada, parcial o totalmente calcificada, sobre abundante pasta felsítica, finamente granular con base isótropa. Repartidos por la roca hay muchos cristales de pirita limonitizada.

La del Turó del Infern de Premiá de Mar, tiene escasas y muy diminutas laminillas de biotita, únicos elementos idiomorfos y definibles de la roca que arman sobre una base homogénea en luz ordinaria, pero que entre nicoles cruzados se comporta como finísimamente granular y parte sin acciones sensibles sobre la luz polarizada.

### Porfiritas.

Estas rocas se encuentran con frecuencia en la hoja, así como en el resto de la cadena costera catalana; son casi siempre afánicas y poco porfídicas, con colores verde a negro, y se ofrecen frecuentemente muy alteradas. Preséntanse en diques que atraviesan el granito, y aunque no hemos podido confirmarlo de un modo absolutamente general, en muchos casos cortan también a los pórfidos graníticos, sieníticos y cuarcíferos, por lo que creemos que son las porfiritas las rocas más modernas de toda la serie eruptiva que describimos; pero los diques de cuarzo son aún más recientes.



Fig. 1. — Pórfido cuarcífero — *Gránófido* — de la riera de Vallensana.  
*N + 15 d.*

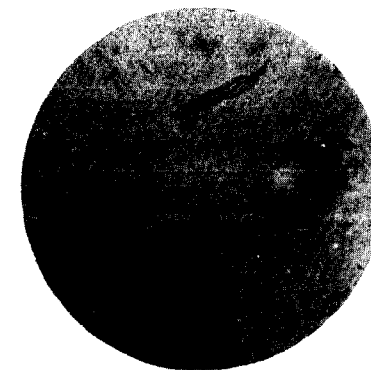


Fig. 2. — Felsita del torrente al Oeste de la riera de Can Franquesa.  
*L. ord. 10 d.*

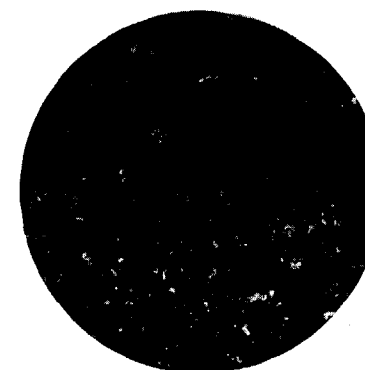


Fig. 3. — Felsita del Turó del Infern. Premiá de Dalp.  
*N + 35 d.*



Fig. 4. — Porfirita andesítica. Vertiente izquierda del arroyo de Pomar.  
*N + 35 d.*



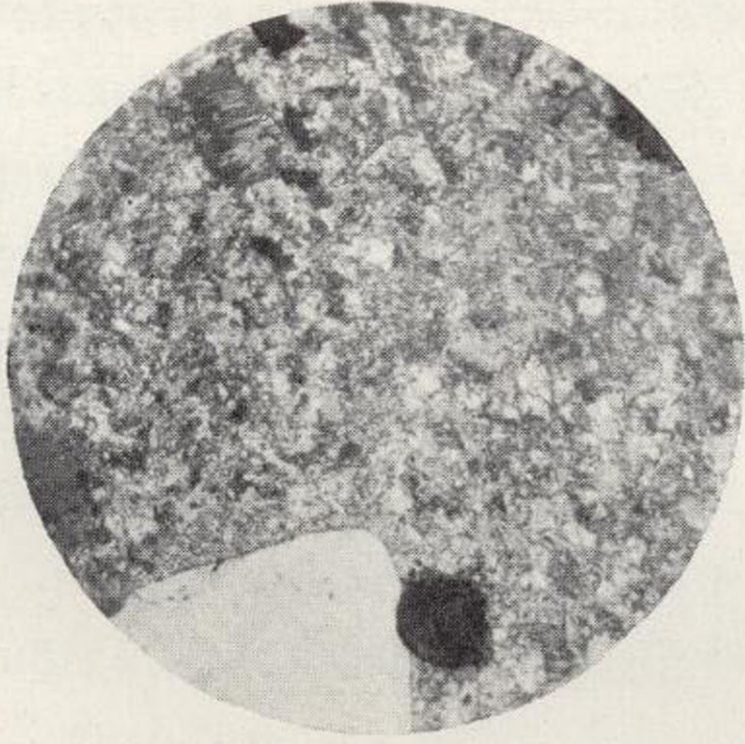


Fig. 1. — Pórfido cuarcífero — *Granófito* — de la riera de Vallensana.  
*N + 15 d.*



Fig. 2. — Felsita del torrente al Oeste de la riera de Can Franquesa.  
*L. ord. 10 d.*

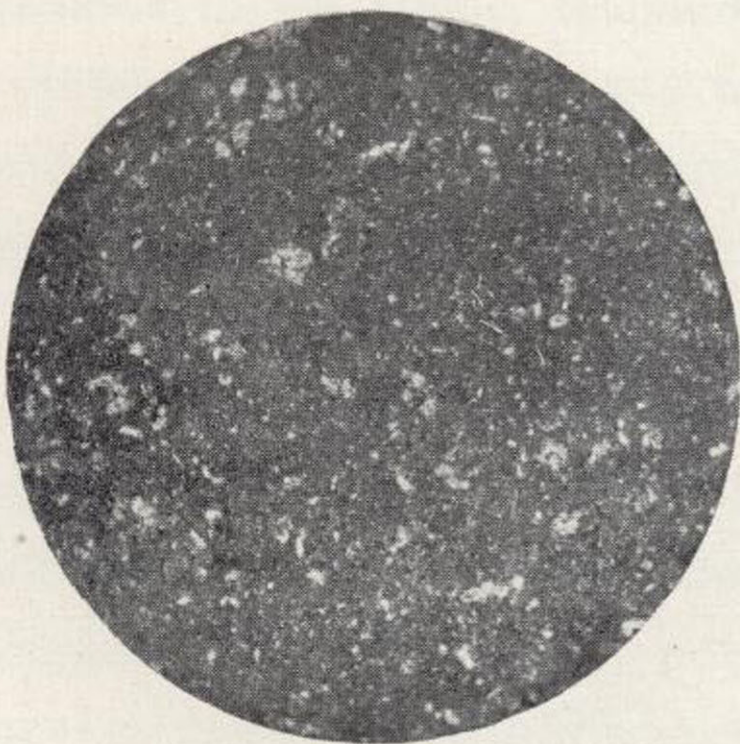


Fig. 3. — Felsita del Turó del Infern. Premiá de Dalp.  
*N + 35 d.*



Fig. 4. — Porfiritita andesítica. Vertiente izquierda del arroyo de Pomar.  
*N + 35 d.*



En general, pueden referirse a la familia *andesitas*, pero el mal estado de conservación de sus feldespatos impide muchas veces asegurar si ciertas de ellas son andesitas o corresponden al magma traquítico, es decir, si son porfiritas o pórfidos traquíticos; en otros casos, por no conservarse la composición mineralógica primitiva y borrarse los caracteres ópticos de sus feldespatos, no se puede tampoco distinguir la clase de porfirita a que pertenecen: si son del tipo andesítico o del diabásico.

En esta parte abundan las porfiritas andesíticas. Su dirección más frecuente es la de NO. a SO. Son rocas compactas no porfídicas, de color gris verdoso. A simple vista sólo se distinguen, por su mayor brillo, algunas caras de esfoliación del *feldespato* intratelúrico, siempre de reducido tamaño, sobre una base homogénea completamente afanítica y de aspecto de felsita.

Con el microscopio se reconoce estructura microlítica fluidal, compuesta de escasos y pequeños fenocristales de *feldespato* con formas alargadas; pocos de *clorita* que parecen derivar de la alteración de la *biotita*; escasísimos de cuarzo, probablemente secundario, constituidos por un agregado de granillos diversamente orientados, y de abundante pasta microlítica fluidal integrada por microlitos de *oligoclasa*, alguno de *ortosa* y de *clorita*, y muy escasos de *cuarzo*; sobre esta pasta se ven, además, granos de *magnetita*, de *calcita* y bastantes manchas de *limonita*.

De los muchísimos ejemplares de porfiritas que hemos recogido y estudiado podemos hacer tres grupos: uno con las holocristalinas, de estructura traquítica; otro con las porfídicas de pasta hipocristalina, y, por fin, el tercero, formado por aquellas porfiritas no porfídicas con pasta microlítica fluidal, holocristalina o con base vítrea.

Entre las del primero podemos citar una de la sierra de

Santa Coloma de Gramanet, con escasos fenocristales de feldespato alteradísimo y de biotita o anfíbol cloritizados, sobre abundante pasta microlítica fluidal con microlitos de feldespato dominantes, pocos de elemento ferromagnésico y granillos de cuarzo. El estado de alteración de los feldespatos y la pequeñez de los microlitos, algo mejor conservados, impide asegurar si se trata del magma andesítico o del traquítico; por analogía de aspecto y de yacimiento con otras bien determinadas me decido a incluirlas dentro del grupo andesitas. Otra del camino de encima de la ermita de San Jerónimo de la Murtra se diferencia de la anterior por presentar fenocristales grandes de feldespato caolinizados unos, los de ortosa, y epidotizados otros, los de plagioclasa, de clorita con restos de horblenda, y muy escasos de cuarzo, sobre pasta microlítica de feldespato, indeterminable, de clorita, algo de cuarzo, epidota y magnetita.

Las del segundo grupo son más frecuentes. En el Turó del Infern (Premiá) recogí dos muestras, con pocos y diminutos fenocristales de feldespato alterado, más raros aún de biotita cloritizada sobre abundante pasta microlítica fluidal con microlitos de oligoclasa y de clorita o biotita verdosa y base felsítica. El vidrio primitivo se ha transformado en placas felsíticas de poca reacción óptica. Titanita, magnetita, caolín, escamitas de moscovita, algo de epidota, cristales de apatito y cubitos de piritita limonitizada se unen a los anteriores elementos.

En el Arroyo dels Fregóns, entre Cañet y Pomar, hay una que sólo tiene fenocristales de anfíbol, y escasos, completamente cloritizados, que arman sobre pasta de microlitos de oligoclasa y de horblenda, granos de cuarzo y base felsítica muy alterada.

En el lado Oeste de la loma 352 metros, en Pomar de Dalt, se encuentra una con escasos y pequeños fenocristales, a manera de microlitos grandes de feldespato y de clorita y

biotita. Aquéllos presentan, los más, caracteres de oligoclasa, y de ortosa los menos, que son ordinariamente cuadrados. La pasta muy abundante es francamente fluidal con microlitos finísimos, que por su birrefringencia y extinción, según el alargamiento, corresponden a la oligoclasa, de algunas laminitas de biotita y de clorita y de base vítrea algo alterada menos abundante que la parte microlítica. Quizá en estado fresco tuvo algún grano de anfíbol y piroseño, de los cuales procederían algunos cloritoso-serpentinosos que aparecen en la preparación.

Las del tercer grupo, que se confunden fácilmente a simple vista con las felsitas, son también bastante frecuentes. En el cerro 241, camino viejo de Badalona a Moncada, se la ve completamente afanítica, y en preparación transparente puede reconocerse con el microscopio su constitución microlítica fluidal, casi exclusivamente feldespáticos, difíciles de especificar por lo pequeño de su tamaño y su alteración; no obstante, en algunos más grandecitos y mejor conservados he podido apreciar caracteres ópticos de la oligoclasa. El elemento negro es escasísimo, biotita, y la base, abundante, es vítrea, más o menos alterada. Muy semejante es otra del camino de Pomar a Cañet.

### **Epidotitas.**

Comprendemos con este nombre una serie de rocas de composición y estructura diferentes que se caracterizan por su abundancia en epidota; no son equivalentes a las epidotitas, también llamadas *pistacitas* por los geólogos españoles, que se encuentran en las formaciones metamórficas; es decir, que no son estas rocas pizarras cristalinas o verdaderas rocas metamórficas, como las epidotitas del Tibidabo, por ejemplo.

Las que nos ocupan son siempre rocas epigénicas y resultan



de la epidotización del feldespato y de los elementos negros de granitos, sienitas, pórfidos y porfiritas; conocido su origen no puede extrañar su variada composición y textura, pero la epidota dominante presta un aire de familia natural a todas ellas, que sería poco acertado no reunir las en un solo grupo.

En toda la cadena costera catalana y también en la parte de ella que describimos en esta Memoria, encontramos con frecuencia epidotitas cuarcíferas, feldespáticas, cloriticas y magnetíticas, denominaciones que expresan el mineral que acompaña como más importante a la epidota, y es de advertir que en general se componen principalmente de dos elementos a los cuales acompaña a veces otro en escasa proporción: epidota y magnetita con esfena; epidota, horblenda y feldespato; epidota, clorita y magnetita; epidota, cuarzo y feldespato, etc.

### **Terreno metamórfico.**

Forma éste una banda continua paralela al curso del Besós desde el Oeste de Can Franquesa y de la riera del mismo nombre hasta cruzar el arroyo de Vilatort al Este del Reixach y terminar dirigiéndose al Norte en el borde mismo de la hoja.

Está integrado esencialmente por micacitas nodulosas, en su parte central y oriental y por filitas nodulosas o satinadas en la del Besós, si bien ha de advertirse que en los extremos las micacitas llegan hasta el borde occidental de la mancha.

Otra pequeña mancha aparece en Mongat, en el fondo de la fuente y al Noroeste del pueblo, que está formada por micacitas nodulosas andalucíticas. También se encuentran micacitas debajo del triás y encima del granito en el Turó de Can Pla y en el de Matas. Los buzamientos son al NNO. y NNE. Atraviesan esta formación multitud de diques de pórfidos, aplitas,

pegmatitas, porfiritas y cuarzo lechoso, continuación de los del terreno granítico.

El silúrico, poco o nada metamorfoseado, que podemos atribuir al superior, aparece solamente en Mongat en los cerros del túnel de Pruna y de Ribas, está formado por tramos pizarrosos y cuarcíticos; por ampelitas en el cerro del túnel de Mongat y por calizas arcillosas nodulosas en este cerro, en el fondo de la fuente y en el cerro de Ribas, que deben atribuirse al devónico.

El buzamiento general de todos estos materiales es al NNO., pero son frecuentes cambios bruscos debidos a repliegues de las pizarras que no afectan a la tectónica general; la dirección oscila entre ENE. a OSO. y la ONO. a ESE., y los buzamientos entre N. 10-20° O. y N. 10-20° E., con valores que oscilan entre 30 y 90 grados.

Las rocas metamórficas de contacto que se encuentran en esta parte son: en la zona interna, micacitas nodulosas, cordieríticas y andalucíticas, y en la externa, filitas nodulosas y mosqueadas y filitas satinadas ordinarias.

Las del fondo de la Font de Mongat son unas de estructura granoblástica nodulosa, compuestas de nódulos y partes de cuarzo micáceas. Los nódulos son redondeados, homogéneos, algo alterados, y se extinguen de una vez o en tres sectores: la masa granoblástica, además del cuarzo, contiene biotita, moscovita y andalucita, cargada de escamitas de damurita, que la dan tinte ligeramente verdoso. Acompañan a estos elementos magnetita y turmalina.

Otras no son nodulosas, pero sí heteroblásticas y con estructura granolepidoblástica; están formadas por apretada trama de laminillas de moscovita y granos de cuarzo, en la que arman masas granulares de andalucita fresca, con sus típicas inclusiones negras granulares y su color rosa salmón de pleocroísmo; cuando está alterada se ofrece en su lugar un agre-

gado de finísimas laminillas micáceas de damurita. Hay granos cúbicos de magnetita dispuestos en líneas.

En el Reixach (Moncada) es granoblástica nodulosa, con dos clases de nódulos y base casi exclusivamente formada por cuarzo homoblástico. Los nódulos oscuros son cordieríticos, como los ya citados; los claros están formados por la asociación granoblástica de andalucita, cuarzo y algo de biotita con granillos de magnetita. Como elementos accesorios se cuentan: moscovita, turmalina, apatito, rutilo y pirita de hierro limonitizada.

En el macizo del Pollo y cerros al Oeste de Can Franquesa, hay rocas de estos tipos.

### Filitas.

Forman la aureola externa de la zona metamórfica, y se presentan bajo tres formas distintas. Las más inmediatas a las micacitas son nodulosas; sobre éstas aparece una banda de pizarras satinadas con manchas en la superficie, las cuales pasan, disminuyendo poco a poco las manchas, a pizarras satinadas. Todas ellas son de colores grises, amarillentas o azuladas, más o menos oscuras, muy hojosas, blandas, pero tenaces.

*Filitas nodulosas.* — Sus nódulos, muy numerosos, son redondeados, más oscuros que el resto de la roca, hasta negro mate en las fracturas recientes. El microscopio permite reconocer que aun tienen bastantes láminas de mica sobre una base cuarzoso-sericítica, en la que destacan nódulos ovals con núcleo de cordierita, rodeado de aureola clara sericítica, y todos ellos con numerosas partículas negras de magnetita y grafito.

*Filitas mosqueadas.* — Macroscópicamente es muy difícil muchas veces distinguir éstas de aquéllas; su aspecto externo

es idéntico, pero los nódulos son más o menos irregulares, aunque es manifiesta la tendencia a la forma redondeada y oval. Al microscopio no se encuentra ya biotita en la base ni cordierita en los nódulos, que no son más que manchas que resultan de la acumulación de escamitas cloritosas, granos de magnetita, carbón y laminillas de sericita verdosa; es, pues, una filita menos micácea que las anteriores.

*Filitas satinadas.* — Salvo las manchas o nódulos, el aspecto y color es idéntico; su superficie es sedosa o satinada, muy hojosas, se rayan con la uña. El microscopio, y empleando regulares aumentos, permite reconocer que están formadas por granillos de cuarzo, sericita verdosa, clorita, magnetita y oligisto, a los que se unen en menor proporción, turmalina, esfena, zircón.

## Estudio magmático de cinco rocas pertenecientes a la hoja de Barcelona,

por L. MENÉNDEZ PUGET

### Porfirita.

POMAR (BADALONA).

DIAGRAMA NÚM. 6.880

Análisis en bloque		Moléculas
Sílice.....	50,66 %	0,840
Oxido férrico.....	8,47 »	0,053
Idem de manganeso.....	indicios	0,000
Alúmina.....	19,30 %	0,188
Cal.....	6,92 »	0,120
Magnesia.....	7,97 »	0,199
Potasa.....	1,17 »	0,012
Sosa.....	5,20 »	0,082
Anhídrido fosfórico.....	0,40 »	0,002
Idem carbónico.....	indicios	0,000
Azufre.....	0,17 %	0,005
TOTAL.....	100,26 %	1,501

Número molecular, 150.

Del análisis anterior deducimos los siguientes parámetros magmáticos:

$$\left. \begin{array}{l} K, \text{ potasa feldespaticizable} \dots = 1,17 \\ n, \text{ sosa} \quad \quad \quad \dots = 5,20 \\ c, \text{ cal} \quad \quad \quad \dots = 5,10 \end{array} \right\} \text{Triángulo alcalinotérrico.}$$

$$\left. \begin{array}{l} C', \text{ cal libre (bisilicatos)} \dots = 1,36 \\ m, \text{ magnesia} \dots = 7,97 \\ F, \text{ óxidos de hierro} \dots = 8,47 \end{array} \right\} \text{Triángulo ferromagnesiano.}$$

Además tenemos que  $K_0, c < m$ .

Con estos datos construimos el diagrama adjunto y deducimos que se trata de un magna ferromagnesiano, lamprofirico y nefelino-kersantítico.

### Porfirita (Lamprofido).

LOMA OESTE DEL CEMENTERIO DE ALELLA.

DIAGRAMA NÚM. 6.786

Análisis en bloque		Moléculas
Sílice.....	66,50 %	1,102
Oxido férrico.....	3,51 »	0,021
Idem de manganeso.....	indicios	0,000
Alúmina.....	14,89 %	0,145
Cal.....	1,48 »	0,025
Magnesia.....	3,55 »	0,088
Potasa.....	1,13 »	0,012
Sosa.....	6,49 »	0,104
Anhídrido fosfórico.....	0,37 »	0,002
Idem carbónico.....	1,20 »	0,029
Azufre.....	indicios	0,000
TOTAL.....	99,21 %	1,528

Número molecular, 152.

De este análisis global deducimos los siguientes parámetros magmáticos, según la notación de Levy:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Potasa feldespaticizable} \dots K = 1,13 \\ \text{Sosa} \quad \quad \quad \dots n = 6,49 \\ \text{Cal} \quad \quad \quad \dots c = 1,04 \end{array} \right\} \text{Triángulo alcalinotérrico.}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Magnesia} \dots m = 3,55 \\ \text{Óxidos de hierro} \dots f = 3,51 \\ \text{Alúmina libre} \dots a = 0,95 \end{array} \right\} \text{Triángulo ferromagnesiano.}$$

Además tenemos:  $K_0, c_0, m > c$  y  $a$ .

Con estos datos construiremos el diagrama adjunto y deducimos que se trata de un magna ferromagnesiano, lamprofirico, albitico y keratofirico.



**Porfirita.**

CAMINO DE POMAR A CAÑET

DIAGRAMA NÚM. 6.916

Análisis en bloque		Moléculas
Sílice.....	64,67 %	1,072
Oxido férrico.....	3,58 %	0,022
Idem de manganeso.....	indicios	0,000
Alúmina.....	17,79 %	0,174
Cal.....	3,18 »	0,056
Magnesia.....	2,41 »	0,059
Potasa.....	1,27 »	0,013
Sosa.....	5,46 »	0,058
Anhídrido fosfórico.....	0,40 »	0,002
Idem carbónico.....	1,77 »	0,040
Azufre.....	indicios	0,000
TOTAL.....	100,53 %	1,496

Número molecular, 149.

De este análisis global deducimos los siguientes parámetros magmáticos:

Potasa feldespaticable.....	$K = 1,27$	} Triángulo alcalinotérreo.
Sosa.....	$n = 5,46$	
Cal.....	$c = 2,50$	

Magnesia.....	$m = 2,41$	} Triángulo ferromagnesiano.
Oxidos de hierro.....	$f = 3,58$	
Alúmina libre.....	$a = 2,02$	

Por consiguiente tenemos  $K_0 c_p > m$  y  $a$ .

Con estos datos calculamos el adjunto diagrama y deducimos que se trata de un magma alcalinotérreo y granito-tonalítico.

**Porfirita.**CERROS AL ESTE DE LA RIERA DE CAN FRUNQUESA  
(SANTA COLOMA).

DIAGRAMA NÚM. 6.833

Análisis en bloque		Moléculas
Sílice....	67,24 %	1,115
Oxido férrico.....	3,53 »	0,022
Idem de manganeso.....	indicios	0,000
Alúmina.....	14,21 %	0,139
Cal.....	5,18 »	0,092
Magnesia.....	1,52 »	0,038
Potasa.....	1,12 »	0,011
Sosa.....	7,06 »	0,113
Anhídrido fosfórico.....	0,23 »	0,001
Idem carbónico.....	indicios	0,000
Azufre.....	0,27 »	0,008
TOTAL.....	100,36 %	1,539

Número molecular, 153.

De este análisis en bloque deducimos los siguientes parámetros magmáticos:

Potasa feldespaticable.....	$K = 1,12$	} Triángulo alcalinotérreo.
Sosa.....	$n = 7,09$	
Cal.....	$c = 0,68$	

Magnesia.....	$m = 1,52$	} Triángulo ferromagnesiano.
Oxidos de hierro.....	$f = 3,53$	
Cal libre (bisilicatos).....	$c' = 3,49$	

Por consiguiente, tenemos que  $K_0 m > c$  y  $c'$ .

Con estos datos construimos el diagrama y deducimos que se trata de magma ferromagnesiano, lamprofirico y nefelino-kersantítico.

**Pórfido diorítico.**

DIQUE DEL HECTÓMETRO NÚMERO 8, CARRETERA DE TIANA A LA CONRERÍA.

DIAGRAMA NÚM. 6.804

Análisis en bloque		Moléculas
Sílice .....	63,89 %	1,058
Oxido férrico.....	6,32 »	0,039
Idem de manganeso ..	indicios	0,000
Alúmina.....	15,88 %	0,155
Cal.....	4,28 »	0,076
Magnesia.....	1,57 »	0,039
Potasa.....	1,37 »	0,014
Sosa.....	5,68 »	0,091
Anhídrido fosfórico.....	0,37 »	0,002
Idem carbónico.....	1,70 »	0,038
Azufre.....	indicios	0,000
<b>TOTAL.....</b>	<b>101,06 %</b>	<b>1,512</b>

Número molecular, 151.

De este análisis global deducimos los siguientes parámetros magmáticos.

Potasa feldespaticable.....  $K = 1,37$   
 Sosa » .....  $n = 4,21$   
 Cal » .....  $c = 2,71$  } Triángulo alcalinotérreo.

Magnesia.....  $m = 1,57$   
 Oxido de hierro.....  $f = 6,32$   
 Cal libre (bisilicatos).....  $c' = 1,14$  } Triángulo ferromagnesiano.

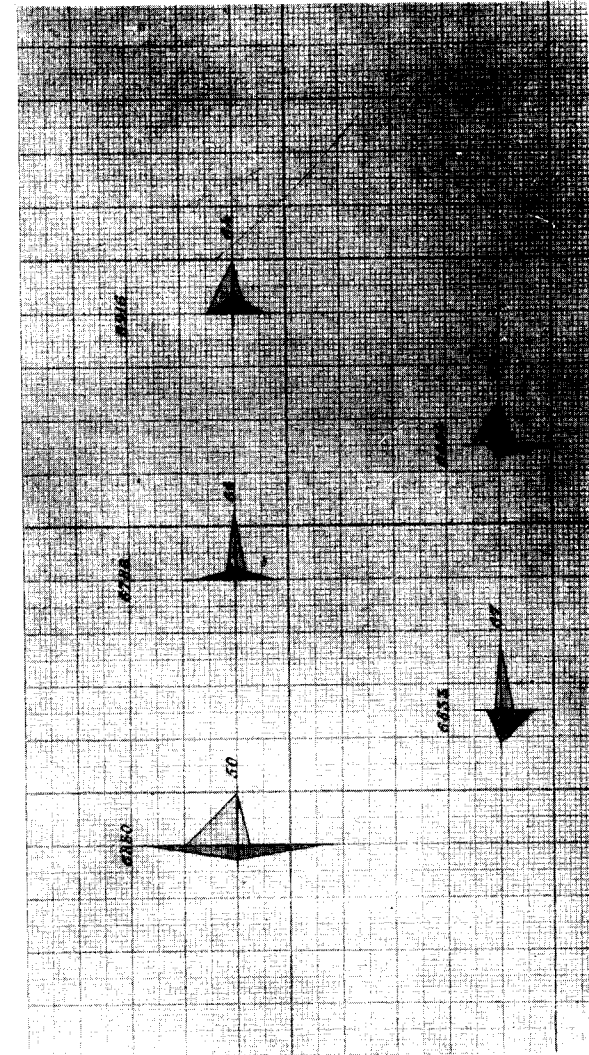
Además tenemos,  $K_p c_p > m$  y  $a$ .

Con estos datos construimos el diagrama y deducimos que se trata de un magma alcalinotérreo y granitoesterelítico; este grupo está constituido por los granitos anfibólicos y las dioritas cuarcíferas pobres en bisilicatos.

En todos los diagramas la escala es de dos milímetros por 1 por 100.



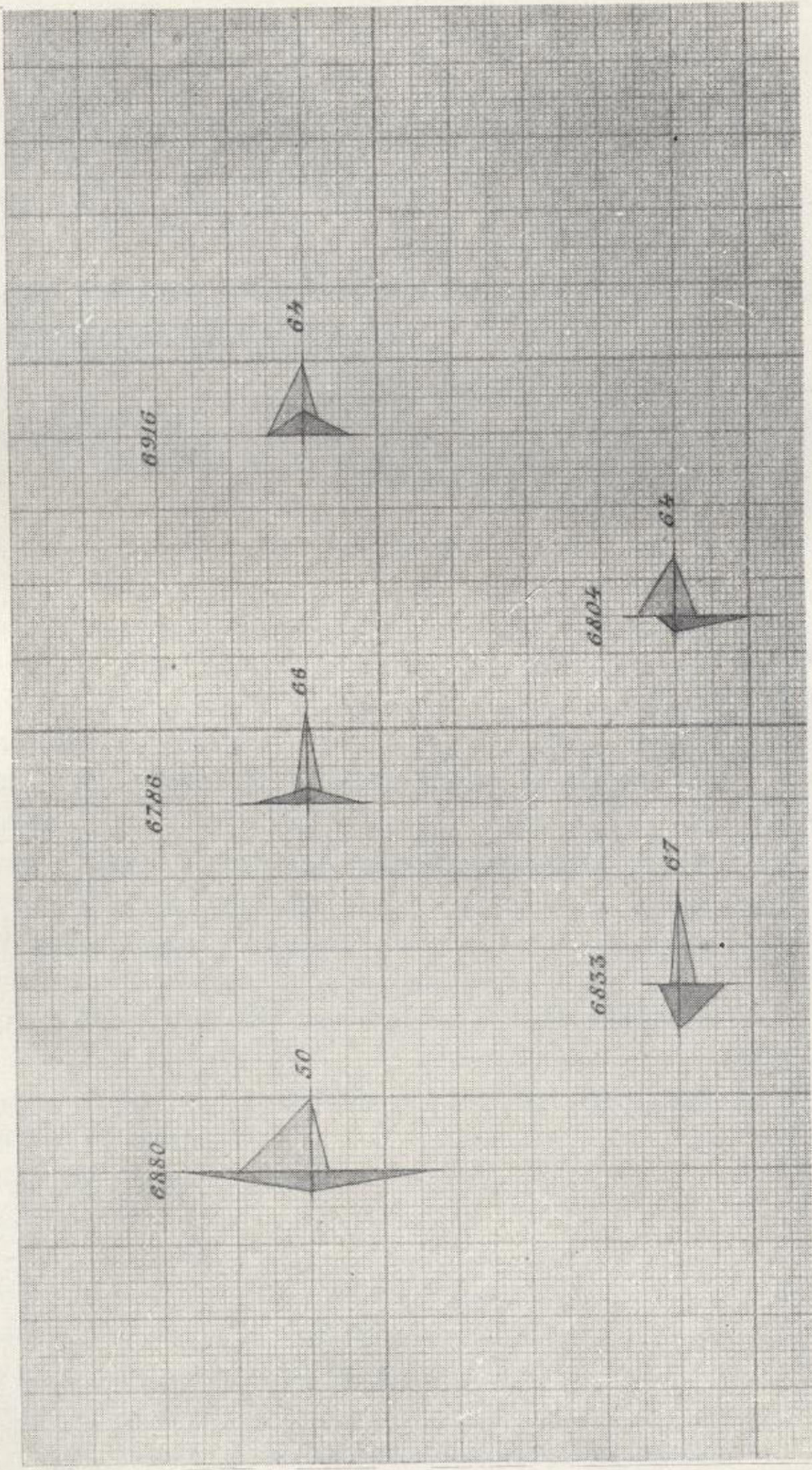
REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS ANÁLISIS, SEGÚN LA NOTACIÓN DE MICHEL-LEVY



Triángulo gris claro, alcalino térreo. — Triángulo gris oscuro, ferromagnesiano.



REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS ANALISIS, SEGÚN LA NOTACION DE MICHEL-LEVY



Triángulo gris claro, alcalino térreo. — Triángulo gris oscuro, ferromagnesiano.





## EJEMPLARES RECOGIDOS Y LOCALIDADES

Los números se refieren a los del catálogo de la colección del Museo de Geología de Barcelona.

<i>Granito.</i> — Bajo el Rocá. Tiana.....	6.769
<i>Idem.</i> — Cantera del Turó d'En Mora, torrente Gueli-Moncada-Reixach.....	6.899
<i>Granito cataclástico.</i> — Camino de Ocata a Tayá.....	1.175
<i>Granito porfídico.</i> — Masnóu.....	1.175
<i>Sienita.</i> — Kilómetros 3-4, carretera de Badalona a la Conrería....	6.710
<i>Idem.</i> — Kilómetros 3-4, carretera de Badalona a la Conrería.....	6.709
<i>Sienita epidotífera.</i> — Cementerio de Alella.....	6.778
<i>Sienita.</i> — Cementerio de Alella.....	6.777
<i>Sienita alterada.</i> — Hectómetro 7 del kilómetro 6 carretera de Badalona a Mollet.....	6.899
<i>Sienita epidótica.</i> — Sierra de Santa Coloma de Gramanet.....	6.828
<i>Sienita.</i> — Can Ruti-Pomar. Badalona.....	6.867
<i>Idem.</i> — Arroyo Miravitges. Pomar. Badalona.....	6.868
<i>Idem.</i> — Cruce camino Coscoyada y Conrería. Pomar.....	6.872
<i>Idem.</i> — Riera de Vilator a los 180 metros lado derecho Moncada-Reixach.....	6.894
<i>Sienita con vena de aplita.</i> — Riera de Vilator a los 180 metros, lado derecho. Moncada-Reixad.....	6.895
<i>Sienita.</i> — Camino de Pomar a Cañet.....	6.915
<i>Idem.</i> — Del camino de Ocata a Teyá.....	961
<i>Idem.</i> — De la Sierra de Teyá.....	966
<i>Epidotita.</i> — En la cresta al Este del cerro del Rocá Alella.....	6.788
<i>Aplita porfídica.</i> — Detrás de Casas de Mongat.....	6.726
<i>Aplita.</i> — Lado Este del arroyo Noguera-Masnóu.....	6.556
<i>Idem.</i> — Turó del Infern, dique 70°, Este Premiá del Dalt.....	6.758
<i>Idem.</i> — Tiana. Loma al Oeste de la que hace divisoria entre las dos rieras.....	6.770
<i>Idem.</i> — Loma anterior a la divisoria entre rieras de Tiana y Alella.	6.776
<i>Idem.</i> — Turó del Home. Pomar.....	6.789
<i>Idem.</i> — Hectómetro 1 del kilómetro 7, carretera de Badalona a Mollet.....	6.807

<i>Aplita</i> . — Cerro anterior al de 446 metros al Oeste del 413. Coscoyada, Pomar-Badalona .....	6.878
<i>Idem</i> — Camino lado derecho riera Vallensana-Moncada-Reixach..	6.891
<i>Idem</i> . — Del Camino de Ocata a Teyá.....	
<i>Pegmatita</i> — Turó del Home, Pomar-Badalona.....	6.798
<i>Idem</i> — Hectómetro 1 del kilómetro 7, carretera de Badalona a Mollet.....	6.808
<i>Idem</i> — Torrente del Sur del Turó del Pollo, Santa Coloma de Gramanet.....	6.834
<i>Pórfido granítico</i> . — Hectómetro 9 kilómetro 2, carretera Badalona a la Conrería.....	6.713
<i>Idem id.</i> — Hectómetro 9 kilómetro 2, carretera Badalona a la Conrería .....	6.714
<i>Idem id.</i> — Dique de Can Romá carretera Badalona a la Conrería (Barcelona).....	6.715
<i>Idem id.</i> — Turó del Matas. Badalona-Mongat.....	6.728
<i>Pórfido granítico micropegmático</i> . — Torrent de Manya o Castells, salida Tiana.....	6.765
<i>Pórfido</i> . — Tiana entre carretera y vía tranvía.....	6.766
<i>Idem</i> . — Dique frente a Can Castellá al Oeste de la vía del tranvía a la salida de Tiana.....	6.767
<i>Pórfido granítico</i> . — Dique con tres aspectos de la roca, loma al Este de Can Andréu a 220 metros. Tiana.....	6.771
<i>Idem id.</i> — Tiana, penúltimo torrente antes de la divisoria con Alella.....	6.772
<i>Idem id.</i> — Dique al Norte de Más Ram-Badalona.....	6.790
<i>Idem id.</i> — Dique a los 220 metros sobre Más, Ram y Can Romá..	6.791
<i>Idem id.</i> — Al Este del Turó del Home. 280 metros. Pomar.....	6.794
<i>Idem id.</i> — Dique que baja del cerro 301 al de Miravitges, Pomar. Badalona.....	6.795
<i>Idem id.</i> — Dique del hectómetro 8, carretera de Tiana a la Conrería.....	6.799
<i>Idem id.</i> — Dique del hectómetro 8, carretera de Tiana a la Conrería .....	6.800
<i>Idem id.</i> — Cruce del camino de Pomar con barranco antes de la riera de Matamoros. Badalona.....	6.815
<i>Pórfido granítico micropegmático</i> . — Dique que cruza la riera de Matamoros.....	6.816
<i>Pórfido granítico</i> . — Camino de Sinestrellas a Santa Coloma de Gramanet.....	6.821
<i>Idem id.</i> — Cerro 128 metros, Santa Coloma de Gramanet.....	6.830
<i>Idem id.</i> — Fuente de la Encina, dique 1.º Moncada .....	6.848
<i>Idem id.</i> — Fuente de la Encina, dique 2.º Moncada .....	6.850
<i>Idem id.</i> — Fuente de la Encina, dique 3.º Moncada.....	6.851
<i>Idem id.</i> — Torrente 1.º después de Can Franquesa-Santa Coloma de Gramanet.....	6.852

<i>Pórfido granítico</i> . — Turó d'en Matas. Badalona.....	6.861
<i>Idem id.</i> — Cabecera arroyo Miravitges. Pomar-Badalona.....	6.869
<i>Idem id.</i> — Cabecera arroyo Miravitges. Pomar (360 metros).....	6.870
<i>Idem id.</i> — Dique del cerro a 446 metros, grupo La Coscoyada-Pomar-Badalona.....	6.874
<i>Idem id.</i> — Collado cabecera del torrente antes del cerro 446 del grupo La Coscoyada-Pomar.....	6.875
<i>Idem id.</i> — Dique del Reixach. Moncada.....	6.882
<i>Idem id.</i> — Cantera del torrente de Vilatorr base del Reixach-Moncada.....	6.896
<i>Idem id.</i> — Riera de Vilatorr, a los 220 metros, Moncada-Reixach..	6.897
<i>Idem id.</i> — Encima torre Rivera. Santa Coloma de Gramanet.....	6.919
<i>Idem id.</i> — Camino de Ocata a Teyá.....	192
<i>Idem id.</i> — Masnú .....	192
<i>Pórfido sienítico</i> . — Cerro al Norte de Fra Rafael. Conrería.....	6.711
<i>Idem id.</i> — Kilómetro 5, carretera de Badalona a Conrería.....	6.712
<i>Idem id.</i> — Turó de Can Bonastre. Mongat. Barcelona.....	6.727
<i>Porfrita. Pórfido sienítico alterado (?)</i> . — Bajo Can Teixidó-Masnóu.	6.757
<i>Pórfido sienítico</i> . — Alella, dique detrás del Turó Canonge al Noroeste de él.....	6.781
<i>Idem id.</i> — Dique del Coll, entre el Turó del Canonge y el de detrás del cementerio Alella.....	6.782
<i>Idem id.</i> — Dique del lado Este Turó del Home. Badalona. Pomar.	6.793
<i>Idem id.</i> — Turó de Miravitges. Pomar. Badalona.....	6.796
<i>Idem id.</i> — Cabecera de la riera de Rialps-Alella.....	6.806
<i>Idem id.</i> — Hectómetro 5 del kilómetro 6, carretera de Badalona a Mollet.....	6.810
<i>Idem id.</i> — Dique de la riera de Matamoros. Salbanda Sur. Badalona.....	6.817
<i>Idem id.</i> — Camino de Pomar, bajando a la riera de Pomar, del lado Este de la riera. Barcelona.....	6.818
<i>Idem id.</i> — Salbanda Sur, dique camino de Santa Coloma a Pomar atravesando riera San Jerónimo.....	6.820
<i>Idem id.</i> — Cerro al Oeste del torrente de Franquesa-Santa Coloma de Gramanet.....	6.831
<i>Pórfido sienítico traquítico</i> . — Camino del Turó del Pollo, dique primero.....	6.835
<i>Idem id.</i> — Camino del Turó del Pollo, dique número 40 Oeste...	6.836
<i>Pórfido sienítico (?)</i> . — Camino del Turó del Pollo, dique que corta el camino dos veces en lo alto.....	6.837
<i>Pórfido sienítico rosado</i> . — Camino del Turó del Pollo, dique número 70.....	6.839
<i>Pórfido sienítico (?)</i> . — Carretera poco antes de Can Franquesa-Santa Coloma de Gramanet.....	6.853
<i>Idem id.</i> — Camino de la Corralada, bajo Coscoyada. Pomar-Badalona.....	6.879

<i>Pórfido sienítico</i> . — Torrente del Pollo, frente a Can Filaina, camino bajo. Moncada.....	6.885
<i>Idem id.</i> — Riera Vallensana, antes camino Toy-Moncada-Reixach.....	6.887
<i>Idem id.</i> — Riera Vallensana, antes camino Can Toy.....	6.888
<i>Idem id.</i> — Dique torrente de Gueli, donde cruza el arrollo. Moncada-Reixach.....	6.900
<i>Idem id.</i> — Camino izquierda riera Vallensana. Moncada.....	6.907
<i>Idem id.</i> — Camino Corralada, antes cruce con el de Roca Plana. Moncada.....	6.911
<i>Idem id.</i> — Camino encima de la ermita San Jerónimo de la Murtra. Santa Coloma.....	6.920
<i>Idem id.</i> — Camino de Ocata a Teyá.....	1.257
<i>Idem id.</i> — Camino de Santa Coloma de Gramanet.....	1.257
<i>Pórfido diorítico</i> — Dique del hectómetro 8, carretera de Tiana a la Conrería.....	6.803
<i>Idem id.</i> — Dique del hectómetro 8, carretera de Tiana a la Conrería.....	6.804
<i>Idem id.</i> — Camino del Mitx, al Sursuroeste del Rocá, entre Alella y Tiana.....	6.780
<i>Pórfido diorítico (dacita)</i> . — Riera de Vilatort a los 220 metros. Moncada-Reixach.....	6.898
<i>Pórfido cuarcífero microgranito</i> . — Empalme de la carretera Badalona y Tiana a la Conrería (Barcelona).....	6.716
<i>Granófilo</i> . — Camino de Pomar a Cañet. Colonia San Antonio.....	6.917
<i>Pórfido cuarcífero</i> . — Vista Alegre, carretera de Badalona a la Conrería. Barcelona.....	6.717
<i>Pórfido cuarcífero granófilo</i> . — Dique al lado Norte del cerrito entre Fra Rafel y la cabecera segunda, riera Conrería.....	6.718
<i>Pórfido cuarcífero</i> . — Cementerio de Alella.....	6.779
<i>Idem id.</i> — Dique entre el hectómetro 7, carretera de Tiana a la Conrería.....	6.801
<i>Pórfido cuarcífero granófilo</i> . — Dique entre el hectómetro 7 y 8, carretera de Tiana a la Conrería.....	6.802
<i>Idem id. id.</i> — Lado Oeste del dique de cerca del cementerio de Santa Coloma de Gramanet.....	6.829
<i>Pórfido cuarcífero microgranito</i> . — Turó de Miravitges. Pomar. Badalona.....	6.792
<i>Pórfido cuarcífero granófilo</i> . — Sierra de Santa Coloma, al Oeste.....	6.838
<i>Pórfido cuarcífero</i> . — Dique, cabecera, arroyo Can Bonet, atravesando por otro de cuarzo Moncada.....	6.884
<i>Pórfido cuarcífero granófilo</i> . — Camino lado derecho riera Vallensana, Moncada-Reixach.....	6.886
<i>Pórfido cuarcífero</i> . — Collado del Pollo, lado Este, Moncada.....	6.889
<i>Idem id.</i> — Cañet, camino Corralada, antes de cruzar la riera.....	6.913
<i>Pórfido cuarcífero microgranito</i> . — Cañet, camino de la Corralada, antes de cruzar la riera.....	6.914

<i>Granófilo</i> . — Camino de Pomar a Cañet, Colonia San Antonio.....	6.918
<i>Pórfido felsítico</i> . — Dique del primer codo del camino de Pomar a la Coscoyada. Badalona.....	6.873
<i>Felsita</i> . — Dique del camino que cruza la carretera entre el kilómetro 2 y 3, Badalona a la Conrería. Barcelona.....	6.722
<i>Idem</i> . — Turó del Infern, Premiá de Dalt.....	6.760
<i>Idem</i> . — Loma entre alto cementerio y Vendráns, lado Este de Alella.....	6.787
<i>Idem</i> . — Tiana, loma al Este de Can Andréu.....	6.775
<i>Idem</i> . — Cerros al Este de riera, en Franquesa, Santa Coloma.....	6.833
<i>Idem</i> . — Fuente de la Encina, Moncada, segundo dique.....	6.849
<i>Idem</i> . — Torrente al Oeste de Can Franquesa, Santa Coloma de Gramanet.....	6.855
<i>Idem</i> . — Torrente de Gueli, parte alta, Moncada.....	6.901
<i>Idem</i> . — Collado al Este. Cerro 242 metros, o de Moya, lado del torrente Gueli, Moncada-Reixach.....	6.905
<i>Porfírita (Lamprófilo)</i> . — Dique de Can Regent, lado Este Mongat.....	6.730
<i>Lamprófilo (Aplita diosítica)</i> . — Dique de cerca de Can Regent, lado Oeste Masnóu-Mongat.....	6.753
<i>Porfírita (Lamprófilo)</i> . — Cementerio de Alella. Loma Oeste del cerro.....	6.784
<i>Idem id.</i> — Cementerio de Alella.....	6.785
<i>Idem id.</i> — Loma Oeste. Alto del cementerio. Alella.....	6.786
<i>Idem id.</i> — La Coscoyada, lado izquierdo del Coll, entre cerro 446 y 465 al Noreste de Pomar.....	6.876
<i>Idem id.</i> — Cerro de 446 metros, antes de Coscoyada. Pomar.....	6.877
<i>Idem id.</i> — Camino la Corralada, bajo la Coscoyada. Pomar. Badalona.....	6.881
<i>Porfírita (Lamprófilo) (?) alterada</i> . — Camino lado derecho riera Vallensana Moncada-Reixach.....	6.890
<i>Porfírita horbléndica (Lamprófilo)</i> . — Camino Corralada, después cruce con camino a Moncada.....	6.910
<i>Porfírita</i> . — Dique de porfírita de los 120 metros, kilómetro 3, carretera de Badalona a Conrería.....	6.719
<i>Porfírita andesítica</i> . — Grupo de diques entre kilómetros 3-4 antes de Can Romá, carretera Badalona a la Conrería.....	6.720
<i>Porfírita</i> . — Turó del Infern, dique del Este. Premiá de Dalt.....	6.759
<i>Idem</i> . — Turó del Infern. Premiá de Dalt.....	6.761
<i>Porfírita andesítica</i> . — Turó del Infern. Premiá de Dalt, dique número 40, Oeste.....	6.762
<i>Idem id.</i> — Turó del Infern. Premiá de Dalt.....	6.763
<i>Porfírita muy alterada</i> . — Salida de Tiana, entre carretera y vía tranvía calle nueva.....	6.768
<i>Porfírita</i> . — Cerro al Este del torrente Este de Tiana.....	6.773
<i>Idem</i> . — Dique número 40 de la loma al lado de Can Andréu, que cruza el torrente al Este de ella.....	6.774



<i>Porfrita</i> . — Turó, detrás del Cementerio de Alella. . . . .	6.783
<i>Porfrita andesítica</i> . — Al Oeste de la loma 352 metros bajando a Pomar. . . . .	6.797
<i>Porfrita</i> . — Frente kilómetro 7, carretera Badalona-Mollet. . . . .	6.811
<i>Idem</i> . — Loma al Oeste de Teyá, sobre primeras casas. . . . .	6.813
<i>Porfrita andesítica</i> . — Camino Pomar, riera Canet y San Jerónimo. . . . .	6.819
<i>Idem id.</i> — Dique al Noroeste, cruce sierra Sur Can Gramanet. . . . .	6.83
<i>Porfrita</i> . — Camino torrente Fregóns. Pomar. . . . .	6.871
<i>Porfrita horbléndica (Lamprófid)</i> . — Camino Corralada, base Coscoyada. Pomar. . . . .	6.880
<i>Lamprófid</i> . <i>Porfrita</i> . — Camino riera Vallensana. Moncada (Reixach). . . . .	6.893
<i>Porfrita andesítica</i> . — Cerro 241, camino viejo Moncada a Badalona. . . . .	6.909
<i>Porfrita</i> . — Camino de Pomar a Cañet, lado de Pomar. . . . .	6.916
<i>Porfiroide clástico</i> . — Kilómetro 4, cerca Can Romá, carretera Badalona a Conreria (Barcelona). . . . .	6.721
<i>Idem id.</i> — Turó del Matas, Mongat-Badalona. . . . .	6.729
<i>Micacita</i> . — Fondo de la Font, antes de cruzar camino Tiana-Mongat (Barcelona). . . . .	6.734
<i>Pizarra silúrica debajo del trias</i> . — Turó d'En Pruna-Mongat (Barcelona). . . . .	6.754
<i>Pizarras metamórficas andalucíticas</i> . — A unos 50 metros de la carretera de Francia, en Mongat, lado Oeste, fondo de la Font. . . . .	6.755
<i>Micacita</i> . — Reixach, lado de Can Pla. Moncada. . . . .	6.883
<i>Filita nodulosa, quizá otrelítica</i> . — Lado izquierda riera Vallensana, entre torrente del Pollo y torre Frares. . . . .	6.892
<i>Micacita</i> . — Derecha torrente de Gueli al desembocar; carretera. Moncada-Reixach. . . . .	6.902
<i>Idem</i> . — Torrente Can Gueli, cerca del contacto con granito. Moncada-Reixach. . . . .	6.903
<i>Idem</i> . — Torrente Gueli, Moncada-Reixach. . . . .	6.904
<i>Micacita nodulosa</i> . — Torrente Font d'En Cuadras, Moncada. . . . .	6.825
<i>Filita</i> . — Torrente Font d'En Cuadras, Moncada. . . . .	6.826
<i>Filita nodulosa</i> . — Torrente Font d'En Cuadras, Moncada. . . . .	6.827
<i>Micacita</i> . — Torrente Sur del Turó del Pollo, Santa Coloma de Gramanet. . . . .	6.840
<i>Micacita nodulosa</i> . — Turó del Pollo, Santa Coloma de Gramanet. . . . .	6.841
<i>Idem id.</i> — Torrente al Sur del Turó del Pollo. Santa Coloma de Gramanet. . . . .	6.842
<i>Idem id.</i> — Torrente lado Sur del Turó del Pollo. Santa Coloma de Gramanet. . . . .	6.843
<i>Idem id.</i> — Cerros al Oeste de Can Franquesa. Santa Coloma de Gramanet. . . . .	6.854
<i>Filita mosqueada replegada</i> . — Cerros entre kilómetros 4-5, carretera San Adrián a Granollers. . . . .	6.856

<i>Cuarcita micácea eruptiva</i> . — Lado Oeste torrente de Can Geroni de la riera Vallensana a Moncada. . . . .	6.908
<i>Cuarcita</i> . — Torrente Gueli, parte alta Moncada-Reixach. . . . .	6.906
<i>Idem</i> . — Turó del Pollo. Santa Coloma de Gramanet. . . . .	6.844
<i>Cuarzo fibroso</i> . — Lado Este collado del Turó del Pollo. Santa Coloma de Gramanet. . . . .	6.847
<i>Lidita</i> . — Conglomerado trias superior del cerro del túnel de Mongat (Barcelona). . . . .	6.751
<i>Cuarcita negra</i> . — Turó d'En Pruna. Mongat (Barcelona). . . . .	6.746
<i>Cuarcitas rojizas</i> . — Turó d'En Pruna. Mongat (Barcelona). . . . .	6.747
<i>Cuarcita replegada</i> . — Turó d'En Pruna. Mongat (Barcelona). . . . .	6.748
<i>Ptamita verdosa</i> . — Turó d'En Pruna. Mongat (Barcelona). . . . .	6.749
<i>Lidita (Ptamita)</i> . — Turó de Can Pla. Mongat (Barcelona). . . . .	6.750
<i>Cuarcita</i> . — Dique en cruce camino entre kilómetros 2-3, carretera de Badalona a la Conreria. . . . .	6.724
<i>Caliza con orthoceras</i> . — Turó de Moncada. . . . .	6.703
<i>Caliza margosa triásica</i> . — Casa al Norte de Can Pujol. Badalona. . . . .	6.705
<i>Caliza triásica</i> . — Riera de Pomar. Badalona. . . . .	6.706
<i>Caliza del trias superior</i> . — Calera después del kilómetro 2 de la carretera de Badalona a la Conreria. . . . .	6.723
<i>Caliza triásica</i> . — Lado Este riera de Montalegre. . . . .	6.725
<i>Brecha caliza paleozoica</i> . — Cerro del túnel lado Suroeste, Mongat. . . . .	6.731
<i>Brecha en el contacto entre trias y silúrico</i> . — Cerro del túnel punta Oeste, Mongat. . . . .	6.732
<i>Idem id. id.</i> — Lado Oeste del cerro del túnel encima de éste. Mongat. . . . .	6.733
<i>Caliza paleozoica</i> . — Fondo de la Font, cerca de la carretera a Tiana-Mongat. . . . .	6.735
<i>Caliza triásica triturada</i> . — Cima del cerro Bonastre, debajo de las calizas miloníticas. Mongat. . . . .	6.736
<i>Caliza triásica</i> . — Afloramiento de la cima lado Este del Turó de Can Pla. Mongat. . . . .	6.737
<i>Idem id.</i> — Afloramiento de la cima de Can Pla, lado Este. Mongat. . . . .	6.738
<i>Idem id.</i> — Turó de Can Pla, afloramiento de la cima lado Noroeste. Mongat. . . . .	6.739
<i>Idem id.</i> — Turó de Can Pla. Mongat. . . . .	6.740
<i>Idem id.</i> — Turó de Can Pla. Mongat. . . . .	6.741
<i>Caliza</i> . — Caliza silúrica (?). Turó d'En Pruna. Mongat. . . . .	6.742
<i>Caliza debajo de pizarras, cerca del contacto con el trias</i> . Turó d'En Pruna. Mongat. . . . .	6.743
<i>Caliza, cuaternario</i> . — Sanatorio de San Adrián de Besós. . . . .	6.805
<i>Caliza triásica</i> . — Carretera de Badalona a Mollet, kilómetro 2, antes de carretera de cementerio. . . . .	6.812
<i>Caliza terrosa</i> . — Teyá, vena entre granito descompuesto. . . . .	6.814
<i>Caliza triásica (?)</i> . — Lado Sur de la trinchera del cerro de Mongat, en la carretera. . . . .	6.822

<i>Caliza triásica.</i> — Riera de Can Cabanes. Arriba Badalona.....	6.823
<i>Idem id.</i> — Cerro del Sanatorio de mujeres San Adrián de Besós..	6.824
<i>Espato calizo.</i> — Collado del Turó del Pollo. Santa Coloma de Gramanet..	6.845
<i>Caliza brechosa con restos de pizarra.</i> — Turó del Pollo. Santa Coloma de Gramanet.....	6.846
<i>Caliza triásica.</i> — Turó d'En Matas, Badalona, números 6.863, 6.862, 6.864, 6.865 y	6.866
<i>Calcita.</i> — Canet. Camino de la Corralada, poco después de cruzar la riera .....	6.912
<i>Travertino.</i> — Riera Vallensana-Moncada .....	6.857
<i>Idem.</i> — Carretera Santa Coloma a Granollérs, kilómetros 4-5 ....	6.858
<i>Idem.</i> — Torrente del Turó del Pollo. Moncada .....	6.859
<i>Marga del triás superior.</i> — Cerro de Can Jan. Mongat.....	6.860
<i>Arcilla del keuper.</i> — Conglomerado del cerro del túnel de Mongat (Barcelona).....	6.752
<i>Ampelita.</i> — Galería del Sur del Turó de Moncada.....	6.704
<i>Arenisca triásica.</i> — Can Pere Pujol. Badalona .....	6.707
<i>Idem id.</i> — Casa al Norte de Can Pujol, a 87 metros Badalona....	6.708
<i>Arenisca caliza.</i> — Cima del cerro Bonastre, debajo de las calizas miloníticas. Mongat..	6.744
<i>Arenisca debajo de caliza y encima del silúrico.</i> — Lado de Tiana del Turó d'En Matas. Badalona-Mongat.....	6.745

LABORATORIO DEL INSTITUTO GEOLÓGICO  
Y MINERO DE ESPAÑA

APLICACIÓN DE SU MATERIAL  
DE MINERALOGRAFÍA Y ESPECTRO-  
GRAFÍA AL ESTUDIO DE CRIADEROS  
CON ESTANNINA DE LA  
**PROVINCIA DE CÁCERES**

POR

D. ENRIQUE RUBIO SANDOVAL

Y

D. SANTIAGO PIÑA DE RUBÍES

LABORATORIO DEL INSTITUTO GEOLÓGICO  
Y MINERO DE ESPAÑA

APLICACIÓN DE SU MATERIAL DE MINERA-  
LOGRAFÍA Y ESPECTROGRAFÍA AL ESTUDIO  
DE CRIADEROS CON ESTANNINA DE LA  
PROVINCIA DE CÁCERES

Desde antiguo son conocidas en las cercanías de Cáceres las minas de Valdeflores y la existencia en ellas de minerales de estaño bajo la forma de casiterita, acompañada del fluorofosfato de litio que se denomina *amblygonita*. Los señores Hernández-Pacheco y F. Navarro, en sus trabajos publicados en el *Boletín de la Sociedad Española de Historia Natural*, año 1882, tomo II, 74-303 y 255, dan cuenta detallada de la presencia de estos minerales en las citadas minas, y posteriormente, en 1914, el Geólogo y Petrógrafo Sr. W. T. Dörpinghaus, en su trabajo denominado *Amblygonit-Zinn-Vorkommen von Caceres in Spanien*, publicado por el Königlich Preussischen Geologischen Landesanstalt, hace una descripción muy detallada y perfecta de los citados criaderos, que por su rareza han llamado la atención de los técnicos.

En 1928, el Ingeniero que suscribe, Sr. Rubio (E.), hubo de realizar una visita profesional a otros filones de *amblygonita*, también de la provincia de Cáceres, existentes en las cercanías de la estación de Valduerna, del ferrocarril de Cáceres a Mérida, paraje denominado del Trasquilón, en los cuales

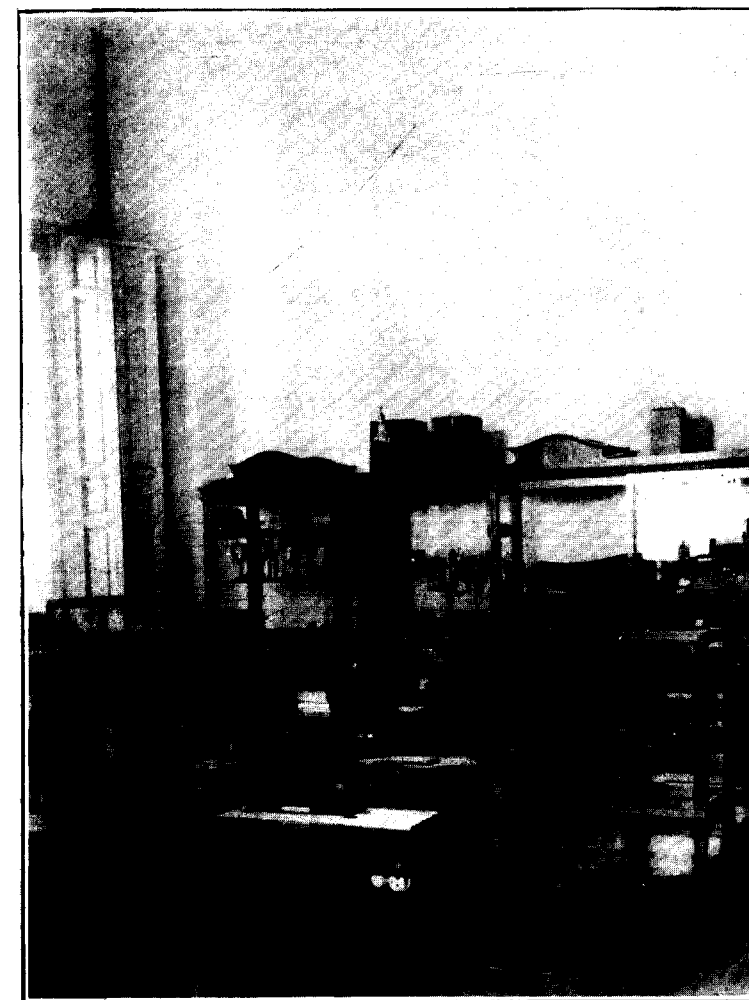


se habían hecho ciertos trabajos de investigación, entonces ya abandonados, pudiendo recoger varias muestras de ambligonita que además contenían minerales de cobre según las informaciones que sobre el terreno pudo recoger.

La escasez de casiterita en las muestras recogidas y la relativa abundancia, en cambio, de un mineral sulfuroso de tonos irisados en la superficie y amarillo latón por bajo de esta capa oxidada, hizo sospechar que en parte las informaciones recibidas eran ciertas en cuanto a la presencia del cobre, pero que las características aparentes del mineral, lejos de coincidir con las de las especies de sulfuro de cobre ordinarias, se asemejaban en todo a las del sulfuro doble de estaño y cobre conocido por el nombre de estannina, mineral cuya presencia no había sido citada, que nosotros supiésemos, en España. Posteriormente, nuestros ensayos confirmaron esta suposición, y se entregaron algunos ejemplares al Museo de Ciencias Naturales, resultando, según nos manifestó el P. Filiberto Díaz, encargado de las mismas, que también ellos tenían algún ejemplar de ambligonita de Valdeflores que contenía un mineral que creían estannina. Posteriormente se ha publicado por el Sr. F. Díaz Tosaos una nota en el *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, tomo XXIX, número 7 del mes de julio de 1929, que confirma esta suposición.

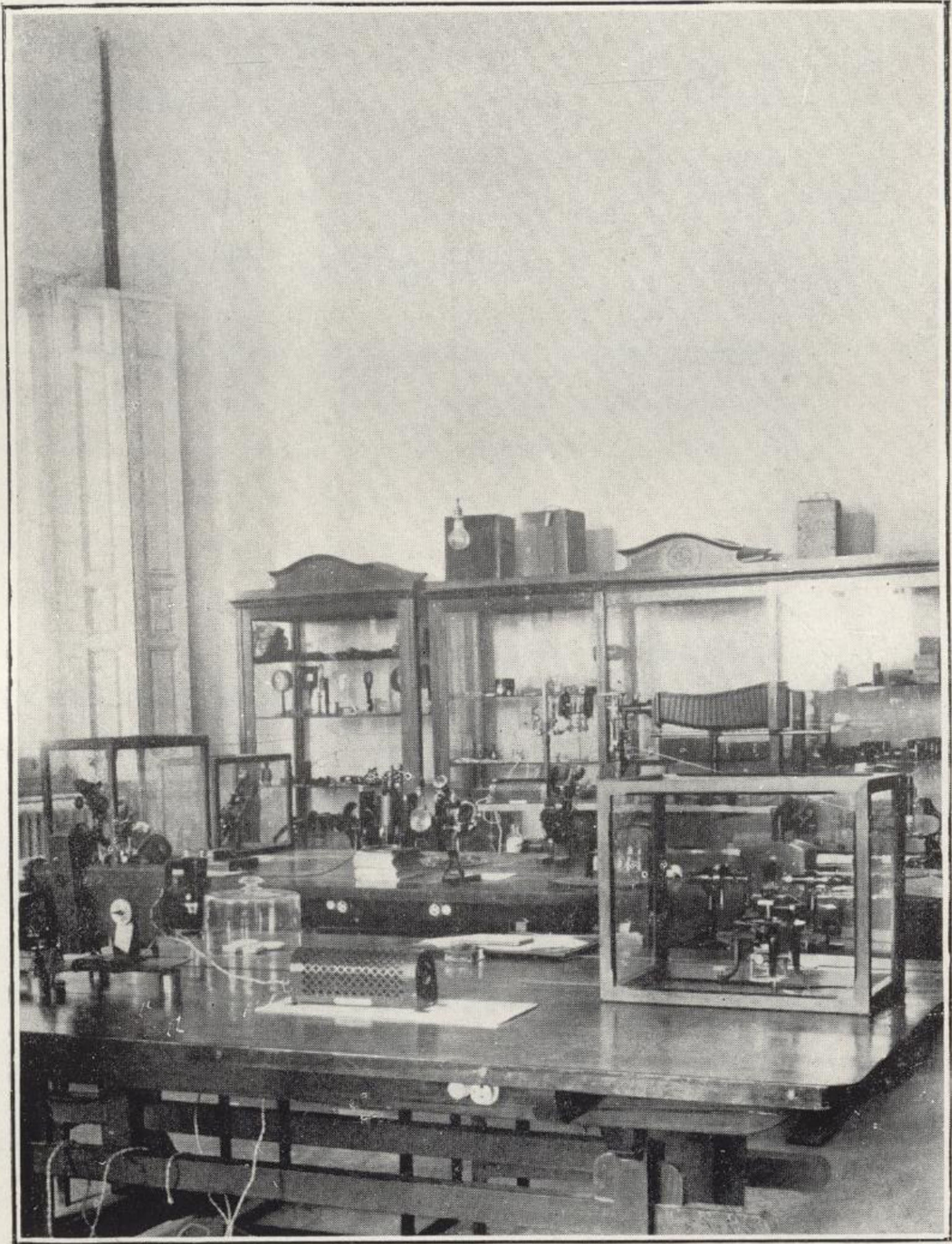
Trátase, pues, de un mineral cuya presencia en España ha sido recientemente descubierta y diferente de la balleserosita y plúmbeo-stannita de los esquistos de Ribadeo, citada por el Sr. Martínez Aleibar en la *Revista Minera*, tomo 1, página 33.

Teniendo esta nota por principal objeto, demostrar la gran utilidad de la aplicación de la mineralografía y espectrografía al estudio de especies minerales y el describir los procedimientos que para esto se siguen en este Instituto Geológico y el material empleado, pasamos a exponer los mismos, sirviéndonos como ejemplo el estudio del citado mineral de estannina.



Fot. núm. 1. — Vista general del Laboratorio de Petrografía del Instituto Geológico y Minero.





Fot. núm. 1. — Vista general del Laboratorio de Petrografía del Instituto Geológico y Minero.



Dividiremos este trabajo en cuatro partes:

- 1.º Estudio de la muestra al microscopio petrográfico.
- 2.º Estudio mineralográfico.
- 3.º Estudio espectrográfico.
- 4.º Estudio químico.

### **Estudio petrográfico.**

El examen de la muestra en preparación delgada verificado en un microscopio petrográfico, muestra los diversos componentes de la misma, como puede verse en la fotografía número 2, efectuada con los nicols cruzados.

En ella se distinguen cuatro elementos principales, a saber:

1.º *Cuarzo*. — Con colores de polarización grises, extinción ondulada resquebrajado y con multitud de inclusiones. Sin formas cristalinas propias y formando a modo de relleno de la grieta filoniana.

El mineral, sin embargo, está cristalizado y presenta todos sus caracteres ópticos.

Su bajo índice de refracción, semejante al del bálsamo del Canadá, hace que sus contornos apenas se distinguen en la preparación cuando se examina éste con luz natural. En cambio, cuando está en contacto con la ambligonita se distingue perfectamente, y aplicando el método de Becke se ve que al bajar el objetivo del microscopio la estrecha banda luminosa penetra en el mineral de más índice, en este caso la ambligonita.

Buscando una sección que permanezca extinguida al girar la platina y alumbrando la preparación con luz convergente, se ve la figura de interferencia, constituida por una cruz negra de posición invariable al girar la platina, rodeada de un par de círculos irisados, que demuestra que se trata de un cristal uniáxico.



Si entonces se introduce la lámina de yeso se observa que la coloración azul aparece en los cuadrantes correspondientes al signo óptico positivo.

2.º *Amblygonita*. — Fluorofosfato de alúmina y litio, con algo de sodio reemplazando el litio y hierro.

Mineral de brillo anacarado o vítreo, según la sección que se examina. Entre los nicols cruzados da colores de polarización más altos que el cuarzo, que cuando la preparación es algo gruesa llegan al verde de primer orden. Dureza semejante a la del cuarzo (6) y densidad un poco mayor que la de éste, término medio (3).

Cristaliza en el sistema triclínico y es, por lo tanto, un mineral biáxico. Es decir, que examinada al microscopio una sección que sea aproximadamente perpendicular a una bisectriz, se observa que la figura de interferencia es una hipérbola y que al introducir la lámina de yeso la colorización azul corresponde a la de los cristales de signo óptico negativo.

El mineral tiene cruceros bien marcados según una dirección, aquella en que presenta brillo anacarado y menos perfecto, según la dirección en que presenta brillo vítreo.

Las maclas polisintéticas son comunes. Su birrefracción es de 0,019, más elevada, por lo tanto, que la del cuarzo, como ya indicamos anteriormente.

3.º *Casiterita*. — Poco frecuente en las muestras observadas, se distingue al microscopio por su color pardo, rojizo, alta refracción y ligero dicroísmo.

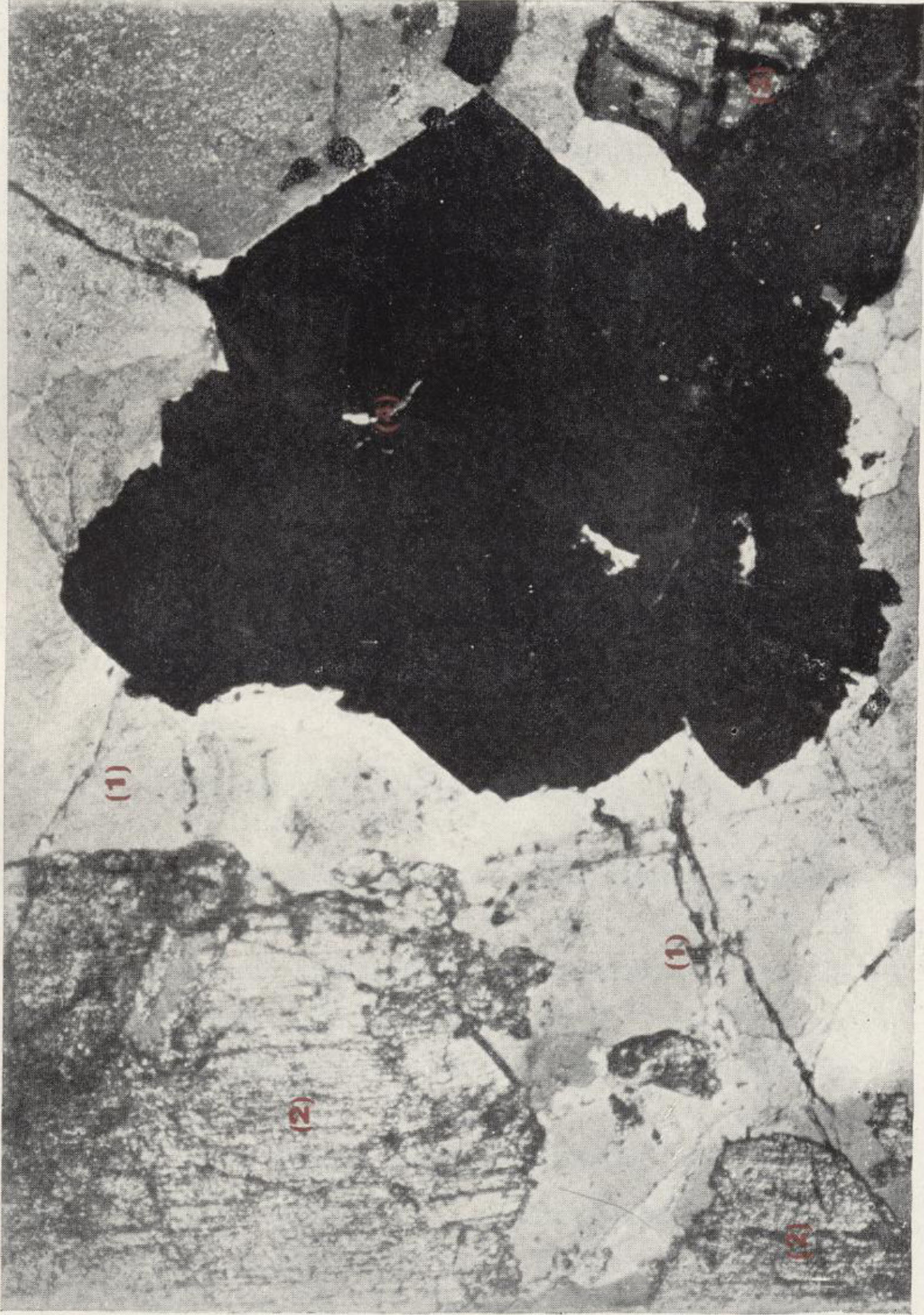
Presentan estos cristales al microscopio una estructura zonar bien marcada, debida probablemente a concentraciones de las impurezas de hierro en zonas concéntricas bien delimitadas de un mismo cristal.

La casiterita se presenta tanto en el cuarzo como en la amblygonita.



Fot. núm. 2. — Cuarzo (1). — Amblygonita (2). — Casiterita (3). — Estannina (4), parte negra.





Fot. núm. 2. — Cuarzo (1). — Ambligonita (2). — Casiterita (3). — Estannina (4), parte negra.



Es un mineral monoáxico de 0,096 de birrefracción y ópticamente positivo.

4.º *Estannina*.—Mineral anisótropo, que, por lo tanto, no deja ver al microscopio petrográfico ningún carácter que pueda servir para distinguirlo; aparece en la preparación completamente negro, tanto en luz natural como polarizada, con una finísima aureola azulada en sus bordes debida a la coloración que en el contacto tiñe al cuarzo y a la ambligonita.

Este es, pues, el mineral que ha necesitado de la aplicación de los procedimientos mineralográficos, espectrográficos y químicos para su determinación, procedimientos que pasamos a describir aplicados a este caso.

Así, pues, el examen petrográfico nos ha mostrado la presencia principal de cuatro elementos: cuarzo, ambligonita, casiterita y un mineral anisótropo indefinible por este procedimiento.

### **Estudio mineralográfico.**

*Importancia de la mineralografía.*— El estudio mineralográfico se basa en el examen de una superficie plana de la muestra, perfectamente pulimentada, al microscopio con luz reflejada verticalmente a la misma.

Es, en suma, la aplicación de los métodos metalográficos a la mineralogía.

Se emplean en él ciertos reactivos que más adelante describiremos, y por las reacciones que éstos ejercen sobre la muestra observada, por el color de la misma, por su dureza, color de su raya y demás se llega en poco tiempo a poder deducir la especie a que dicho mineral pertenece. Es un método de fácil aplicación y de sumo interés práctico para el Ingeniero de Minas.



Así, por ejemplo, en una muestra ensayada químicamente y que acuse cierto contenido en azufre, hierro, plomo, cinc y plata, nos puede indicar en qué forma vienen asociados estos minerales, si se trata de sulfuros complejos o bien de una unión todo lo íntima que se quiere, pero unión al cabo, de pirita, galena, blenda y argentita, pongamos como caso extremo.

En la primera suposición la aplicación de procedimientos de preparación mecánica nunca podrá dar más resultado que la separación del sulfuro complejo de su ganga, siendo inútiles cuantos esfuerzos se realicen para obtener minerales de almacén más simples, como galena, blenda, etc.

En cambio, si el examen mineralográfico nos ha enseñado que el hierro viene bajo la forma de pirita, el plomo bajo la de galena, el cinc bajo la de blenda, y la plata, parte con el plomo y parte como argentita, bastará la aplicación de un método de separación adecuada, como, por ejemplo, la flotación diferencial, para obtener los minerales de almacén simples deseados. El procedimiento nos dice también qué tamaño tienen estos elementos y hasta qué límite debemos llevar la molienda para conseguir la disgregación de estos elementos.

Por este solo ejemplo se ve cuán importante es la aplicación práctica que la mineralografía puede tener en la separación mecánica de los minerales. ¡Cuántas veces en nuestra profesión hemos tenido ocasión de ver escombreras de minas de plomo sumamente ricas en minerales argentíferos, señal evidente de que la plata venía en su mayor parte separada de la galena y de que los explotadores por ignorar este importante punto habían dejado perder tan importante elemento aplicando una preparación mecánica inadecuada!

Hoy día que los métodos de flotación han tomado una importancia insospechada, el estudio previo de un mineral por procedimientos mineralográficos ha adquirido gran interés, ya

que, como indicamos, puede imprimir al laboratorio de ensayos por flotación el sentido en que debe dirigir éstos y cuál debe ser el objeto que persiga en sus investigaciones.

### **Método seguido en este Instituto Geológico**

Desde hace más de un siglo que Berzelius publicó el resultado de pulimentar una muestra de pyrotita y sugirió la posibilidad de examinar los minerales opacos, la atención de los especialistas ha venido fijándose en esta cuestión. Así, William Campbell, en 1906, publicó en *The Economic Geology*, tomo I, su trabajo «The Microscopic Examination of Opaque Minerals». Posteriormente, en 1916, Joseph Murdoch publicó un libro titulado *Microscopical Determination of the Opaque Minerals*, recopilación de todas las observaciones hasta el día en cuadros ordenados y clasificados de forma muy útil para la determinación de los minerales.

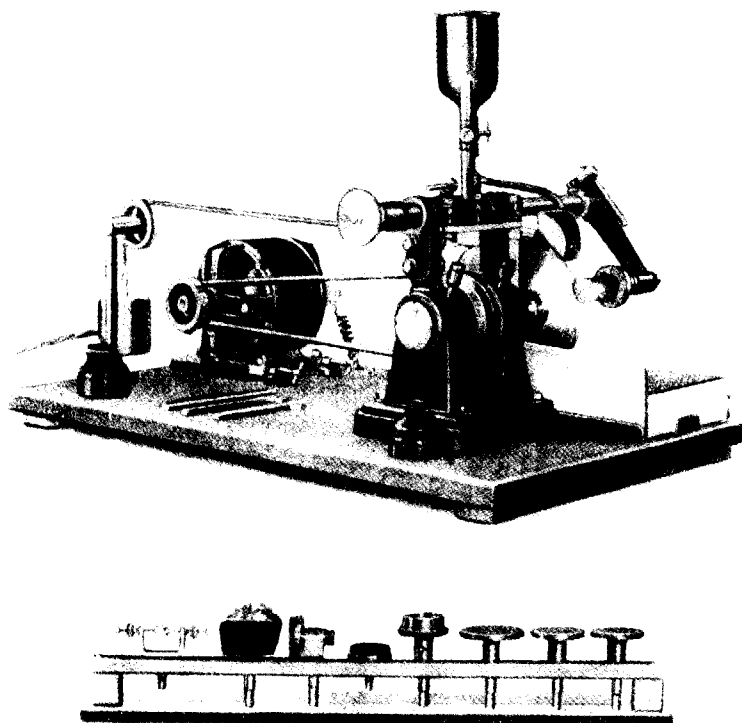
Sin embargo, nosotros hemos luchado con las dificultades que el método Murdoch supone, ya que parte para su clasificación tomando como primer dato el color que el mineral presenta al ser observado con luz reflejada vertical. Esto en la práctica se presta a graves confusiones, sobre todo en los colores claros, como blanco, blanco-grisáceo, blanco-azulado, etc.

Este es un carácter que depende tanto del observador y del foco luminoso, que es de difícil aplicación, y que, como decimos, se presta a graves errores si se utiliza, como en su método, para la primera separación en cuadros distintos.

Afortunadamente este grave inconveniente ha sido salvado con la publicación hecha en 1920 por los especialistas W. Myron Davy y C. Mason Farnham, titulada *Microscopic Examination of the Ore Minerals*. En este método se parte como base para la clasificación de las reacciones producidas en la mues-

tra por sólo seis reactivos, reacciones que, además, se reducen al mínimo, pues sólo se trata de ver si son positivas o negativas.

Este es, pues, el procedimiento que seguimos en este Instituto Geológico, aunque para la preparación de las muestras



Fot. núm. 3. — Máquina de cortar y sus accesorios.

y ciertos detalles nos guiamos más bien de los consejos que da el Sr. Hans Schneiderhöhn en su libro titulado *Anleitung zur mikroskopischen Bestimmung und Untersuchung von Erzen und Aufbereitungsproducten*, publicado en Berlín el año 1922.

Para ello, el *modus operandi* y el material empleado es el siguiente:

1.º *Corte de la muestra.*—Para ello disponemos en el laboratorio de este Instituto de una máquina de cortar Steeg und Reuter, como la que aparece en el grabado número 3, movida por un motorcito eléctrico de  $\frac{1}{8}$  de HP.

El corte se puede efectuar bien mediante una pulpa de agua y carborundo que se va dejando fluir sobre el contacto entre la roca y el disco cortante por medio del pequeño depósito que se observa en la parte superior de la máquina, o bien con un disco, al cual se le ha adaptado polvo de diamante.

En este último caso la operación es más rápida y más limpia, pero en cambio se necesita disponer de los discos preparados con el polvo de diamante o saberlos preparar uno mismo, cosa que, si bien no es difícil, es delicada y entretenida.

El contrapeso que se observa en la parte izquierda de la máquina es variable y sirve para graduar la fuerza de apoyo de la roca contra el disco cortante.

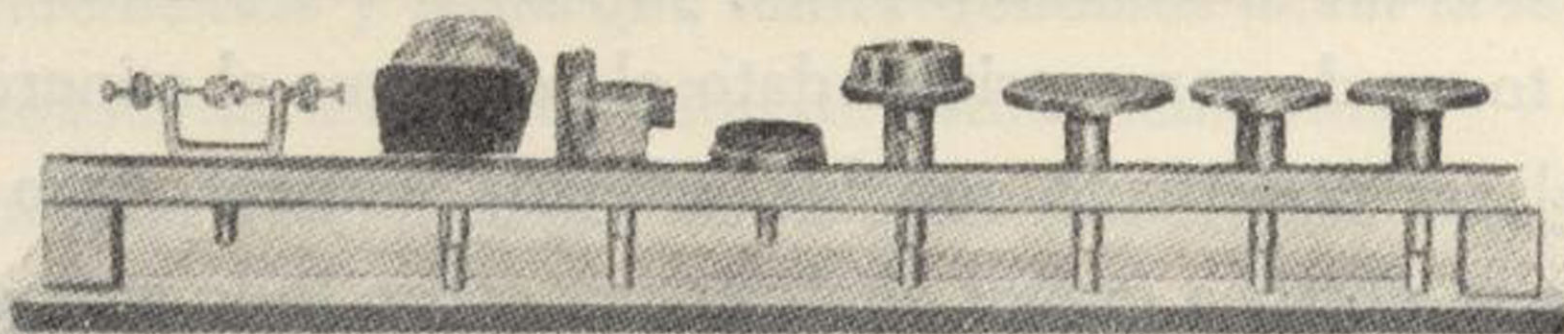
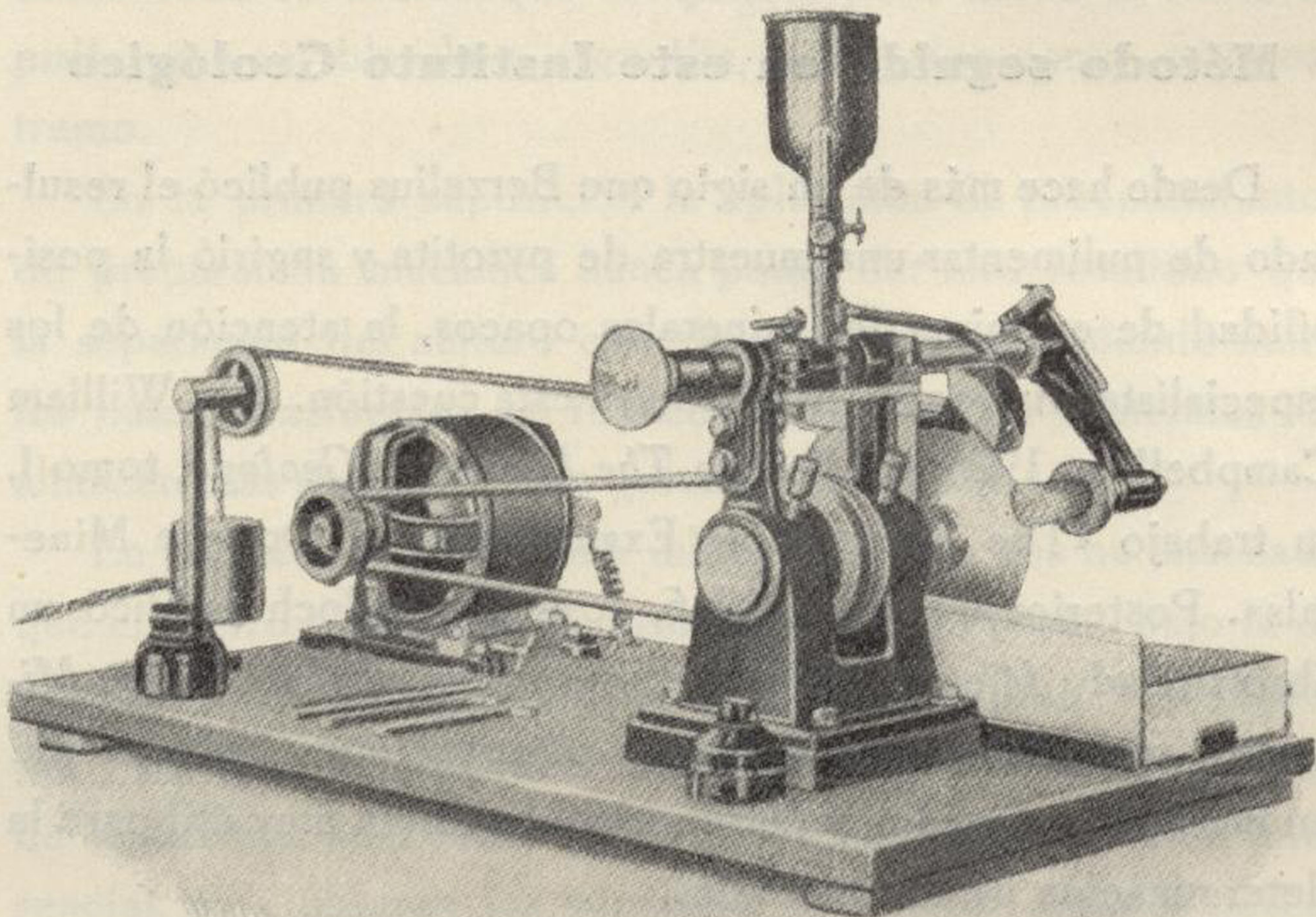
El trozo de roca se pega con lacre o con bálsamo del Canadá a los portaobjetos metálicos circulares que se observan en la figura, y puesta la máquina en marcha, se procede a cortar unos discos de la muestra de, por ejemplo, un centímetro de espesor en este caso.

Una vez que se tienen así un par de discos de la muestra que vamos a examinar, se procede al pulimento de la misma.

*Pulimento.*—Esta operación de pulimento es la que precisa más cuidado y esmero en su ejecución, ya que del buen pulimento de la muestra depende luego el que la observación posterior sea más o menos perfecta, y, además, en el caso de querer obtener microfotografías de las observaciones hechas, sólo las muestras perfectamente pulimentadas son las que dan fotografías aceptables.

Para ello nosotros empleamos la máquina de desbastar y pulimentar automática ideada por Shneiderhöhn y construída

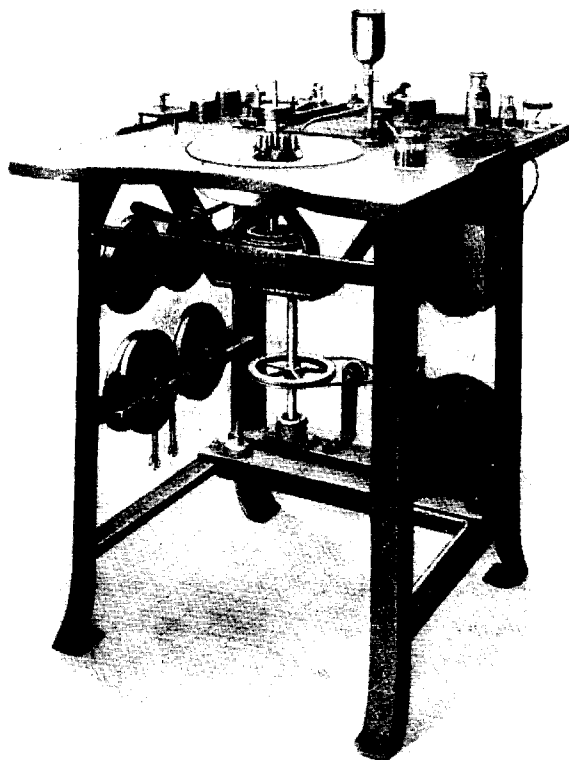




Fot. núm. 3. — Máquina de cortar y sus accesorios.



por Steeg und Reuter según el grabado número 4, que es la misma que usamos para hacer las preparaciones delgadas para petrografía, sólo que en este caso no trabajamos más que sobre una sola muestra en lugar de las seis a un tiempo que



Fot. núm. 4. — Máquina de pulimentar.

pueden hacerse para la petrografía. Esta precaución la tomamos para evitar que la diferencia de dureza y contenido de unas muestras y otras pueda dar lugar a mixtificar los resultados.

La máquina, como se ve en la fotografía, tiene un disco para pulimentar accionado por un motor eléctrico de  $\frac{1}{4}$  de HP. fijado al pie de la mesa.

Por medio del juego de poleas se le puede dar a la correa de transmisión dos velocidades diferentes, de modo que el disco gire a 500 ó 1.000 revoluciones por minuto; pero como además se dispone del reóstato, la velocidad del disco es aún regulable a voluntad del operador entre más amplios límites.

Por otra parte, mientras que el disco gira, por medio de una transmisión y una corredera, se le imprime un movimiento de vaivén al soporte adonde van pegadas las muestras a razón de 80 a 100 recorridos por minuto de derecha a izquierda.

Además, la presión de las preparaciones contra el disco es regulable por medio de contrapesos apropiados que se van colocando a voluntad sobre el soporte.

El pulimento por este procedimiento es mucho más perfecto y rápido que el que se efectúa a mano.

Una vez pegado el disco de muestra cortado según dijimos anteriormente al soporte, se procede a su desbaste sobre el disco giratorio de carborundo fino, repitiendo la operación después sobre el disco de acero con esmeril muy fino y sobre el disco de cristal esmerilado con esmeril muy fino.

La manera de obtener estos esmeriles finos consiste en hacer una emulsión de agua y esmeril bruto decantando el líquido turbio a los dos, quince, sesenta y doscientos minutos respectivamente.

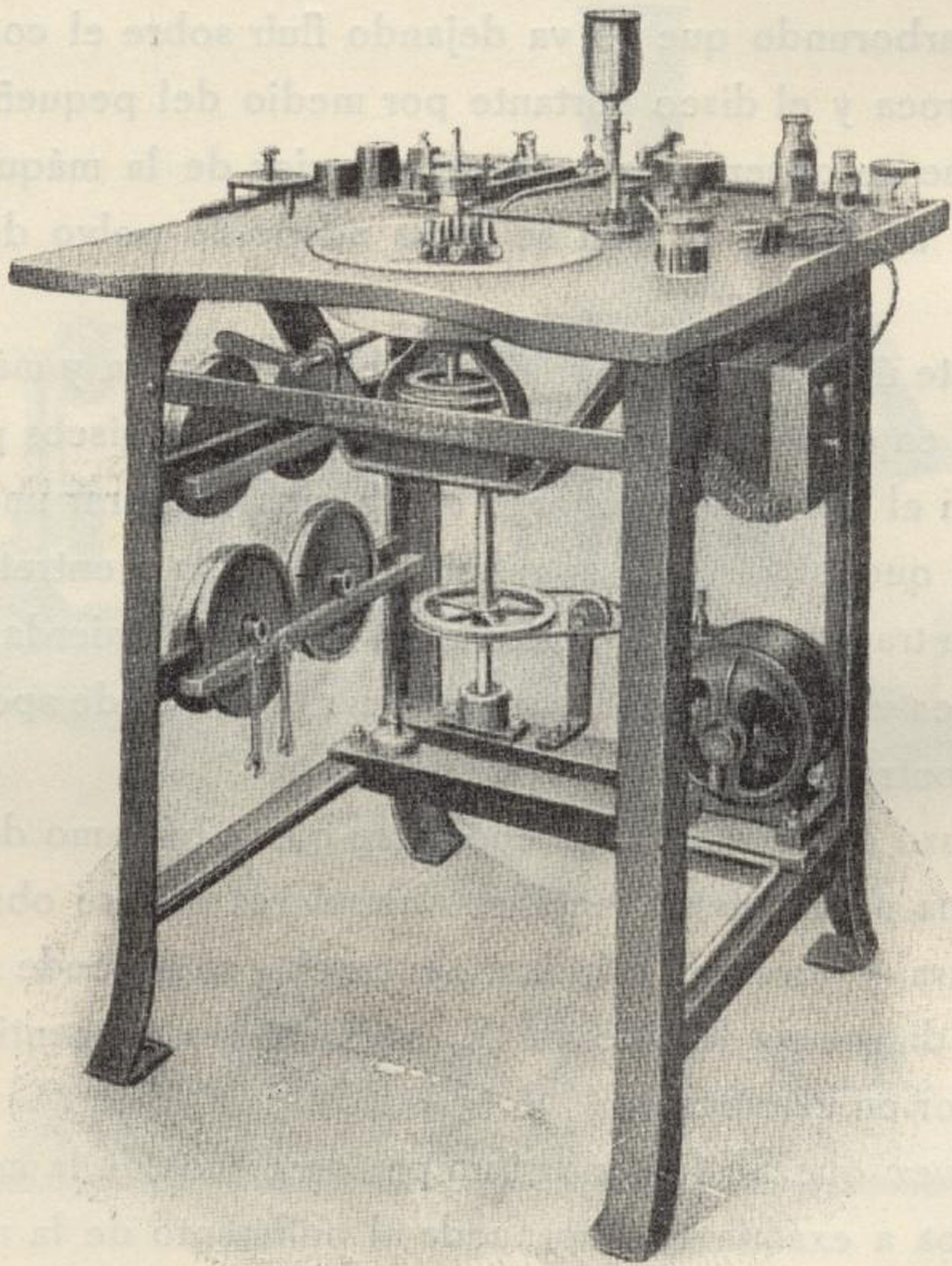
El esmeril depositado a los seiscientos y doscientos minutos es el que sobre todo se emplea para el pulimento.

Este se lleva a cabo sobre un disco de acero recubierto con lienzo y sentado con un anillo de goma.

Este lienzo se humedece con agua y esmeril muy fino, obtenido como hemos dicho, y sobre él se continúa la pulimentación de la muestra que examinada al microscopio no debe presentar señales de rayas producidas por el carborundo.

Por último, y como última fase del pulimento, se sustituye





Fot. núm. 4. — Máquina de pulimentar.



el lienzo con esmeril por otro limpio, húmedo, sobre el que se espolvorea un poco de magnesia Merk.

La muestra así pulimentada debe ofrecer una superficie plana brillante, sin vestigios de rayas ni acanaladuras extrañas a la constitución íntima del mineral.

La operación, como decimos, es delicada, sobre todo cuando en la preparación hay minerales de gran diferencia de dureza, como sucede, por ejemplo, con la pirita y la galena; pero con esmero, paciencia y práctica se llega a efectuar la preparación perfecta en cuestión de quince minutos.

Una vez obtenida así la preparación bien pulimentada, se pasa al examen mineralográfico de la misma.

### Examen mineralográfico.

Como ya hemos dicho, el procedimiento que aplicamos para el examen mineralográfico de la muestra es el seguido por los Sres. Davy y Farnham, y para ello se necesita preparar previamente los siguientes reactivos, que hay que utilizar de acuerdo con las siguientes concentraciones:

Acido nítrico ( $\text{HN O}_3$ ). 50 por 100 de ácido concentrado y 50 por 100 de agua destilada.

Acido clorhídrico ( $\text{H CL}$ ). 50 por 100 de ácido concentrado y 50 por 100 de agua destilada.

Cianuro potásico ( $\text{KCN}$ ). Disolución en agua al 20 por 100.

Cloruro férrico ( $\text{Fe Cl}_3$ ). Disolución en agua al 20 por 100.

Cloruro mercuríco ( $\text{Hg Cl}_2$ ). Disolución en agua a saturación.

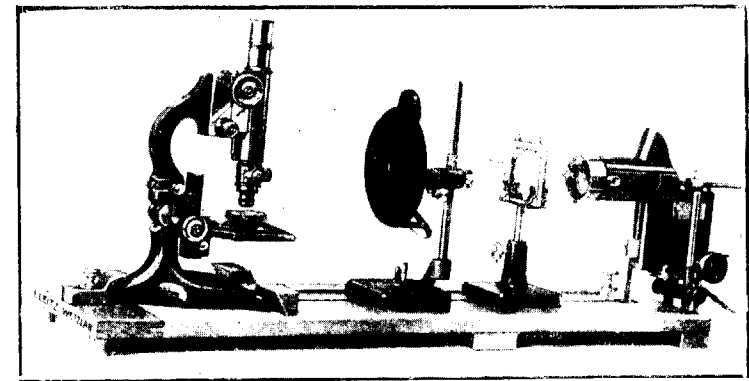
Potasa cáustica ( $\text{KOH}$ ). Disolución en agua a saturación.

Estos reactivos se aplican sobre la muestra al mismo tiempo que se la está observando en el microscopio por medio de una pipeta de cristal de orificio lo más estrecho posible.

Cada observación debe hacerse sobre una sección distinta de las diversas que aparecerán en la muestra del mineral estudiado, no debiendo acumularse nunca dos reacciones en la misma sección, pues se falsearían los resultados.

Las reacciones y demás datos observados se van anotando cuidadosamente, y ellas nos conducirán a la clasificación del mineral.

Es punto importante en este estudio el disponer de un buen microscopio para la observación con luz reflejada vertical.

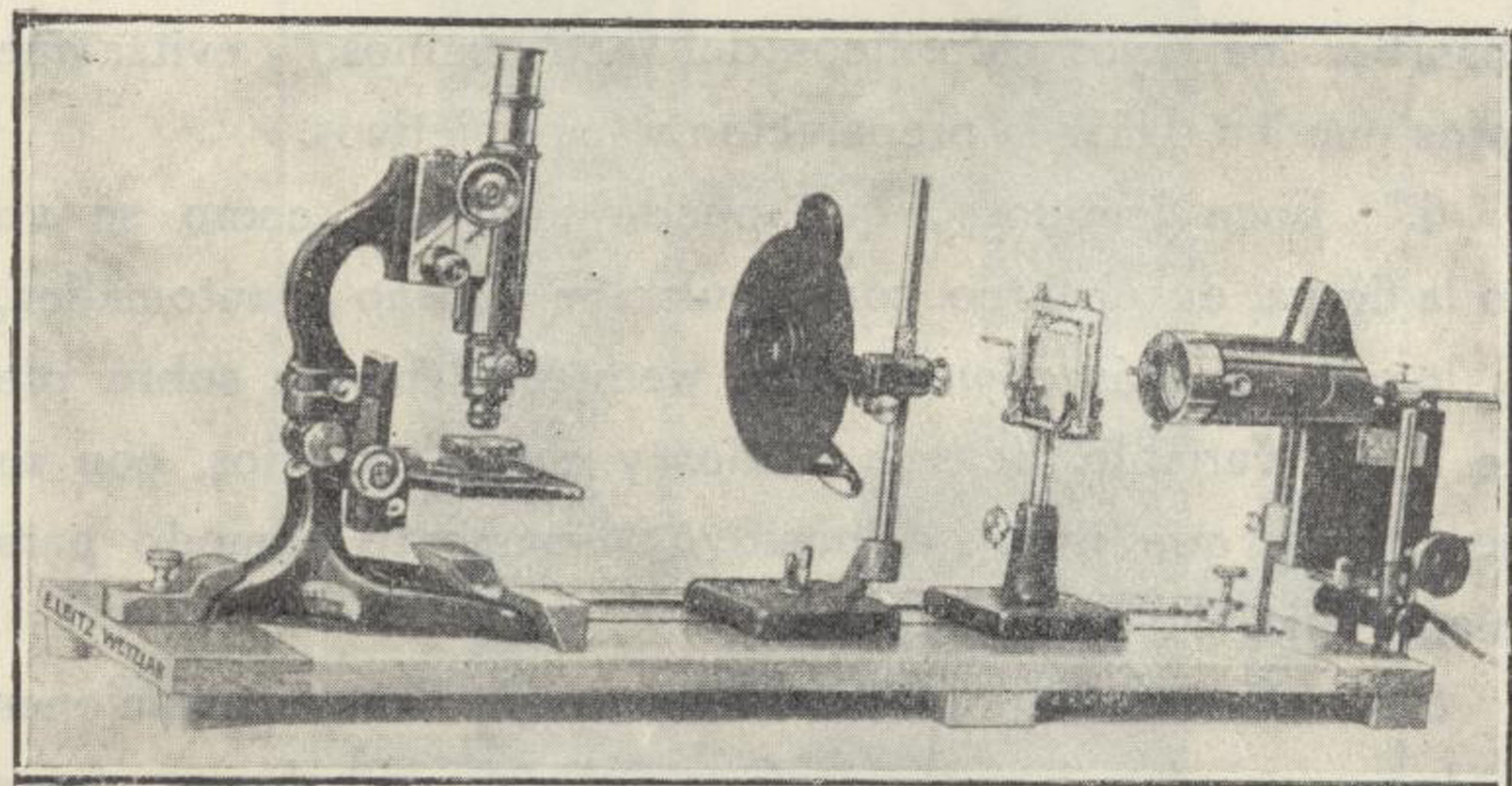


Fot. núm. 5. — Microscopio mineralográfico sobre banco óptico.

Para ello nosotros disponemos de una instalación sumamente práctica y cómoda, tal como la que se indica en la fotografía número 5, en la cual se ven montados sobre una plataforma de madera especial y perfectamente adoptados a ella los siguientes elementos:

1.º Microscopio metalográfico con tubo superior desmontable y platina rectangular móvil por medio de cremallera y piñón para poder enfocar sin variar la posición del objetivo. Esto es de suma importancia, pues una vez que se tiene el microscopio perfectamente iluminado y se ha encontrado la





Fot. núm. 5. — Microscopio mineralográfico sobre banco óptico.

posición a propósito del iluminador vertical para obtener una imagen clara y perfecta, se pueden examinar varias muestras, aunque sean de distinto espesor, sin necesidad de mover dicho iluminador, enfocando por medio del movimiento vertical de la platina.

El iluminador vertical es de prisma; pero también empleamos a veces el de cobre-objeto.

2.º Lente condensadora con diafragma iris, pantalla contra luz difusa y espejos para la dirección de los rayos luminosos.

3.º Cubeta sobre soportes para ser llenada de agua para absorber los rayos caloríficos del foco luminoso y evitar que éstos puedan dañar la preparación y los objetivos.

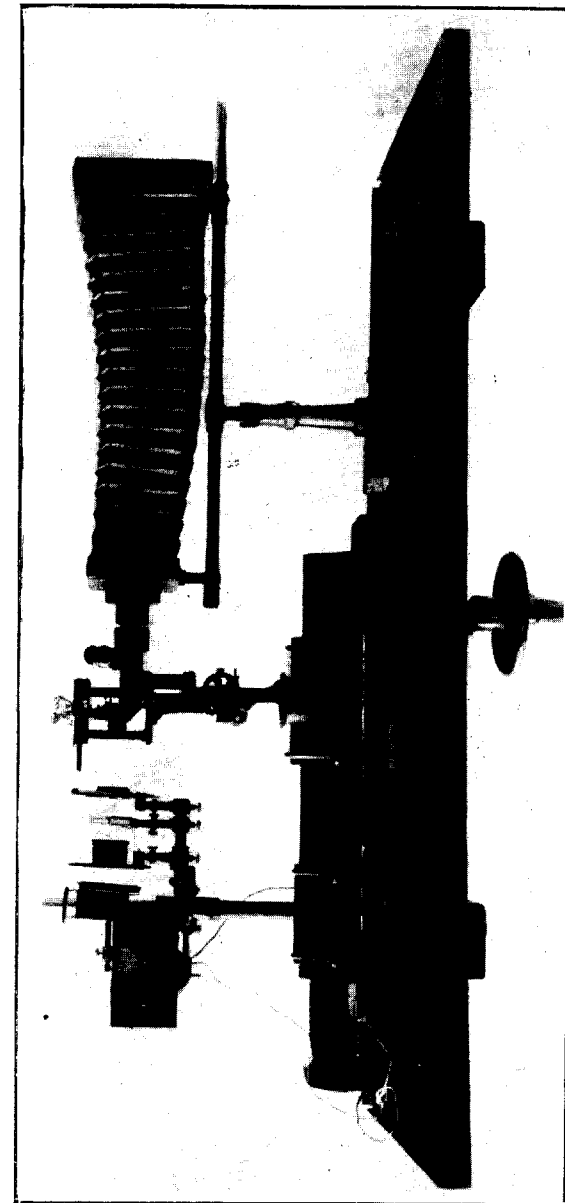
4.º Foco luminoso, que puede consistir, como se ve en la figura, en un arco con regulación a mano o automática, o, lo que es más cómodo, una pequeña lámpara sobre pie de altura variable, de seis voltios y cinco amperios, con su resistencia, que es un dispositivo sumamente cómodo para micrografía.

Sobre este banco óptico hemos hecho las observaciones de la muestra de mineral, aplicando sucesivamente los reactivos que anteriormente hemos citado, y los resultados han sido los siguientes:

Con el ácido nítrico la reacción es positiva. En el sitio ocupado por la gota del reactivo, la muestra se oscurece y los bordes de la mancha se ponen tornasolados. Esta mancha toma un color pardo claro al limpiar la muestra frotando con un paño.

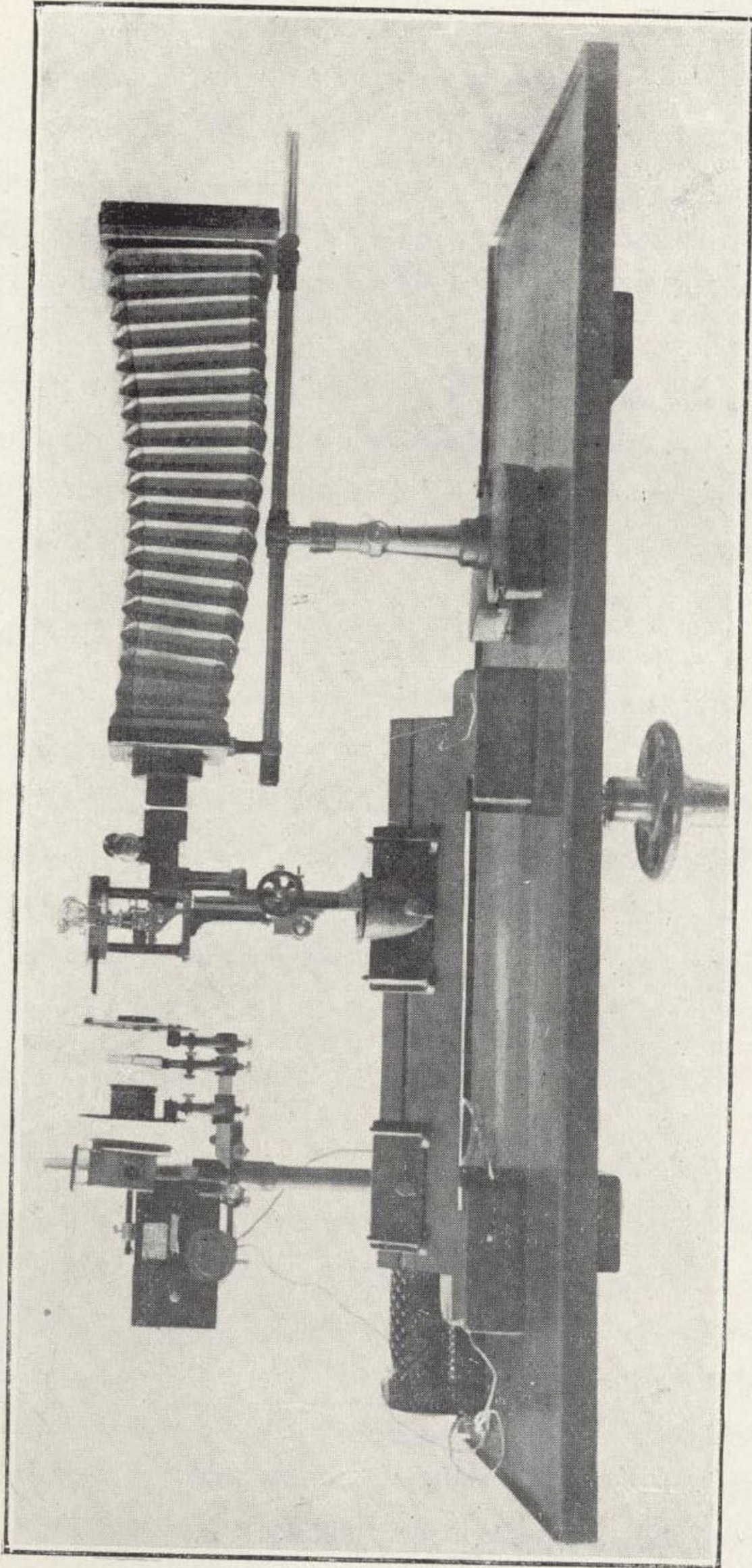
Con el ácido clorhídrico, así como con los demás reactivos, es decir, cianuro potásico, cloruro férrico, cloruro mercuríco y potasa cáustica, la reacción es negativa.

Aplicando el procedimiento Davy Farnham, estas reacciones nos llevan a un cuadro sinóptico que comprende aún una veintena de especies minerales, siendo, por tanto, ahora el



Fot. núm. 6. — Microscopio mineralográfico para microfotografías.





Fot. núm. 6. — Microscopio mineralográfico para microfotografías.



momento de tener en cuenta otros caracteres del mineral que como secundarios nos conduzcan a la clasificación; así tenemos:

*Color.* — Con luz reflejada vertical el color del mineral es blanco grisáceo. (El blanco tipo es el de la galena en estas condiciones.)

*Dureza.* — La dureza del mineral es aproximadamente 4, pues se deja rayar fácilmente por la apatita y no lo raya el espato calizo.

Por último, el color de la muestra pulimentada, vista fuera del microscopio, es gris acerado y la raya es negra.

Todos estos datos nos conducen ya fijamente por este procedimiento a la especie estannina que se cita en estos cuadros sinópticos, correspondiente a la fórmula  $Sn Cu_2 Fe S_4$ .

Así, por lo tanto, el mineral que por el microscopio petrográfico no habíamos podido clasificar por ser opaco, mediante la aplicación del procedimiento mineralográfico, deducimos que se trata de estannina, sulfuro de cobre y estaño con hierro, especie sumamente rara y desconocida en otras localidades españolas.

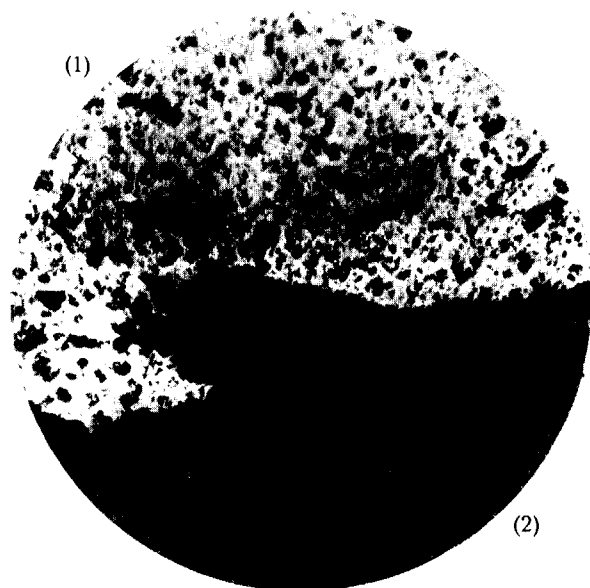
Hecho el análisis mineralográfico resta sólo, para terminar esta observación, obtener una microfotografía de la muestra con luz reflejada y para ello utilizamos el aparato que aparece en la fotografía núm. 6.

Este aparato consta, como se ve, de tres partes esenciales, el foco luminoso, el microscopio y la cámara, instalados sobre una mesa giratoria con pie de hierro.

Sobre la platina del microscopio, que es cuadrangular, se coloca la muestra con la superficie pulimentada dirigida hacia el objetivo y se procede al enfoque. Para ello se mueve la platina por medio del mecanismo de piñón y cremallera que le imprime un movimiento vertical a la misma sin que varíe la posición del objetivo. Por último, para enfocar definitivamente

se usa el tornillo micrométrico, al cual se adapta una varilla que permite enfocar desde la parte trasera de la cámara.

El iluminador vertical, que puede ser como en el caso anterior, de prisma o de portaobjeto, va colocado debajo del objetivo y se hace girar hasta el momento en que se tiene un campo perfecta y uniformemente iluminado. La iluminación es



Fot. núm. 7.

Estannina (1), parte clara. — Cuarzo (2), parte oscura.

perfecta cuando cerrando todos los diafragmas, tanto el del dispositivo del alumbrado como el del iluminador vertical, un punto luminoso se proyecta en el centro del campo visual del microscopio.

Abriendo los diafragmas la preparación aparece bien iluminada con una luz potente uniforme, hasta el punto de que para observarla es preciso colocar sobre el ocular lateral del microscopio, que es por donde se observa, un vidrio coloreado oscuro, pues su intensidad es tal que daña la vista.

El dispositivo luminoso consiste en un arco regulable con mecanismo de relojería para el avance automático de los carbones, que va provisto de su lente condensadora, cubeta filtro para absorber los rayos caloríficos, diafragma iris y obturador para las fotografías.

Este dispositivo luminoso va dispuesto sobre caballete y puede ser movido a voluntad para obtener la iluminación adecuada.

La cámara fotográfica montada sobre su soporte con fuelle de un metro se adapta perfectamente al microscopio.

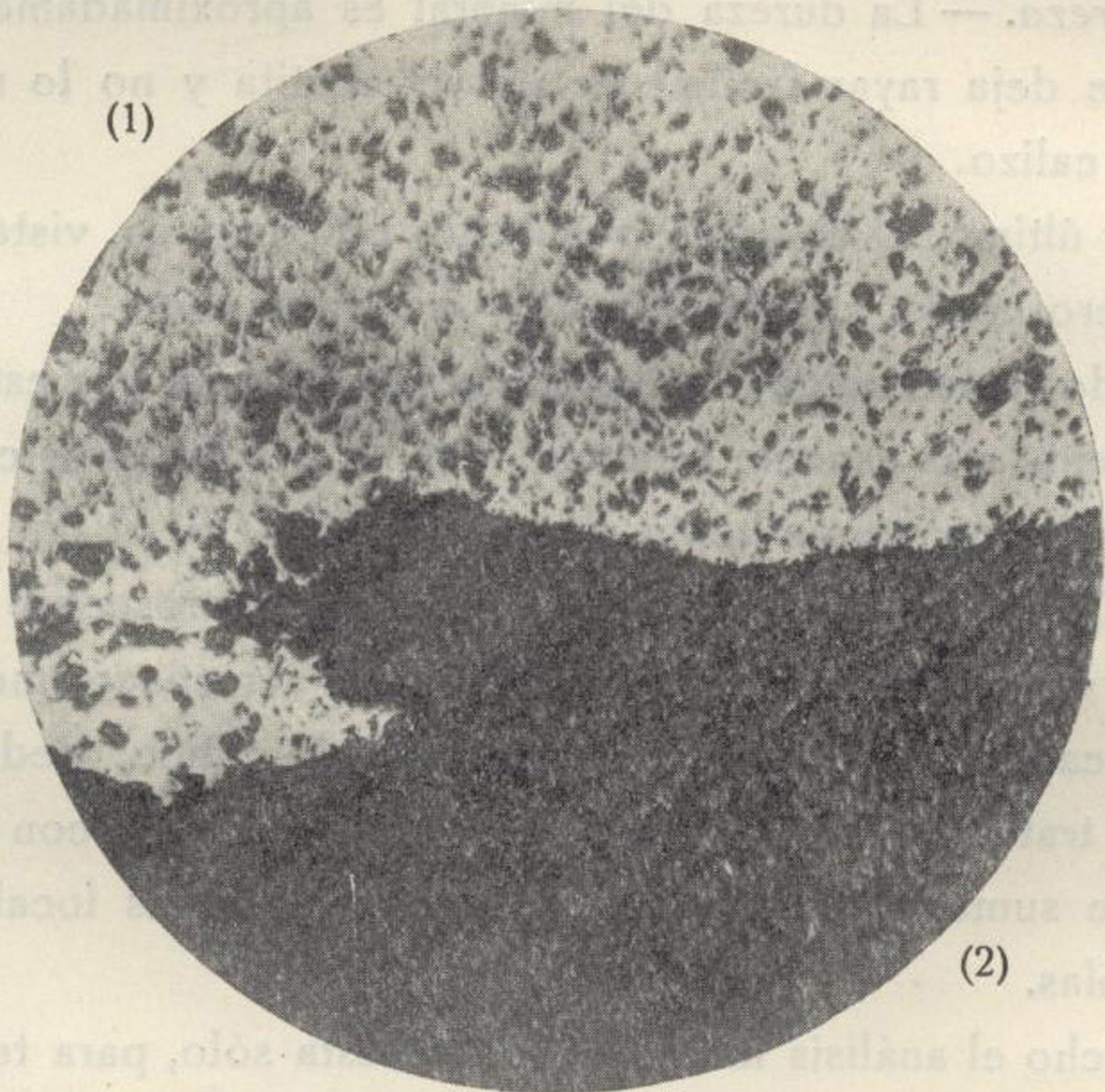
Con este dispositivo, y dando una exposición de cinco segundos, se ha obtenido la fotografía número 7, en la cual la parte clara es el mineral de estannina y la parte gris oscura el cuarzo que como ganga acompaña en este sitio al mineral.

Queda, pues, descrito el método mineralográfico seguido, aparatos empleados y resultados obtenidos al examinar la muestra de mineral, conteniendo cuarzo, ambligonita, casiterita y estannina del criadero de Valduerna, cuyos resultados como veremos están en un todo de acuerdo con el análisis espectral y químico de la misma que a continuación se describen.

### Método espectrográfico.

El procedimiento adoptado por nosotros para este y sucesivos trabajos consiste en obtener el espectro ultravioleta del mineral o roca entre electrodos de carbón (espectros de arco) mediante un espectrógrafo con óptica de cuarzo. No lo describiremos aquí por considerar esta clase de instrumentos sobradamente conocidos, ni entraremos en sus detalles, que varían según la casa constructora y que en los catálogos comerciales van cumplidamente explicados; nos limitaremos solamente a unas ligeras observaciones.



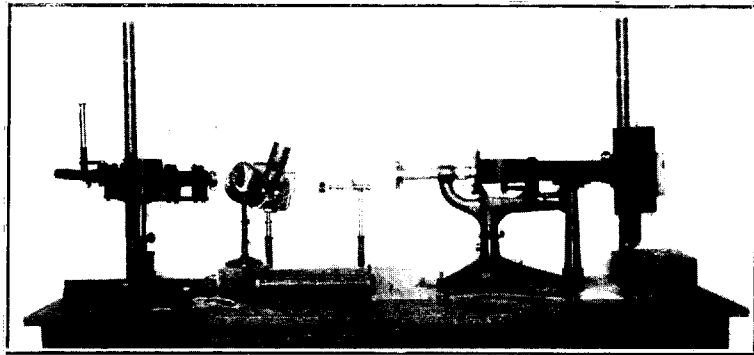


Fot. núm. 7.

Estannina (1), parte clara. — Cuarzo (2), parte oscura.



El espectrógrafo usado por nosotros, tipo serie, es casi automático (fig. 8), tiene fijos el colimador y el prisma, como el chasis lleva una escala fotografiabile en la placa resulta que a pesar de ser móvil el brazo, que soporta el objetivo y chasis, éste deberá ocupar siempre idéntica posición. Al montar el aparato o al rehacer su ajuste después de un traslado debere- mos comprobar si el colimador está enfocado al infinito, luego moveremos el brazo de la cámara hasta percibir el espectro



Fot. núm. 8. — A la derecha, espectrógrafo para zona ultravioleta; a la izquierda, espectroscopio para región visible, actuando simultáneamente.

visible (arco del hierro); se desciende entonces la escala y con una lente se observa una raya conocida y se desplaza la cámara hasta que dicha raya coincida aproximadamente con la división correspondiente a la escala. Se fija definitivamente esta posición apretando un tornillo situado sobre el eje de giro del brazo. Variando la posición del objetivo trataremos de enfocar lo mejor posible toda la zona visible, cuidando, claro está, que la rendija esté lo más cerrada posible; una vez logrado, se reajusta exactamente la escala, moviendo esta vez para ello un tornillo que desplaza el objetivo lateralmente.

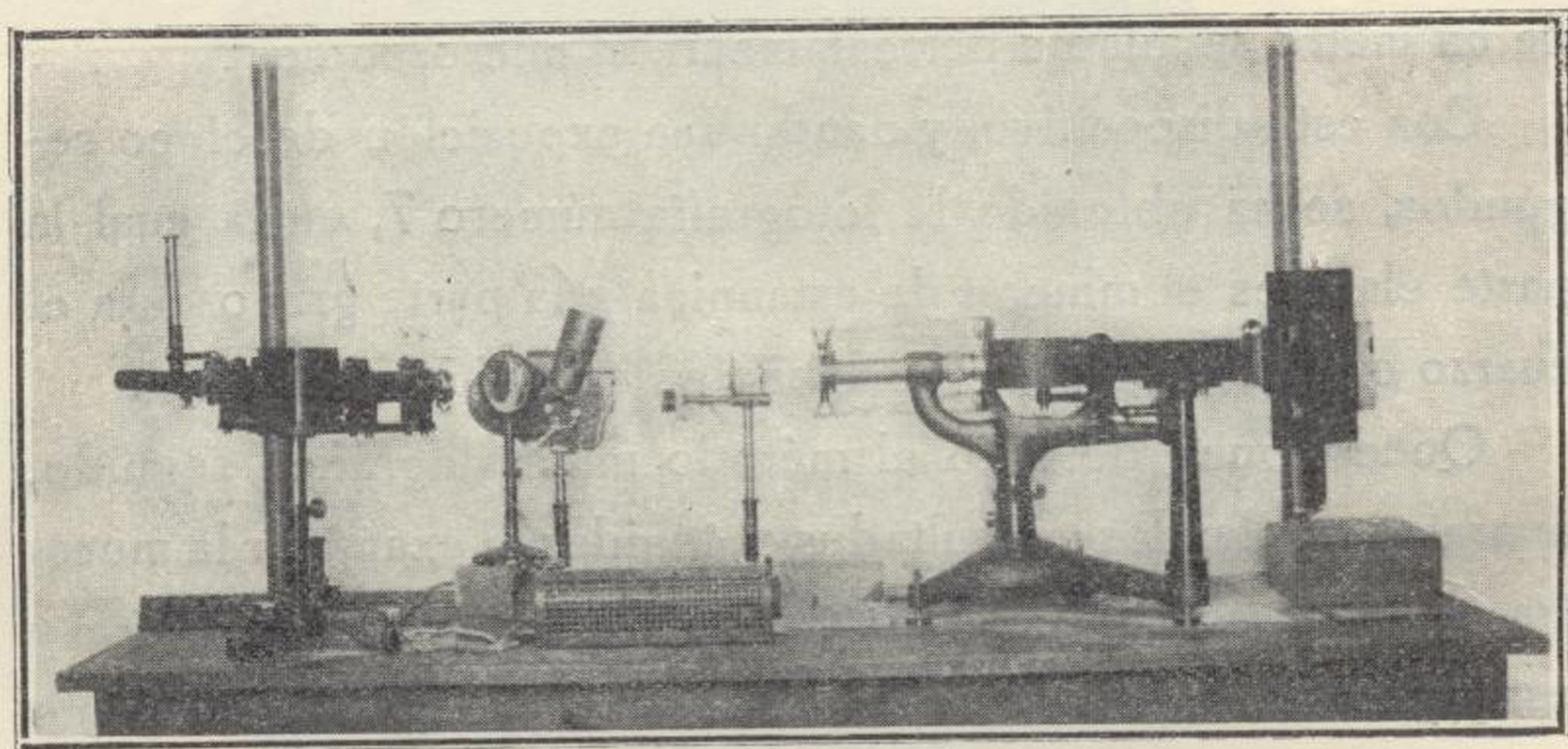
Como la zona ultravioleta es mucho más extensa que la

zona visible y no puede enfocarse bien con pantallas fluorescentes, cuando esté ya bien enfocada la zona visible, se coloca una placa en el chasis, y delante de la rendija el diafragma provisto de siete aberturas numeradas que permite obtener una serie de siete espectros exactamente superpuestos sin necesidad de mover el chasis. Se anota la inclinación del chasis, y variando cada vez la posición del objetivo se registran siete espectros del hierro cuidando que la escala coincida bien con ellos. Se repiten estas series cambiando en cada una la inclinación del chasis y repitiendo los desplazamientos del objetivo como en la primera serie. Una vez revelada la placa se observa al comparador cuál es el mejor espectro, colocando definitivamente el objetivo y la inclinación del chasis en la posición correspondiente a dicho espectro. Si el aparato no está sujeto a trepidaciones de ningún género puede permanecer bien enfocado durante muchos meses.

### Obtención de los espectrogramas.

Suponiendo que sólo vamos a analizar un mineral, tres aberturas o ventanas del diafragma serán suficientes: la primera, para el carbón soporte; la segunda, para el mineral o roca, y la tercera, para el hierro.

1.º *Espectro del carbón.* — Colocada la primera ventana de modo que sólo quede al descubierto el trozo de rendija que a ella corresponde, haremos saltar el arco eléctrico entre dos carbones limpios, macizos, de unos siete milímetros de diámetro; el carbón positivo (fig. 8) mantenido en posición vertical lleva una pequeña cavidad de tres o cuatro milímetros de profundidad destinada a recibir la sustancia que queremos analizar. Como esta cavidad se ha practicado con una herramienta de metal, para eliminar los vestigios que pueden quedar



Fot. núm. 8. — A la derecha, espectrógrafo para zona ultravioleta; a la izquierda, espectroscopio para región visible, actuando simultáneamente.

adheridos al carbón, convendrá hervirlo en una solución de ClH concentrado.

Al iniciarse el arco convendrá interceptar la luz, durante los primeros segundos, para que no llegue al espectroscopio, de manera que si aun quedaban indicios de metal en los bordes del cráter, tengan tiempo de volatilizarse sin impresionar la placa. Hecho esto, se proyecta la imagen del arco sobre la rendija, procurando enfocarla lo mejor posible, acercando o alejando el arco (nunca la lente, pues si ésta se desviara, la luz no llegaría al prisma), y procurando que la imagen de los polos del carbón no caigan sobre ella, pues estos puntos brillantes producirían veladuras innecesarias; el espectro así obtenido estará integrado por el de todas las impurezas que repartidas homogéneamente encierra el carbón, como boro, silicio, hierro, magnesio, aluminio, etc. La intensidad de corriente para el carbón sólo será de 15 a 20 amperios y el tiempo de exposición de unos treinta segundos.

2.º *Espectro del mineral.* — Cuando el carbón positivo esté suficientemente frío se corre el diafragma y coloca la ventana central, se llena el cráter del carbón con la sustancia que debemos analizar, reducida a polvo (pero no muy fino) y aproximando los carbones se hace saltar el arco cuidando de que la imagen se proyecte inmediatamente sobre la rendija para no perder las radiaciones emitidas por los cuerpos muy volátiles: arsénico, telurio, cinc, etc. La exposición se prolongará hasta volatilización completa de la sustancia para registrar también los espectros de los elementos cuyos óxidos son difícilmente volátiles: tántalo, niobio, etc., obteniendo de este modo la totalidad de los cuerpos existentes en el mineral examinado.

3.º *Espectro del hierro.* — Finalmente se corre de nuevo el diafragma colocando la abertura tercera, se cambian los electrodos de carbón por dos varillas de hierro y con una co-

riente que no exceda de tres a cuatro amperios, se obtiene el arco. Aquí, lo mismo que para el carbón y la sustancia, los polos no deben caer sobre la rendija, manteniéndolos, sin embargo, lo más próximos posibles. La intensidad de la corriente se gradúa mediante una resistencia que se ve también en la fotografía núm. 8.

Procediendo así tendremos el espectro del mineral encuadrado entre el carbón y el hierro y de una sola ojeada eliminaremos de él todas las rayas de las impurezas del carbón que se presentarán también en el mineral, puesto que lo habremos obtenido sobre el mismo carbón, y por otro lado, el espectro del hierro, que en espectrografía sirve de elemento de comparación y de medida, cuyas rayas muy numerosas y repartidas en toda la extensión de la zona espectral han sido determinadas con gran exactitud, de modo que por simple interpolación entre dos de sus rayas podremos determinar la longitud de onda de una cualquiera del mineral que se estudie.

Para un operador que no conozca aún a fondo el espectro del hierro será conveniente impresionar además, sobre la placa, la escala de longitud de onda, que le permitirá orientarse y conocer inmediatamente las distintas zonas de dicho espectro y por ende los del mineral superpuesto a él.

Para impresionar la escala bastará producir una rotación de 180 grados de la misma mediante la llave situada en el marco que soporta el chasis, en esta posición queda apoyada sobre la placa; se levanta entonces (nunca antes de dicha rotación) la cobertura del prisma y con una lámpara ordinaria se ilumina al objetivo durante unos segundos, hecho lo cual queda ya el cliché en disposición de ser revelado.

Las placas empleadas han sido «Ilford» extrarrápidas y el revelador usado, compuesto a base de metol-hidroquinona, llevando a fondo el desarrollo.

\* \* \*



*Interpretación de un espectro.*—Todas las operaciones descritas hasta aquí son muy sencillas de ejecutar; en cambio, el *punto difícil* del análisis espectral reside en la interpretación de los espectros. Estos presentarán diversa complejidad según el mineral de que se trate; así podrán tener muy pocas rayas, 20 ó más (y aun debidas en su mayor parte al carbón), como en la silvinita, el berilo, etc., o pueden presentar muchos centenares de rayas, como en la wolframita. Es evidente que si nos limitásemos solamente a comprobar la presencia de los elementos constitutivos del mineral, la tarea quedaría harto simplificada, pero nada ganaríamos con ello, ya que éste ha sido de antiguo el objeto del análisis químico. El espectrografista puede y debe exigir mucho más de tan sensible y seguro método y su misión es la de determinar la presencia de pequeñas cantidades de otros cuerpos insospechados e imposibles casi de precisar químicamente, pues de intentarlo habría que emplear una cantidad de tiempo imposible de dedicar a esta clase de análisis (salvo casos excepcionales).

Ahora bien: los elementos que están en pequeña cantidad en un mineral dan un espectro formado solamente por sus rayas más intensas y aun éstas aparecen muy débiles; por lo tanto, al desentrañarlas de entre el enjambre de rayas producidas por los restantes componentes del mineral, obliga a realizar una muy detenida labor de selección, y en el estado actual de nuestros conocimientos es imprescindible, si se quiere realizar un análisis espectral concienzudo, el *identificar y atribuir absolutamente todas las rayas del espectro, en una zona determinada.*

Hemos dicho identificar, no medir, porque la medida supone la determinación exacta de la longitud de onda, con dos decimales, y ésta sólo se practica (en análisis) en casos especiales, como veremos. En cambio, la identificación supone la valoración aproximada de la longitud de onda que se hace leyendo

la posición que una raya ocupa en la escala, y como ésta jamás *coincide exactamente* con el espectro, la lectura se rectifica interpolando *de visu* dicha raya entre las dos inmediatas del hierro fotografiado debajo y leyendo la longitud correspondiente en un atlas a gran dispersión del hierro que lleva dibujada una escala cuyas divisiones corresponden a unidades angstrom  $\text{\AA}$  (o I. A. internacional angstrom, según el último convenio internacional).

La aproximación de esta medida dependerá de la zona del espectro examinada, del poder de resolución del espectrógrafo empleado y de su dispersión; así, por ejemplo, en el extremo ultravioleta permeable al aire, donde  $\lambda = 2.300$  I. A., el error cometido puede ser de  $0,2 \text{\AA}$ , en la zona  $\lambda = 3.000$  I. A. el error será ya de  $0,5$  a  $0,8 \text{\AA}$ , y, finalmente, para  $\lambda = 3.400$  I. A. el error será superior a  $2$  ó  $3 \text{\AA}$ , pues a medida que nos desplazamos hacia la zona visible, las unidades van estrechándose rápidamente.

Para interpretar un espectro, colocaremos la placa en la platina de un microscopio comparador o, si queremos hacerlo con mayor comodidad, mediante una linterna de proyección amplificaremos a gran tamaño dicho espectro en una pantalla adecuada, y a partir de una longitud de onda determinada, por ejemplo,  $3.300$  I. A., iremos anotando todas las rayas que presenta el mineral, salvo las del carbón si están más débiles en el mineral; para abreviar se pueden suprimir también las del hierro, caso de tenerlo el problema. Al lado de la longitud de onda de cada raya anotaremos su intensidad tomando el número 1 para las rayas muy débiles, el 5 para las de máxima intensidad y el 2, 3 y 4 para las intensidades intermedias.

Una vez obtenida la lista de todas las rayas y su intensidad, se procede entonces a la *atribución* de cada raya comparando estas longitudes de onda con las de la tabla de Kayser (KAYSER, *Tabelle der Hauptlinien der Linienspektra aller Elemente*,

1926), y cada vez que una de ellas coincida con una de la tabla, dentro del límite de error cometido en la identificación, se anota el símbolo del elemento y la intensidad dada en la misma (también puede añadirse la longitud allí consignada). Si en las tablas aparece más de un elemento con la misma  $\lambda$ , entonces anotaremos sus símbolos por orden decreciente de intensidad.

Al verificar la primera revisión de nuestra lista pronto veremos que el símbolo de determinados elementos se repite con frecuencia, y si las intensidades coinciden con aquellas de las tablas, podemos dar por segura la presencia de estos cuerpos en el mineral analizado, y subrayaremos dichas rayas como definitivamente atribuidas. Advertiremos que si de un metal aparece una raya de intensidad 3, por ejemplo, *forzosamente han de aparecer todas las rayas de intensidad superior.*

Restará un cierto número de líneas sin subrayar que corresponderán generalmente en nuestra lista a rayas de intensidad 1. Tomaremos entonces las tablas de longitud de onda de cada uno de los elementos encontrados, y pronto veremos que varias de las líneas no subrayadas corresponden a otras débiles de dichos cuerpos, cuya intensidad oscilará entre 1 y 3. (En la primera tabla de Kayser consultada sólo están ordenadas las rayas más intensas de todos los cuerpos conocidos.) Si después de esta segunda revisión quedaba alguna raya dudosa, precisa entonces proceder a medirla exactamente y revisar de nuevo las tablas, elemento por elemento. Puede darse el caso de que ni aun así sea posible atribuir alguna raya, que, sin duda, no estará aún consignada en las tablas (hecho que ocurre con alguna frecuencia, sobre todo en la zona extrema ultravioleta), y para salir de dudas sólo quedará un camino: tomar nuevamente el espectro del mineral y fotografiar al lado el espectro de una mezcla que contenga todos los elementos hallados anteriormente en él.

La medida exacta de una línea espectral, de que acabamos de hacer mención, se practica de la manera siguiente:

Colocada la placa en la platina de un microscopio comparador, se buscan dos rayas del hierro situadas a derecha e izquierda de la raya en cuestión, que no disten entre sí de más de 15 a 20 angstroms como máximo y que sean lo más netas posible. Con el retículo se enrasa una de ellas y se toma la posición  $a$  del microscopio en la escala, anotando a continuación la longitud de onda  $\lambda_1$  de dicha línea. Se desplaza el microscopio hasta enrasar la raya problema  $\lambda_x$ , anotando la nueva posición  $b$  del microscopio, repitiendo la misma operación con la segunda raya del hierro, cuya posición  $c$  se anotará seguida de la longitud de onda  $\lambda_2$ .

Si tenemos la precaución de hacer  $a = 0$ , es decir, de colocar la primera raya del hierro en la posición 0 del microscopio en la escala, entonces la parte proporcional de longitud de onda correspondiente a  $b$ , suponiendo que tomamos las rayas del Fe en orden creciente de  $\lambda$  será:

$$\alpha = \frac{b}{c} \times (\lambda_2 - \lambda_1),$$

y la longitud de onda  $\lambda_x$  que buscamos será:

$$\lambda_x = \lambda_1 + \alpha.$$

Si anotamos las rayas del hierro en orden decreciente de  $\lambda$ , entonces tendremos:

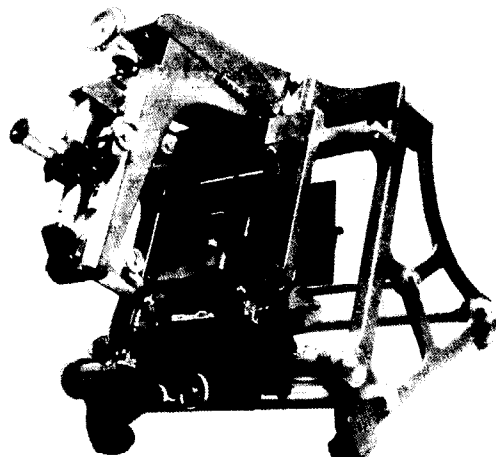
$$\alpha = \frac{b}{c} \times (\lambda_1 - \lambda_2),$$

y por longitud de onda:

$$\lambda_x = \lambda_1 - \alpha.$$

El método de las *rayas últimas* preconizado por algunos como muy práctico para la interpretación de los espectros

desde el punto de vista analítico, hoy por hoy es inaplicable a los espectrogramas de arco, pues estas rayas últimas han sido bien estudiadas en los espectros de chispa de muchos cuerpos, pero no lo han sido en los de arco, y en el atlas publicado recientemente por Loewe muchas rayas que este autor da como *últimas* en arco, no responden a la realidad y necesitan un más exacto y minucioso estudio. Esto aparte las coinciden-



Fot. núm. 9. — Espectrocomparador astronómico de Hartmann.

cias que existen entre muchas de estas rayas últimas y otras líneas de elementos que si se hallan presentes en un mineral imposibilitan la apreciación de aquéllas.

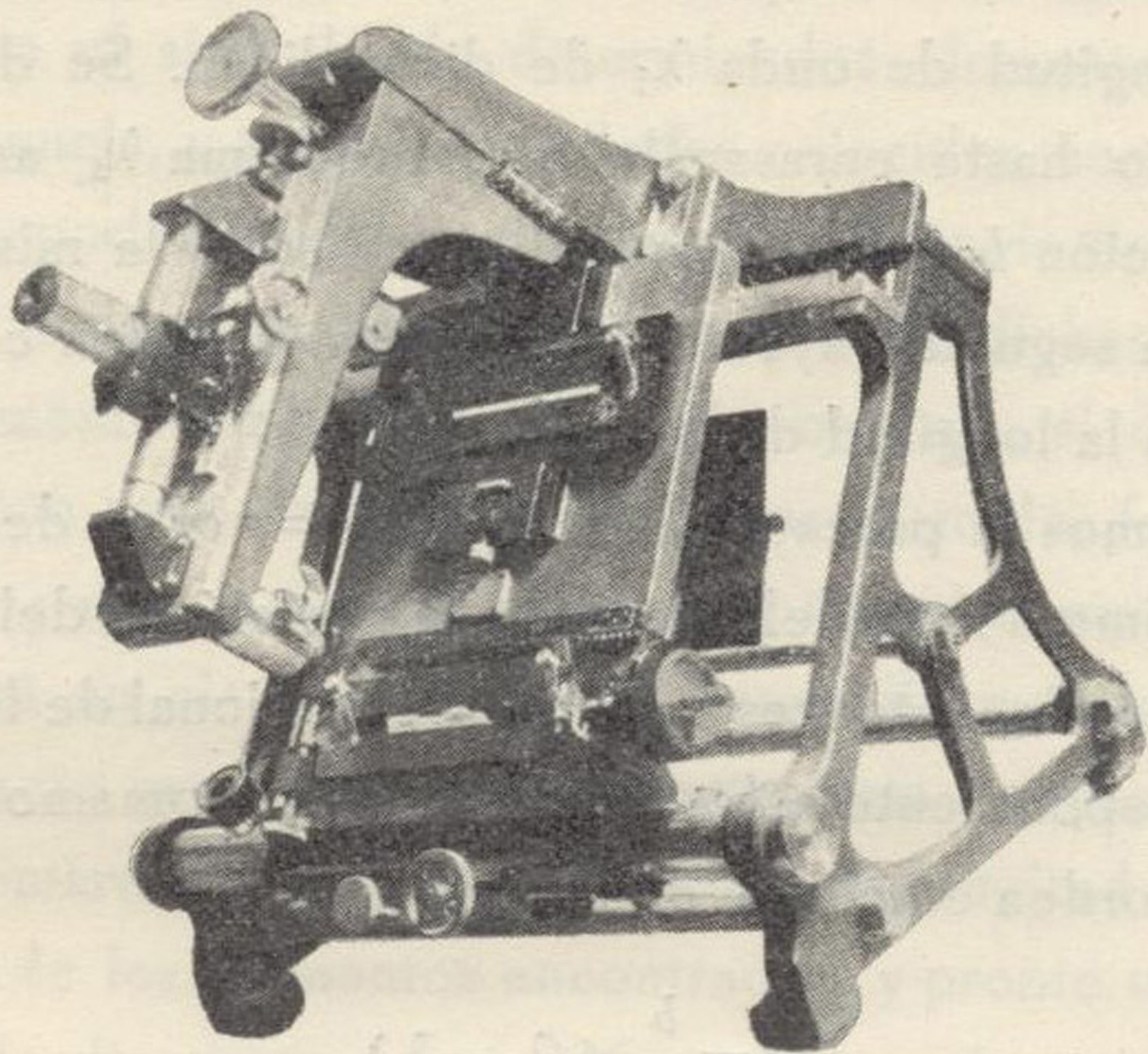
Un nuevo método para la interpretación analítica de los espectros nos lo ha sugerido el empleo del espectrocomparador astronómico de Hartmann. Este aparato, descrito a grandes rasgos, consta de dos platinas (fig. 9), sobre las cuales van montados dos microscopios unidos mediante un sistema de prismas al único ocular en cuyo campo aparecen superpuestas las imágenes de las placas colocadas en cada platina;

en el semicírculo superior el de la placa superior, en el semicírculo inferior el de la platina inferior. Un tornillo situado a la base del ocular permite graduar el tamaño (entre ciertos límites) de cada imagen. La platina superior puede desplazarse verticalmente y la inferior horizontalmente. El bastidor sobre el cual van montadas ambas platinas a su vez se desplaza horizontalmente, de suerte que bajo los microscopios pueda desfilarse el espectro completo registrado en una placa.

La interpretación de un espectro por este sistema será muy rápida y segura procediendo del siguiente modo: de una vez y para siempre se toman en una placa (o dos) los espectros aislados de todos los elementos que lo dan en arco, que constituirán nuestros espectros tipos. Esta placa se colocará en la platina superior; en la otra inferior colocaremos el espectro del mineral objeto de estudio, que, como ya hemos dicho en otro lugar, llevará superpuesto un espectro del hierro; haremos entonces desfilarse por el semicírculo superior los espectros tipos hasta llegar al hierro, y entonces, por movimiento lateral de la platina inferior, haremos que ambos hierros coincidan, hecho lo cual reemplazaremos el hierro por el mineral en el semicírculo inferior y en el superior colocaremos el primer espectro tipo. Como éstos se habrán tomado sobre carbón, lo mismo que el mineral, las impurezas del mismo: boro, silíceo, magnesio, hierro, etc., servirán de puntos de referencia para establecer la perfecta coincidencia de ambos espectrogramas. Si lograda ésta, las rayas del patrón se prolongan en el mineral (guardando entre sí la debida relación de intensidad, pues en el mineral puede haber mucha o poca cantidad del referido elemento), entonces podemos estar seguros que este elemento se encuentra en el problema.

Si el espectro de éste es muy complejo sería ciertamente muy difícil recordar qué rayas han coincidido con elementos tipos y cuáles no. En este caso procederemos tomando el atlas





Fot. núm. 9. — Espectrocomparador astronómico  
de Hartmann.

del hierro y fijando una banda de papel en el lado opuesto a la escala y trazando en ella líneas punteadas en los lugares correspondientes a las rayas del mineral. Cada vez que las rayas de un elemento coincidan con otros del problema los señalaremos con el símbolo de dicho cuerpo y repetiremos el desfile de espectros tipo hasta que no quede ninguna raya punteada por atribuir.

La gran ventaja de este método que proponemos estriba, más que en la rapidez, en la seguridad de la atribución, pues no hay que preocuparse de las rayas nuevas no señaladas aún en las tablas, y además, de una simple ojeada podemos apreciar la semejanza de los distintos caracteres que presentan las rayas de un cuerpo con los de este mismo cuerpo si está en el problema.

Por este método hemos interpretado el espectrograma de la estannina, el de la ambligonita y del cuarzo en que arma, así como el de la casiterita, que, como insoluble, en el tratamiento químico habíamos separado.

A continuación vamos a reproducir el espectro de la estannina por ser el que más interesa. Como en el método seguido no se toman las longitudes de onda, en el cuadro que sigue consignamos las de las tablas.

### Espectro de arco de la estannina a presión normal.

Longitud de onda I. A.	Intensidad observada	Elemento	Longitud de onda I. A.	Intensidad observada	Elemento
3.093,9	2	Cu	2.663,2	0	Pb (carbón ?)
88,1	0	Cu	61,2	2	Sn
73,8	1	Cu	50,6	0	Pb (?)
72,0	1	Zn	36,0	0	Sn
63,4	3	Cu	18,3	2 a.	Cu
35,9	2	Zu-Cu	2.594,4	2	Sn
34,1	3 dif.	Sn	71,6	1	Sn
32,8	2 a.	Sn	58,0	1 a.	Sn
10,8	1	Cu	46,5	1 a.	Sn
09,1	3 dif.	Sn	2.495,7	2	Sn
2.997,4	2	Cu	92,1	1	Cu
61,1	2	Cu	83,4	2 a.	Sn-Fe
13,5	3 a.	Sn	55,2	1	Sn
97,9	0	Bi	41,6	1	Cu
2.882,9	2	Cu	33,5	1	Sn
63,3	3 dif.	Sn	29,5	2 dif.	Sn
50,6	2 a.	Sn	21,7	2 dif.	Sn
40,0	3 dif.	Sn	08,2	1	Sn
24,4	2	Cu	06,7	2	Cu-Fe
13,6	2 a.	Sn-Fe	2.392,6	1	Cu
12,6	1	Sn			
00,9	1	Zn			
2.788,0	2	Sn-Fe			
85,0	1	Sn			
79,8	2	Sn	3.280,6	1	Ag
70,9	1 doble	Zn-Zn	3.383,9	1	Ag
66,4	2	Cu			
56,4	1	Zn			
06,5	3 a.	Sn			

A D E M Á S

*Dif.* = difusa; *a.* = raya ancha.

En este cuadro se han suprimido todas las rayas del carbón (1) y las del hierro con objeto de simplificarlo. Todas las rayas de esta lista podrán muy bien observarse en la reproducción del espectrograma de la estannina (fig. 10).

(1) Por esto no figuran en él las rayas del aluminio ni las del manganeso, que, aunque más intensas en el mineral, están también débiles en el carbón.

Como vemos, además de los elementos constitutivos de la estannina, el espectro ha revelado indicios de plata, bismuto, plomo, manganeso y aluminio, demostrando tratarse de una especie muy pura, pues el aluminio procede quizás de la ambligonita en que arma.

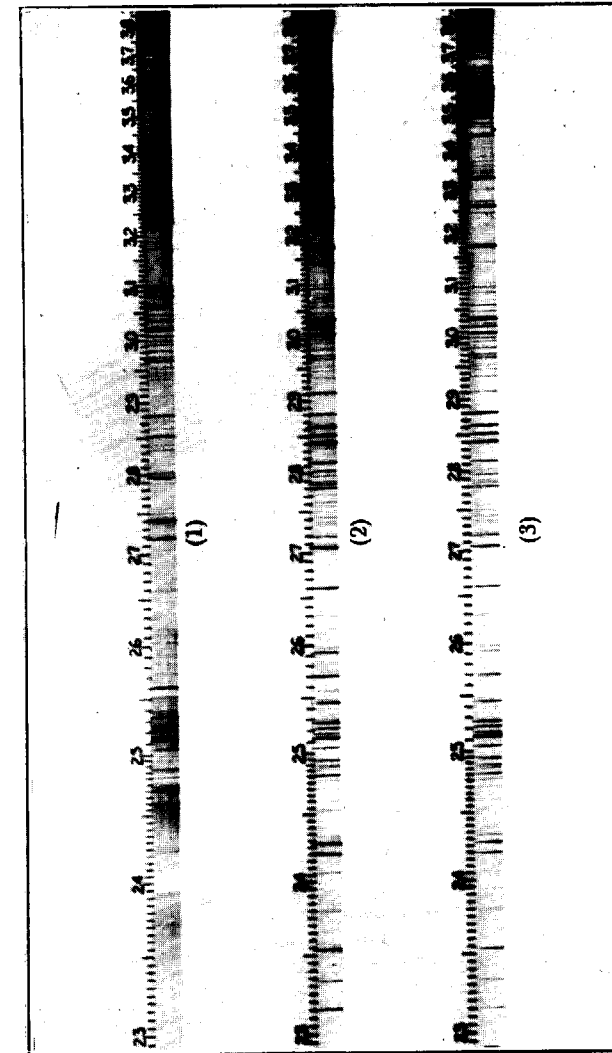
*El espectro de la ambligonita* (fig. 10) presenta todas las rayas y bandas del fósforo, todo el espectro del litio, el del aluminio y las rayas más intensas del estaño, plomo y manganeso, pero muy débiles, correspondiendo a indicios espectroscópicos de estos elementos.

*El espectro del residuo insoluble* que al microscopio vimos era casiterita, encierra exclusivamente las rayas del estaño en su totalidad e indicios de wolframio, niobio, tántalo y titanio que hemos hallado hasta ahora en todas las casiteritas estudiadas por nosotros. Bien es verdad que la cantidad de casiterita separada de la estannina por dos veces no excedía de seis centigramos (fig. 10).

*El espectro del cuarzo* solamente dió las rayas y bandas del silicio.

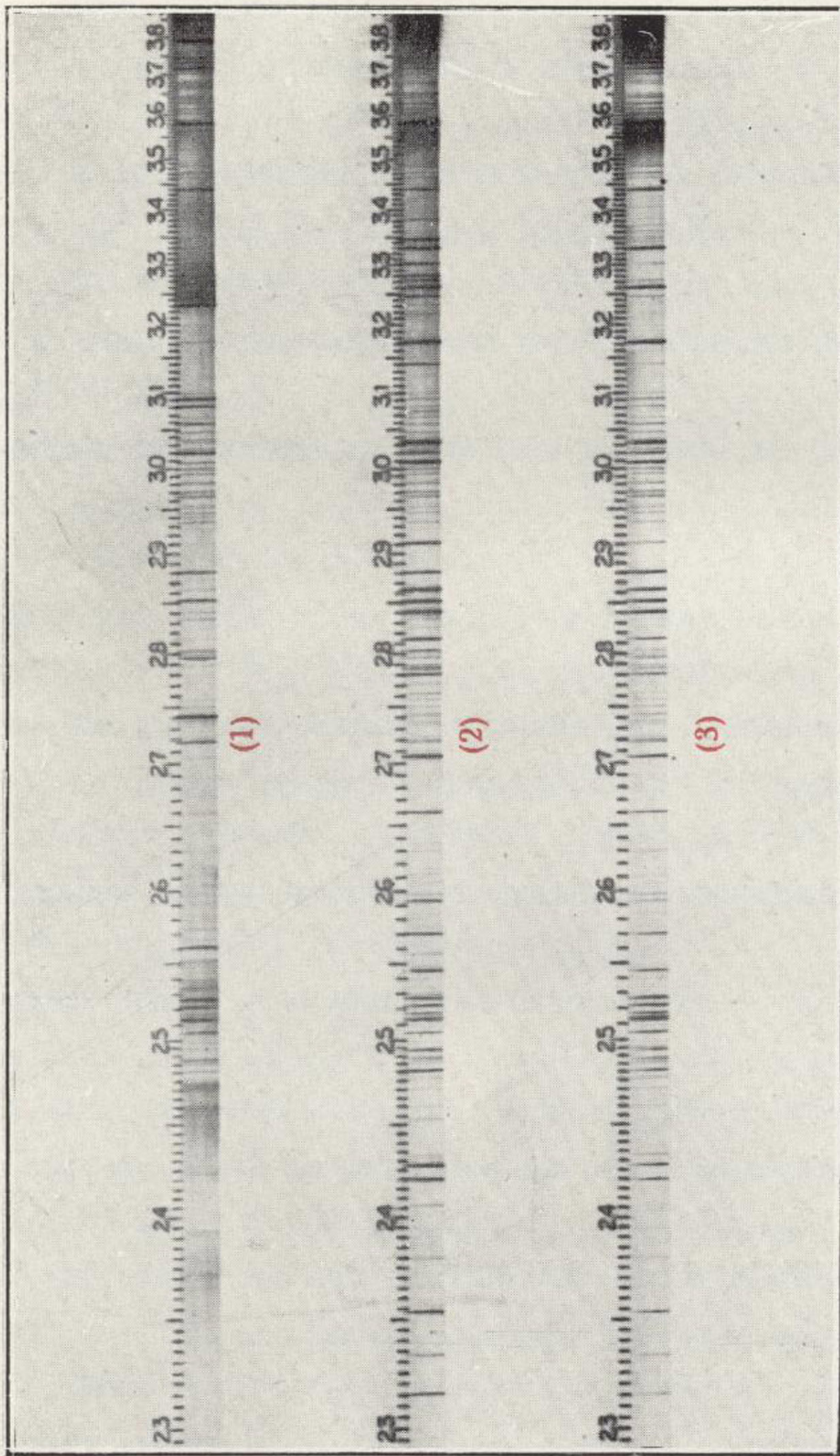
De los espectros de la fig. 10 se han suprimido los correspondientes al carbón y al hierro, poniendo en su lugar, para mayor claridad, la escala de longitudes de onda.

Vemos, pues, que el método espectrográfico ha permitido determinar con toda exactitud la composición del mineral estudiado que corresponde a la estannina; la del mineral en que arma, ambligonita y otras veces cuarzo, y, finalmente, la del mineral que le acompaña, casiterita con indicios de wolframio, etc., confirmando así los datos obtenidos por los métodos microscópicos y mineralográficos.



Fot. núm. 10. — Espectros de arco a presión normal. — Ambligonita (1). — Estannina (2). — Casiterita (3).





Fot. núm. 10. — Espectros de arco a presión normal. — Ambligonita (1). — Estannina (2). — Casiterita (3).



### Métodos químicos.

Como quiera que los autores de las dos notas publicadas acerca de la supuesta presencia de la estannina habían solamente practicado, por vía química, algunos ensayos cualitativos, resultaba imprescindible para nosotros, tras el detallado examen que del mineral de Valduerna habíamos hecho, determinar, además, su composición cuantitativa, tanto para completar así su estudio como para poder afirmar categóricamente su presencia en España.

Para ello se han tomado dos muestras, armando una sobre ambligonita y otra sobre cuarzo, las cuales han sido analizadas en doble por dos métodos diferentes.

*Primer método.*—Un gramo de mineral finamente pulverizado y desecado a 110 grados se puso en digestión en agua regia, y una vez disuelto, después de diluir algo la solución se filtró el escaso residuo insoluble, que examinado al microscopio mostraba ser casiterita, se calcinó y pesó, procediendo luego al análisis espectrográfico del mismo que comprobaron los datos proporcionados por el microscopio.

El líquido filtrado se evaporó y se destruyeron los agentes oxidantes y luego se precipitaron con  $\text{SH}_2$  el cobre y estaño juntos. El estaño se separó del cobre mediante sulfuro potásico. El cobre libre de estaño se determinó por vía electrolítica (en solución nítrica y con ánodo rotatorio). La solución que contenía el estaño como sulfosal se trató con ácido clorhídrico y el sulfuro de estaño precipitado, después de filtrado, se oxidó con ácido nítrico concentrado, se calcinó y pesó como óxido.

El líquido obtenido al separar el doble precipitado de cobre-estaño, que contenía el hierro y cinc, se evaporó a sequedad y se destruyó el azufre, luego se precipitó el hierro mediante hidrato sódico; este precipitado como podía arrastrar

cinc se disolvió en ClH y reprecipitó el hierro con amoníaco, calcinó y pesó. Este último líquido filtrado se incorporó a la solución de hidrato sódico que contenía el cinc. Este metal se pesó como óxido.

El azufre se determinó en una muestra aparte por el clásico procedimiento del cloruro básico.

*Segundo método.*—Un gramo de estannina en polvo se atacó con ácido nítrico concentrado y unas gotas de agua. El cobre, hierro y cinc pasan en solución y queda un precipitado blanco formado por el estaño, la ganga y en parte azufre.

Este precipitado bien lavado se deseca y con sulfuro de carbono se elimina de él la fracción de azufre que arrastra, luego se calcina y pesa el óxido de estaño impuro, pues además de la ganga, contiene una cantidad apreciable de hierro y cobre. Se purifica este óxido por el método indicado por Treadwel. En el líquido filtrado primeramente se determina el cobre por vía electrolítica, según hemos indicado en el anterior método. El líquido restante, después de depositar el cobre, se concentra y precipita el hierro con NaOH. Este precipitado se redisuelve en ClH, reprecipita con NH<sub>3</sub>; una vez lavado y calcinado se pesa el Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. A esta cantidad de hierro, así como a la del cobre, hay que agregar, respectivamente, las pequeñas porciones que de ambos se han recuperado al purificar el óxido de estaño. El cinc se determinó como en el primer método.

En otra muestra de un gramo se valoró el azufre precipitándolo como sulfato bórico.

Por el primer método se analizaron dos muestras de estannina que armaban sobre ambligonita y por el segundo método otras dos muestras del mismo mineral armando sobre cuarzo.

Las cifras que damos seguidamente corresponden al promedio de cada método.

Por vía química no fué posible obtener reacciones de nin-

gún otro elemento del grupo del cobre y estaño ni del hierro y cinc, salvo indicios de aluminio, que consideramos procede de la ambligonita.

También de la estannina que viene sobre cuarzo separamos el residuo insoluble que, examinado al microscopio binocular, pareció ser casiterita, pero en más reducida proporción. Estos insolubles eran efectivamente casiterita con indicios de wolframio, como hemos visto al hablar de sus espectros.

En el cuadro siguiente damos los resultados directos del análisis, seguidos de su composición centesimal, calculados una vez deducida la ganga, y para obtener la fórmula indicamos también a continuación el número de átomos de cada elemento obtenido partiendo los datos centesimales por los pesos atómicos correspondientes. Para comparar estos datos a los calculados por Doelter para otras estanninas, los recalculamos haciendo el azufre igual a 400.

COMPOSICIÓN	Centesimal	Número de átomos	Relación atómica S = 400	FÓRMULA
Insoluble = 3,40	»	»	»	} Cu <sub>2</sub> Sn Fe S <sub>4</sub> .
Sn = 26,01	26,77	225	94	
Cu = 27,08	27,87	438	183	
Fe = 11,62	11,96	214	106	
Zn = 2,60	2,67	41	»	
S = 29,86	30,73	958	400	
Ag = ind.	»	»	»	
100,57	100,00			



COMPOSICIÓN	Centesimal	Número de átomos	Relación atómica S = 400	FÓRMULA
Insoluble = 2,12	»	»	»	Cu <sub>2</sub> Sn Fe S <sub>4</sub>
Estannina sobre cuarzo { Sn = 27,56	27,96	235	102	
{ Cu = 26,48	26,86	422	183	
{ Fe = 11,24	11,39	204	123	
{ Zn = 4,14	4,20	64	400	
{ S = 29,18	29,59	922	»	
{ Ag = ind.	»	»	»	
100,72	100,00			

Como son varias las estanninas conocidas en diferentes países y que han sido analizadas, para poder comparar su composición con las dos de Valduerna (Cáceres) que acabamos de señalar daremos a continuación el análisis de todas las estudiadas hasta hoy (1), consignando, como hace Doelter, el nombre del analista y la localidad de donde proceden, pero nosotros reuniremos todos los análisis en un solo cuadro.

(1) DOELTER und H. LEITMEIER: *Mineralchemie*, tomo IV, 1.ª parte, páginas 392 y 393 (1926).

Análisis de las estanninas.

Número	ANALISTA	D	Sn	Cu	Fe	Zn	S	Ganga	Pb	Ag	Sb	SUMA
1	M. H. Klaproth.....	4,35	26,50	30,00	12,00	—	30,50	—	—	—	—	99,00
2	A. Kudernatsch.....	—	25,55	29,39	12,44	1,77	29,64	1,02	—	—	—	99,81
3	R. A. A. Johnston.....	—	31,62	23,55	4,79	10,11	29,93	—	—	—	—	100,00
4	F. R. Mallet.....	4,522	26,85	29,18	6,73	7,26	29,46	0,16	—	—	—	99,64
5	C. F. Rammelsberg.....	4,506	29,08	26,43	6,83	6,96	29,97	—	—	—	—	99,27
6	Idem.....	—	25,65	29,38	6,24	9,68	29,05	—	—	—	—	100,00
7	Idem.....	—	27,34	29,83	5,08	7,71	29,83	—	—	—	—	99,79
8	Adger.....	—	22,04	27,77	12,75	3,62	27,94	6,39	—	—	—	100,51
9	Idem (restando la ganga, composición por 100).....	—	23,42	29,50	13,55	3,85	29,68	—	—	—	—	100,00
10	C. F. Rammelsberg.....	—	25,66	29,70	5,90	8,00	30,74	—	—	—	—	100,00
11	Idem.....	—	24,83	30,40	5,42	8,58	30,77	—	—	—	—	100,00
12	J. Domeyco.....	—	28,20	22,90	23,30	—	27,50	—	—	—	—	101,90
13	G. T. Prior.....	—	25,21	28,56	10,93	—	27,83	—	2,06	0,88	3,71	99,18
14	Idem.....	—	27,83	31,52	12,06	—	28,59	—	—	—	—	100,00
15	Ziessler.....	4,495	27,50	29,00	13,75	0,75	29,00	—	—	—	—	100,00
16	W. P. Headen.....	4,534	24,08	29,81	7,45	8,71	28,26	1,51	—	—	ind. (1)	100,15
17	S. Piña de Rubies.....	—	26,01	27,08	11,62	2,60	29,86	3,40	—	—	—	100,57
18	Idem.....	—	27,56	26,48	11,24	4,14	29,18	2,12	—	—	—	100,72

(1) Cd 0,33. — D = densidad.

1. *Beiträge*, 5. 230 (1910); 2. *Pogg. Ann.*, 239. 145 (1836); 3. *Report Geol. Cornwall*, 1839; 4. *Am. Journ.*, 17. 33 (1854); 5. *Pogg. Ann.*, 68. 118 (1845); 6. *Pogg. Ann.*, 88. 603 (1853); 7. *Min. Chem.*, 77 (1875); 8 y 9. *Chem.*, N. 25. 259 (1872); 10 y 11. *Min. Chem.*, 77 (1875); 12. *Mineral.*, 224 (1879); 13 y 14. *Min. Mag.*, 13. 131 (1897) *Z. Kryst.*, 45. 475 (1903); 15. *Z. Dtsch. Geol. Ges.*, 49. 131 (1897); 16. *Am. Journ.*, 45. 106 (1897).

Como se ve, la identidad entre la estannina y las otras diez y seis descritas no da lugar a la menor duda.

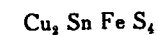
Esta identidad podemos también ponerla quizá mejor de manifiesto, si comparamos las relaciones atómicas calculadas para obtener la fórmula de cada una de las estanninas, tomando, como hemos indicado antes, S = 400, y reuniéndolas en un cuadro como hacemos a continuación (1):

LOCALIDAD	ANALISTA	S	Sn	Cu	Fe	Zn	Fe + Zn
Composición teórica para $Cu_2 Sn Fe S_4$ .		400	100	200	100	—	100
Wheal Rock. . . . .	Klaproth. . . . .	400	94	198	90	—	90
Idem. . . . .	Kudernatsch. . . . .	400	93	200	96	12	108
Idem. . . . .	Rammelsberg. . . . .	400	99	201	39	51	90
St. Michaels Mount.	Johnston. . . . .	400	114	158	37	66	103
Idem. . . . .	Mallet. . . . .	400	98	199	52	48	100
Cornwall. . . . .	Adger. . . . .	400	85	200	105	25	130
Zinnwald. . . . .	Rammelsberg. . . . .	400	105	178	52	46	98
Idem. . . . .	Idem. . . . .	400	95	204	49	65	114
Idem. . . . .	Idem. . . . .	400	90	195	44	51	95
Idem. . . . .	Idem. . . . .	400	87	199	40	55	95
San José. . . . .	Prior. . . . .	400	105	222	97	—	97 <sup>(2)</sup>
Idem. . . . .	Idem. . . . .	400	105	222	97	—	97
Potosí. . . . .	Ziessler. . . . .	400	102	201	109	5	114
Peerles Mine. . . . .	Headden. . . . .	400	92	212	60	60	120
Valduerna (Cáceres).	Piña de Rubíes. . . . .	400	94	183	89	17	106
Idem. . . . .	Idem íd. . . . .	400	102	183	94	29	123

(1) DOELTER, loc. cit., pág. 395.

(2) Después de restar 1,82 por 100 de S para andorita.

El análisis químico cuantitativo del mineral de Cáceres nos demuestra, pues, plenamente que se trata de una estannina de igual composición que las demás ya conocidas en otros países y de idéntica relación molecular que ellas, expresada por la fórmula



en la cual el hierro puede ser, en parte, sustituido por cinc.

VEGETALES FÓSILES  
DEL  
**CARBONÍFERO ESPAÑOL**  
POR  
D. MANUEL RUIZ FALCÓ  
Y  
D. RICARDO MADARIAGA ROJO  
Ingenieros de Minas.



## VEGETALES FÓSILES DEL CARBONÍFERO ESPAÑOL

---

### **Introducción.**

Con motivo de la nueva instalación de las colecciones del Instituto Geológico y Minero de España, hemos sido encargados por el Sr. Director de la ordenación y clasificación de los fósiles vegetales carboníferos existentes en el Instituto y de la publicación de una descripción de los mismos que, constituyendo más bien un catálogo de la colección que se forma, sirva para facilitar esta clase de estudios a los técnicos interesados en la minería del carbón. Pondremos en el desarrollo de esta idea nuestra mejor voluntad, aunque desde luego ha de resultar un trabajo muy modesto, tanto por ser ejecutado por nosotros, como por lo limitado del material de que disponemos, en el que no se encuentran representadas todas las especies ya citadas en España. Aspiramos, sin embargo, a que, despertando el interés por esta clase de estudios, aportaciones y rectificaciones sucesivas, lleguen a formar la descripción y representación completa de la flora carbonífera española.

La nueva colección se está formando tanto con los ejemplares de la antigua, como con los que existían almacenados procedentes de expediciones del personal del Instituto y de envíos hechos por empresas mineras. Tomamos de todo este material únicamente ejemplares con procedencia conocida, de los que empleamos los mejor caracterizados para ser reprodu-

cidos en las láminas, aunque en algunos casos lo limitado de su número hace que sea preciso fotografiar ejemplares poco perfectos.

Para la descripción de las especies seguiremos un orden puramente paleontológico. Reproduciremos la descripción del autor en que la encontremos mejor expuesta, haciendo preceder a cada grupo de plantas, para la mejor inteligencia de aquélla, un breve resumen de los caracteres generales del grupo. Prescindiremos, por ahora, de la distribución geológica en España de las especies descritas, entendiendo que este estudio deberá emprenderse por cuencas a medida que se disponga de material suficiente con procedencias bien precisadas por tramos estratigráficos.

A continuación de la descripción de cada especie enumeraremos las localidades de que proceden los ejemplares existentes en la colección que se forma, y citaremos también las procedencias que indica el Sr. Mallada en su *Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España*, por ser ésta la única obra española de carácter paleontológico que trata de las plantas carboníferas y encontrarse en ella resumidas la casi totalidad de las procedencias citadas por otros autores.

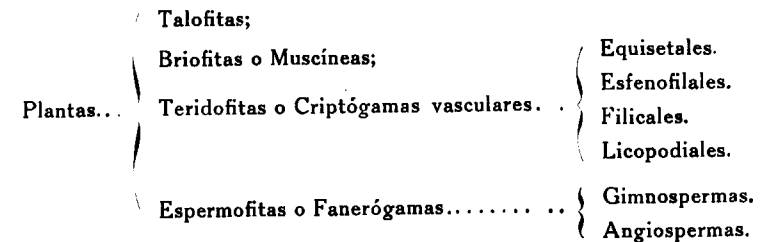
**Clasificación de las plantas.**

La clasificación de las plantas ha experimentado en estos últimos tiempos hondas transformaciones, como consecuencia de nuevas investigaciones que han arrojado mucha luz respecto a las relaciones de parentesco de unos grupos con otros. Sobre todo las Talofitas se agrupan hoy de un modo muy diferente que hace algunos años. Las modificaciones han tenido lugar de una manera general, elevando de categoría algunos grupos de algas, e incorporando a las plantas algunos de los organis-

mos que hasta hace poco se incluían entre los Protozoarios. Ya Hæckel vislumbró las dificultades que surgían al querer atribuir carácter vegetal o animal a algunos organismos, y por esta causa estableció como reino aparte el de los Protistos. En lo que respecta a los otros grupos de plantas, las modificaciones han sido menos intensas, y puede decirse que salvo algunos casos en que ha sido cambiado de lugar en la clasificación algún pequeño grupo, aquéllas se refieren más bien a cambio de nombre que a otra cosa, fundándose en los caracteres sexuales de los diferentes grupos.

Nosotros hemos de ocuparnos aquí solamente de las dos ramas superiores de plantas: las Teridofitas o Criptógamas vasculares, y las Espermofitas o Fanerógamas, y de éstas únicamente de la clase de las Gimnospermas, pues sólo ésta tiene representación en el Permocarbonífero.

El siguiente cuadro da idea de la clasificación adoptada:



## TERIDOFITAS

Las Teridofitas o Criptógamas vasculares constituyen el grupo de plantas más interesante para la estratigrafía del Carbonífero y Permiano, pues puede decirse que a él pertenecen la casi totalidad de los restos vegetales fósiles de dichos terrenos. También tienen estas plantas un alto interés puramente paleontológico, y su estudio detenido ha resuelto muchas cuestiones filogenéticas de gran importancia para los grupos superiores de plantas.

Los caracteres generales de esta rama de plantas son: aparato vegetativo constituido por raíces, tallos y hojas, recorrido por un sistema de vasos conductores de sustancias nutritivas. Aparato reproductor constituido, bien para la reproducción asexual (por esporas), bien para la sexual (por anteridios y arquegonios). Estos dos modos de reproducción alternan regularmente durante toda la vida de la planta, y por esta causa se dice que estos organismos poseen generaciones alternantes.

Esta modalidad en la reproducción es también común a las Briofitas o Muscíneas, aunque la sucesión y significado de las dos generaciones es inverso. De todos modos, la ausencia de verdaderas raíces y de vasos conductores diferencia las Briofitas de las Teridofitas, que por esta causa reciben también el nombre de Criptógamas vasculares.

Se dividen en cuatro clases:

- I. — Equisetales.
- II. — Esfenofilales.
- III. — Filicales.
- IV. — Licopodiales.

Excepto las Esfenofilales, todas las demás clases tienen actualmente representantes, si bien reducidísimos en número y variedad.

## EQUISETALES

Las Equisetales forman un grupo de Teridofitas, cuyos caracteres comunes son: Tallos y ramas divididos longitudinalmente en segmentos iguales o desiguales llamados artejos o entrenudos; en los puntos de unión de éstos, llamados articulaciones o nudos, van dispuestas las ramas, en número variable para cada especie, en verticilo unas veces, otras en determinados nudos, y pueden faltar en otras completamente. Las hojas están siempre dispuestas en verticilo y pueden ser envainadoras o no. El tallo, por lo menos en estado adulto, es generalmente hueco. Los órganos productores de esporas forman espigas compuestas de esporofilas muy próximas, dispuestas en verticilo. Las esporas van en pequeños esporangios en forma de bolsa, situados en los bordes de las esporofilas.

Las Equisetales, por tener sus troncos y ramas divididos en segmentos, se han designado, en unión de las Esfenofilales, que también gozan de esta propiedad, con el nombre de Articuladas.

Se consideran divididas en las tres familias siguientes:

- a. — Equisetáceas.
- b. — Protocalamariáceas; y
- c. — Calamariáceas.

### a. — EQUISITÁCEAS.

Es esta la única familia representada en la actualidad. Se encuentran restos de ella desde el Carbonífero. En el Mesozoico adquiere gran desarrollo, continúa durante el Terciario, y está hoy representada por el género *Equisetum* con diferentes especies. Se acostumbra a emplear la denominación de Equisetites para aquellos restos fósiles de la familia cuya iden-



tividad con el género actual *Equisetum* no puede todavía asegurarse. Tal sucede con los restos de Equisetáceas paleozoicos y mesozoicos. Solamente a partir del Terciario puede hablarse de verdaderos *Equisetum*.

Gen. **Equisetites**, STERNBERG.

*Descripción* (según Zeiller). — Tallos articulados, marcados de costillas débilmente salientes y provistos en cada nudo de un verticilo de hojas soldadas en vaina, con borde dentado.

**Equisetites rugosus**, SCHIMPER.

(Lám. I, fig. 1.)

*Descripción* (según Jongmans). — Tronco finamente estriado, de unos 2 centímetros de anchura. Vaina formada de hojas con nervio medio bien marcado y extremos libres muy largos, de 3 1/2 a 4 centímetros, con claras arrugas transversales.

*Observaciones*. — No poseemos de esta familia nada más que el ejemplar representado. Lo atribuimos a la especie indicada a causa de las arrugas transversales marcadas en las hojas, y también por su porte general. Puede dudarse, sin embargo, de la identidad de la especie, por no permitir el ejemplar distinguir bien los extremos libres de las hojas, y por ser las dimensiones del mismo mayores que las de la figura original de Schimper, copiada por Jongmans.

Nuestro ejemplar procede de San Adrián de Juarros (Burgos). En la misma localidad está citado por Mallada.

b. — PROTOCOLAMARIÁCEAS.

En la colección de este Instituto no contamos con ningún ejemplar de esta familia, por lo que omitiremos su descripción. Sólo indicaremos, al tratar de las Calamariáceas, las diferencias entre los troncos de ambas familias.

c. — CALAMARIÁCEAS.

Esta familia es exclusivamente paleozoica, y a ella pertenecen la casi totalidad de las Equisetales hulleras. Eran plantas de gran desarrollo, cuyo tronco, de constitución parecida al tallo de *Equisetum*, tenía crecimiento secundario en grosor. Las hojas iban dispuestas en verticilos, pero no eran envainadoras como en las Equisetáceas. La ramificación presentaba diversas modalidades: verticilada, bien en cada nudo o en algunos determinados, o bien esparcidas de una manera irregular, pareciendo a veces que no existían ramas. Las inflorescencias estaban formadas de verticilos fértiles y estériles, y producían dos clases de esporas (microsporas y macrosporas). Estos dos caracteres marcan también otra diferencia con las Equisetáceas.

Encontrándose, por lo general, separadas en los yacimientos las diferentes partes (tallos, hojas, aparatos reproductores, etcétera) de cada planta, han sido designadas aquéllas con nombres diferentes, por no conocerse la correspondencia en la inmensa mayoría de los casos entre los diversos órganos de la misma planta o especie. Naturalmente, la Paleobotánica procura buscar dicha correspondencia, unificando los nombres de los restos fósiles que con seguridad pueden atribuirse a la misma especie. Pero como por una parte estos estudios no están lo suficientemente adelantados, y por otra, la consideración de diferentes géneros para partes distintas de una misma planta no tiene dificultad alguna en la aplicación de los fósiles a la Estratigrafía, emplearemos nosotros aquí los nombres clásicos de cada una de las partes de cada planta, aplicados ya desde las primeras descripciones.

Examinaremos a continuación estas diferentes partes que han dado origen a nombres diferentes para su designación.

*Troncos de Calamariáceas.* — Los troncos de estas plantas se designan en general con el nombre de *Calamites*. Es interesante conocer la estructura de estos troncos, porque, como se verá después, de ella depende la de los moldes internos, y en la de éstos se apoya a su vez el establecimiento de las diferentes especies. Las ramas y los troncos jóvenes de *Calamites* tienen una estructura análoga a la de un tallo de *Equisetum*. En el centro se encuentra una cavidad, que en la primera juventud está ocupada por una medula que acaba por desaparecer. A su alrededor se agrupan los haces vasculares, cada uno de los cuales contiene una laguna. Se puede observar que al llegar los haces a los nudos del tronco, no continúan su recorrido en línea recta, sino que sus direcciones alternan con las de los haces del entrenudo siguiente. El recorrido de los haces a la altura de los nudos forma, por tanto, una línea en zigzag (1).

Los troncos adultos adquieren crecimiento secundario en grosor, siendo esta la única diferencia entre los troncos de *Calamites* y los de *Equisetum*. Pero esto es explicable por el gran desarrollo de los *Calamites*, que para alcanzar el espesor que tuvieron necesitaron el concurso de las formaciones leñosas secundarias.

Los restos de *Calamites* que se encuentran con más frecuencia son los moldes internos. A éstos nos referiremos exclusivamente, pues en la colección de que nos ocupamos, constituyen la mayor parte de los restos de dichas plantas.

La formación de los moldes internos se explica de la siguiente manera: Durante la sedimentación, los troncos huecos de *Calamites* se rellenaron de lodo. El cuerpo del *Calamites* al fosilizarse con el tiempo se transformó en carbón, al mismo

(1) Véase, para más detalles: POTONIÉ, *Lehrbuch der Paläobotanik*, edición 1921.

tiempo que el lodo que ocupaba el hueco medular se petrificaba. El cuerpo carbonizado del tronco está representado, por tanto, por la capa carbonosa que se observa a veces rodeando al molde interno. Observando éste, después de desprender la capa carbonosa, se pueden distinguir en él, en sentido longitudinal, unos relieves llamados costillas, separados por depresiones llamadas surcos. Costillas y surcos se presentan en el molde interno como consecuencia de la estructura del tronco. Siendo el molde la impresión interna del tronco, las costillas se formaron por el relleno de las aristas entrantes de los radios medulares. Los surcos, por el contrario, corresponden al entrante producido en el hueco medular por los haces vasculares. También se puede observar que las costillas y surcos al atravesar un nudo, lo hacen alternando. Este hecho también es consecuencia de la anatomía del tronco, pues ya dijimos más arriba que los haces vasculares de un entrenudo alternaban con los del siguiente al atravesar un nudo. En las *Protocalamariáceas* no existe esta alternancia de costillas y surcos de entrenudo a entrenudo, siendo éste el carácter diferencial entre los moldes internos de aquéllas y los de las *Calamariáceas*.

*Ramos foliados.* — Como ya se indicó más arriba, las hojas de estas plantas estaban dispuestas en verticilo y no eran envainadoras. Los ramos portadores de hojas se han designado con los nombres de *Annularia* y *Asterophyllites*, reservándose el primer nombre para aquellos ramos cuyas hojas estaban desarrolladas en el plano de la rama formando una estrella, y el segundo para aquellos cuyas hojas estaban más levantadas y dispuestas alrededor del eje.

*Inflorescencias.* — Se diferencian de las *Equisetáceas* principalmente en dos puntos. Primeramente, en la alternancia de verticilos fértiles de esporofilas y de verticilos estériles de brácteas que forman las espigas, alternancia que no existe

en las Equisetáceas, constituídas exclusivamente de verticilos de esporofilas. En segundo lugar, las Calamariáceas eran heterospóreas, es decir, producían dos clases de esporas (micro y macrosporas), mientras que las Equisetáceas son isospóreas. Las inflorescencias de las Calamariáceas se han designado con los nombres de *Calamostachys*, *Palæostachya*, y otros análogos.

Siguiendo este orden iremos describiendo los ejemplares diferentes de que consta la colección del Instituto.

### Calamites.

*Descripción.* — Se incluyen en este grupo los restos fósiles de troncos de Calamariáceas. Como ya se ha indicado más arriba, sólo nos ocuparemos aquí de moldes internos de dichos troncos. Presentan una forma cilíndrica más o menos achatada debido al aplastamiento del tronco hueco por los materiales superpuestos en la época de su depósito. A veces se presentan planos, y en este caso representan la impresión de la parte interna de un fragmento del tronco. La contraimpresión de este molde interno puede ser la capa carbonosa en que se transformó el tronco, o bien un material pétreo que sustituyó a aquél por haberse descompuesto en condiciones adversas para la formación del carbón.

Se observan en los moldes internos las costillas y los surcos a que nos hemos referido al explicar la formación de aquéllos, y también la alternancia más o menos regular al pasar de un entrenudo al siguiente. En los extremos superiores de las costillas se presentan generalmente pequeñas cicatrices redondas u ovaladas, mayores o menores, según las especies, cuyo significado se discute todavía. Tienen importancia como carácter diagnóstico en algunas especies, y por su posición se denominan cicatrices infranodales. En los nudos se presentan, cuando existen, las cicatrices de inserción de las ramas, que suelen ser más o menos redondas y de tamaño variable. Su posición en el tronco varía mucho, pero es constante para cada especie. A veces las cicatrices de las ramas son poco visibles, y su existencia se comprueba por la convergencia de varias costillas en un punto del nudo.

*Clasificación de los Calamites.* — Dada la gran variedad de formas que adoptan los Calamites, ha sido preciso clasi-



ficarlos en grupos para facilitar su estudio paleontológico y la distribución geológica de sus diversas especies. Varios han sido los criterios seguidos por los diferentes autores para su clasificación; nosotros adoptaremos aquí la propuesta por Weiss, por ser la que parece tener más fundamento científico, y estar por esta causa más generalizado su empleo. Fundándose en el número y la disposición de las ramas en el tronco, Weiss establece las tres secciones siguientes:

I. *Calamitina*. — Las cicatrices de inserción de las ramas están dispuestas en determinados nudos, habiendo entre éstos, otros que carecen de ellas. El número de entrenudos comprendido entre dos nudos con cicatrices de ramas se llama período.

II. *Eucalamites*. — Todos los nudos llevan cicatrices de ramas.

III. *Estilocalamites*. — Las cicatrices de las ramas o no existen o son raras, y en este caso, no están dispuestas con arreglo a ninguna ley conocida.

A continuación examinaremos las especies que tienen representación en la colección de este Instituto.

#### I SECCIÓN. — **Calamitina**, WEISS.

Cicatrices de las ramas en determinados nudos.

##### **Calamites Waldenburgensis**, KIDSTON.

(Lám. I, figs. 2 y 3.)

*Descripción* (según Jongmans). — Entrenudos muy cortos, de longitud aproximadamente igual en todo el tronco o por lo menos en grandes extensiones del mismo, limitados en forma de arco y fuertemente contraídos en los nudos. El período de ramificación no es el mismo para todos los ejemplares. En los puntos de inserción de las ramas existen grandes cicatrices que no se tocan unas a otras. Estas cicatrices de ramas pueden

presentarse bien desarrolladas o estar solamente representadas por la convergencia de algunas costillas en un punto. Las costillas son muy marcadas, abovedadas, y están separadas por surcos agudos. No alternan casi nunca, sino que pasan sin interrupción de un entrenudo a otro. Convergen en las cicatrices de ramas. El molde interno está rodeado en general de una gruesa corteza carbonosa.

*Observaciones*. — Siguiendo a Jongmans, hemos adoptado el criterio de Kidston de reunir bajo el nombre de *C. Waldenburgensis* aquellos ejemplares de entrenudos cortos, próximamente iguales, contraídos en los nudos y de período desconocido, que, según Kidston, pueden representar formas de crecimiento de *C. varians*. De esta manera queda eliminado el nombre de *C. approximatus*, aplicado por varios autores a una multitud de formas, que por sus caracteres se ha visto después no podían ser reunidas como pertenecientes a una misma especie.

En la figura 3 se puede observar el verticilo de ramas situado en la parte inferior de la figura, en el primer nudo completo representado.

En el ejemplar de la figura 2 se perciben restos de la capa carbonosa que rodea generalmente al molde interno de esta especie.

Mallada no cita esta especie, pero cita, sin embargo, *C. approximatus*, Schlot. Por las razones indicadas más arriba hemos prescindido de este nombre, pero como es de suponer que muchas de las procedencias indicadas por dicho autor se refieran a formas de las que nosotros incluimos en *C. Waldenburgensis*, Kidston, damos las que él enumera, siquiera para que sirvan de aproximación. Son las siguientes: Arnao, Langreo, Mieres, Quirós, Puerto de Leitariegos (Asturias), Barruelo (Palencia), San Adrián de Juarros (Burgos), San Juan de las Abadesas (Gerona), Bélmez y Espiel (Córdoba).

Hay que tener también en cuenta, que según se desprende de la descripción que el mismo Mallada hace en su *Sinopsis* de *C. approximatus*, Schlot, van también englobadas en éste formas que se incluyen actualmente en *C. varians*, Sternbg.

En la colección del Instituto se encuentran ejemplares de San Adrián de Juarros (Burgos) y Puertollano (Ciudad Real).

### **Calamites undulatus**, STERNBG.

(Lám. II, fig. 1; lám. III, fig. 1.)

*Descripción* (según Zeiller). — Entrenudos de 1 a 10 centímetros de longitud, variando en general regularmente, salvo a la altura de inserción de las ramas, después de las cuales suelen sufrir un acortamiento brusco. Costillas planas o poco salientes de 2 a 3 milímetros de anchura, rectas o ligeramente onduladas, separadas por surcos poco profundos de  $\frac{1}{4}$  de milímetro de anchura. Terminan en sus dos extremidades en punta aproximadamente rectangular, y están marcadas, sobre todo en el molde interno, de estrías longitudinales recortadas por trazos transversales formando una retícula de mallas rectangulares más o menos bombeadas, fácilmente visibles con la lupa y algunas veces a simple vista. Cicatrices de la parte superior de las costillas, redondas, poco salientes, apenas de un milímetro de diámetro. Cicatrices de la parte inferior de las costillas, puntiformes, de  $\frac{1}{5}$  a  $\frac{1}{3}$  de milímetro, generalmente bastante visibles, que no faltan completamente sino en raros casos.

Los nudos están frecuentemente provistos de cicatrices de ramas redondeadas de 2 a 3 milímetros de diámetro, marcadas en hueco, dispuestas en verticilos y separadas unas de otras por intervalos más o menos regulares que comprenden de cinco a ocho costillas; hacia cada una de las cicatrices convergen dos o tres costillas de los dos entrenudos adyacentes.

*Observaciones.* — El ejemplar que presentamos en la figura 1, lámina II, es un molde interno constituido por una pizarra muy arcillosa, por cuya causa su superficie está muy desgastada. Se puede observar, sin embargo, el reticulado de sus costillas, característico de la especie, en algunas zonas de su superficie, como puede verse en la figura 1, lámina II, que representa, ampliado cinco veces, un fragmento del mismo ejemplar, pero de la cara opuesta al de la figura anterior. Únicamente parecen faltar las cicatrices puntiformes de la parte inferior de las costillas, lo que bien puede ser debido al desgaste de la roca. Sin embargo, en la ampliación que damos se pueden observar indicios de algunas de ellas.

En la colección de este Instituto existen ejemplares procedentes de Bélmez (Córdoba), Turón y Quirós (Asturias).

Mallada en su *Sinopsis* considera esta especie como variedad de *C. Suckowi*, Brgt. Por esta razón, no podemos desglosar las procedencias que corresponden a *C. undulatus*, Sternbg., de las que dicho autor cita para *C. Suckowi*, Brgt.

### **Calamites varians**, STERNBG.

(Lám. II, fig. 2.)

*Descripción* (según Jongmans). — Entrenudos de diferente longitud, alargándose o acortándose periódicamente, coincidiendo los períodos con la presencia de las ramas. Moldes internos frecuentemente contraídos en los nudos, presentando costillas abovedadas, unidas y delgadas (hasta dos milímetros de anchura), y surcos profundos. El período comprende de seis a diez entrenudos, y aunque puede variar entre mayores límites, es generalmente de nueve. En la corteza, las cicatrices desarrolladas de ramas son relativamente grandes, y pueden tocarse unas a otras o estar separadas. En el molde interno se distinguen a veces cicatrices no desarrolladas de

ramas, formadas por la convergencia de varias costillas en un punto.

*Observaciones.* — El único ejemplar de que disponemos, representado en la figura 2, lámina II, procedente de Barruelo (Palencia), lo separamos de *C. Waldenburgensis*, Kidston, para incluirlo en *C. varians*, Sternbg., a causa de la progresiva variación de la longitud de los entrenudos. Presenta el citado ejemplar solamente un verticilo de ramas en el tercer nudo de la parte inferior, quedando el período indeterminado.

## II SECCIÓN. — **Eucalamites**, WEISS.

Cicatrices de las ramas en todos los nudos.

### **Calamites ramosus**, ARTIS.

(Lám. III, figs. 2, 3 y 4.)

*Descripción* (según Weiss). — Los entrenudos de las partes más viejas del tronco son esbeltos, generalmente más largos que gruesos, y están claramente delimitados. Las costillas, bien visibles, tienen de 1,5 a 4 milímetros de anchura, y son rectas, planas, con extremos redondeados o romos, con una retícula fina, visible con la lupa. Están separadas por surcos agudos y no alternan siempre regularmente, sucediendo a menudo que los surcos se prolongan a través de los nudos. Las cicatrices de la parte superior de las costillas son ovales, y a veces claramente visibles. En la parte inferior de las costillas no se observan con claridad o faltan. Las partes altas del tronco, así como las ramas, son esbeltas, pero las costillas se distinguen menos.

Los nudos están provistos generalmente de grandes cicatrices de ramas, de contorno circular u ovalado, un poco más anchas que altas, colocadas sobre los nudos mismos. Miden de 1 a 3 centímetros de diámetro por término medio, pudiendo

do alcanzar 4 centímetros. Están más o menos deprimidas y marcadas en su interior de surcos radiales que parten del borde y que corresponden a las costillas del tronco. El número de las cicatrices de ramas es generalmente de dos, opuestas diametralmente, alternando de un nudo al otro. Algunas veces existen tres, y muy raramente una sola.

Las hojas sólo se conservan en los ramos. Son lanceoladas, aguzadas hacia ambos extremos, uninerviadas, extendidas y soldadas en la base. Los ramos foliados se llaman generalmente *Annularia radiata*.

*Observaciones.* — Las figuras 3 y 4 representan el mismo ejemplar reproducido por ambas caras para mostrar la situación relativa de las dos cicatrices de ramas que presenta el nudo. La figura 2 es un ejemplar en que no se dispone nada más que de la impresión de un lado, que presenta una cicatriz de gran tamaño. En el nudo siguiente puede observarse bien la alternancia irregular de las costillas y el paso de los surcos a través del nudo.

En la colección de este Instituto existen ejemplares de Turón, Mieres, Langreo (Asturias) y Bélmez (Córdoba).

Mallada considera esta especie como sinónima de *C. Suckowi*, Brgt., y, por tanto, quizá algunas de las procedencias que indica correspondan a *C. ramosus*, Artis.

### **Calamites cruciatus**, STERNBG.

(Lám. IV, figs. 1 y 2.)

*Descripción* (según Zeiller). — Troncos cilíndricos, provistos de un anillo leñoso más o menos grueso, representado por una corteza carbonosa de uno a varios milímetros de espesor, generalmente desprovistos de su corteza exterior. Entrenudos, en general, de 15 a 50 milímetros de longitud, bajando a veces a 10 ó 12 milímetros, y alcanzando otros 8 ó 10 centímetros y



aun más, variando de ordinario bastante regularmente, pero susceptibles de variaciones muy bruscas. Todos los nudos están provistos de cicatrices de ramas alternando de un nudo al otro, y, por consiguiente, dispuestas en tresbolillo.

El molde interno del estuche medular mide de 5 a 15 centímetros de diámetro, y a veces más, está algo contraído en los nudos y provisto de costillas ligeramente salientes de 1 a 2 metros de anchura, separadas por surcos bien marcados de  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  de anchura, limitados por dos líneas paralelas marcadas en hueco, y separadas por una banda estrecha ligeramente bombeada. Las costillas están ligeramente afiladas en punta en sus dos extremidades, y van provistas habitualmente en su vértice superior de una cicatriz estrecha, elíptica, más o menos clara. Van marcadas además de estrías longitudinales y trazos transversales, formando una fina retícula de mallas rectangulares, visible solamente bajo un aumento bastante fuerte, siendo a veces indiscernible.

La lámina carbonosa es casi lisa, con nudos y costillas poco visibles y muy planas, de 2 a 3 milímetros de anchura, separadas por surcos muy estrechos de  $\frac{1}{5}$  a  $\frac{1}{4}$  de milímetro, a menudo poco marcados, algunas veces reemplazados por una línea ligeramente saliente, débilmente ensanchada hacia su extremo superior según un contorno elíptico muy estrecho, correspondiente a la cicatriz del molde interno; estos surcos corresponden a las costillas del estuche medular, y están marcados de una fina red de pequeñas mallas rectangulares, bastante difíciles de distinguir, y a veces imposible, con varias mallas a lo ancho. Las costillas de la lámina carbonosa, que corresponde a los surcos del estuche medular, están marcadas en toda su anchura por finas estrías longitudinales muy próximas, generalmente bien visibles con lupa.

Las cicatrices de las ramas están en número de tres a diez por nudo, y este número es fijo para cada tronco, pero varía

de un ejemplar a otro. En el molde interno, dichas cicatrices están situadas en el nudo mismo, distantes unas de otras de 3 a 6 centímetros o un poco más, y van marcadas por una depresión cónica o hemisférica más o menos profunda de contorno circular, de 3 a 8 milímetros de diámetro, y a veces provistas en su fondo de una cictrícula redondeada, ligeramente saliente; hacia cada una de estas cictrículas convergen, en número de cinco a diez aproximadamente, varias costillas de los dos entrenudos contiguos. Entre dos cicatrices de ramas, el nudo lleva además en el molde interno varias pequeñas cictrículas puntiformes, distantes de 2 a 5 milímetros, hacia cada una de las cuales convergen dos o tres de las costillas de los dos entrenudos contiguos.

Sobre la lámina carbonosa, las cicatrices de las ramas están situadas en general un poco por encima del nudo, aunque pisando algo a éste, y están marcadas por una depresión circular de fondo redondeado en cúpula de 5 a 10 milímetros de diámetro, alrededor de la cual se flexionan las costillas. Entre ellas no se distinguen indicios de las cicatrices puntiformes del molde interno.

La superficie externa de la corteza es casi lisa, con costillas apenas visibles y marcadas en todo el largo de los nudos, de cicatrices redondas de 1,5 a 2 milímetros de diámetro, provistas en su centro de una cictrícula puntiforme. Distan de 3 a 6 milímetros unas de otras y corresponden a las hojas. Las cicatrices de las ramas son circulares o elípticas, un poco más anchas que altas, de 12 a 15 milímetros de diámetro, situadas por encima de la fila horizontal de pequeñas cicatrices, que se flexionan ligeramente hacia abajo a lo largo de su borde inferior.

*Observaciones.* — Jongmans considera *Calamites cruciatus*, Sternbg., no como una especie, sino como un grupo de ellas, cuyos caracteres comunes son el presentar cicatrices

de ramas en todos los nudos en número de tres a diez, y dispuestas en tresbolillo. Ateniéndonos a este criterio, hemos clasificado como *C. cruciatus* los ejemplares que poseen dichos caracteres, pero ninguno de ellos presenta el estado de conservación suficientemente perfecto para poder precisar la especie.

En la colección de este Instituto se encuentran ejemplares procedentes de Puertollano (Ciudad Real), San Adrián de Juarros (Burgos) y Villager (León).

### III SECCIÓN. — **Stylocalamites**, WEISS.

Cicatrices de las ramas raras o irregularmente distribuidas.

#### **Calamites Suckowi**, BRGT.

(Lám. IV, fig. 3; lám. V, fig. 1.)

*Descripción* (según Zeiller). — Tallos cilíndricos de 3 a 15 centímetros de diámetro, estrechados en cono invertido y habitualmente curvados horizontalmente en la base. Entrenudos de 3 a 15 centímetros de longitud, disminuyendo gradualmente hacia la base de los tallos, pudiéndose reducir a 10 ó 12 milímetros, creciendo o decreciendo de ordinario regularmente, siendo más raro que su variación sea irregular. Costillas planas o poco salientes, de 1,5 a 3 milímetros de anchura, rectas, separadas por surcos poco profundos, de  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{2}$  milímetro, redondas en sus extremos y marcadas, sobre todo en el molde interno, de estrías longitudinales muy finas y próximas, visibles solamente con la lupa, debidas a la disposición de las células en filas longitudinales. Cicatrices del vértice de las costillas redondas o poco alargadas en sentido vertical, poco salientes y de 1 a 2 milímetros de anchura. Las de la base de las costillas no existen habitualmente, y si las hay

están representadas por una pequeña protuberancia cónica poco acusada. Surcos limitados en el molde interno por dos finas líneas longitudinales marcadas en hueco y separadas una de otra por una estrecha banda ligeramente saliente.

Nudos casi siempre desprovistos de cicatrices de ramas.

Raíces cilíndricas de 10 a 15 centímetros de longitud y 4 a 6 milímetros de anchura, dispuestas en verticilos, afiladas gradualmente en punta hacia la extremidad, con superficie finamente reticulada, generalmente simples y recorridas por un haz vascular axial más o menos visible sobre la impresión.

*Observaciones.* — En la figura 3, lámina IV, representamos un ejemplar de esta especie en que se pueden observar la mayor parte de sus caracteres. La figura 1 de la lámina V, es una ampliación a dos y media veces de una zona del mismo ejemplar, y muestra claramente las cicatrices de los vértices de las costillas, así como la fina estriación longitudinal de las mismas.

Los ejemplares que se encuentran en la colección de este Instituto proceden de Langreo, Laviana, Mieres, Aller, Turón, Quirós (Asturias), Villafranca del Bierzo, Sotillos (León), San Adrián de Juarros (Burgos), Bélmez (Córdoba) y Villanueva (Sevilla).

Citaremos también las localidades que Mallada indica en su *Catálogo* y en su *Sinopsis*, y que son, prescindiendo de las ya enumeradas, las siguientes: Bimenes, Riosa, El Rotón, Puente de San Andrés, Cangas de Tineo, Arnao, Onís, Olloniego (Asturias), Sabero, Matallana, Ciñera (León), Barruelo (Palencia), San Juan de las Abadesas (Gerona), Peñablanca de Benasque (Huesca), Euguí (Navarra), Henarejos (Cuenca), Puertollano (Ciudad Real) y Espiel (Córdoba).

**Calamites Cisti, BRGT.**

(Lám. V, figs. 2 y 3.)

*Descripción* (según Zeiller). — Troncos cilíndricos de 3 a 10 centímetros de diámetro. Entrenudos de 2 a 16 centímetros de largo, variando en general regular y lentamente. Costillas muy poco salientes, por lo menos sobre la corteza carbonosa, y más acentuadas sobre el molde interno. Tienen  $\frac{1}{2}$  milímetro de anchura en los tallos pequeños, a 1,5 milímetros de anchura en los más gruesos. Son rectas y están separadas por surcos poco marcados de  $\frac{1}{6}$  a  $\frac{1}{5}$  de milímetro de anchura, y se adelgazan hacia los extremos, terminando en una punta ojival. Van marcadas, sobre todo en el molde interno, de estrías longitudinales, muy finas y próximas, visibles solamente con la lupa. Cicatrices de la parte superior de las costillas elípticas, de un  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  de milímetro de anchura y de 1,5 a 2 milímetros de altura, muy poco salientes. Cicatrices de la base de las costillas puntiformes, poco salientes, pero generalmente bien marcadas, situadas completamente en la extremidad de las costillas, casi sobre el mismo nudo, y no se presentan de ordinario más que de dos en dos costillas. Surcos recorridos por estrías longitudinales muy finas, claramente visibles sobre la corteza carbonosa, y limitados en el borde interno por dos finas líneas longitudinales marcadas en hueco.

Los nudos están casi siempre desprovistos de cicatrices de ramas.

*Observaciones.* — En la figura 3, lámina V, que es una ampliación a 2,5 veces de la figura 2, de la misma lámina, se pueden observar claramente las estrías longitudinales características, tanto en los surcos como en las costillas, así como la mayoría de los caracteres citados.

La colección de este Instituto cuenta con ejemplares de

Langreo, Mieres, Turón (Asturias), San Adrián de Juarros (Burgos) y Villanueva de las Minas (Sevilla).

Además de estas localidades cita Mallada las siguientes, Arnao, Ferroñes, Riosa, Aller, Santofirme (Asturias), Puerto de Leitariegos, Sabero (León), Orbó, Barruelo, Villasur (Palencia), Euguí (Navarra), San Juan de las Abadesas (Gerona), Valdesotos, Retiendas (Guadalajara), Puertollano (Ciudad Real) y Bélmez (Córdoba).



LÁMINA I

	<u>Pag</u>
Fig. 1 <i>Equisetites rugosus</i> , Schimp - San Adrián de Juarros (Burgos).	8
Fig. 2 <i>Calamites Waldenburgensis</i> , Kidston. - San Adrián de Juarros (Burgos). . . . .	14
Fig. 3 <i>Calamites Waldenburgensis</i> , Kidston. - Mina "Ntra. Sra. de Lourdes", Puertollano (Ciudad Real). . . . .	14

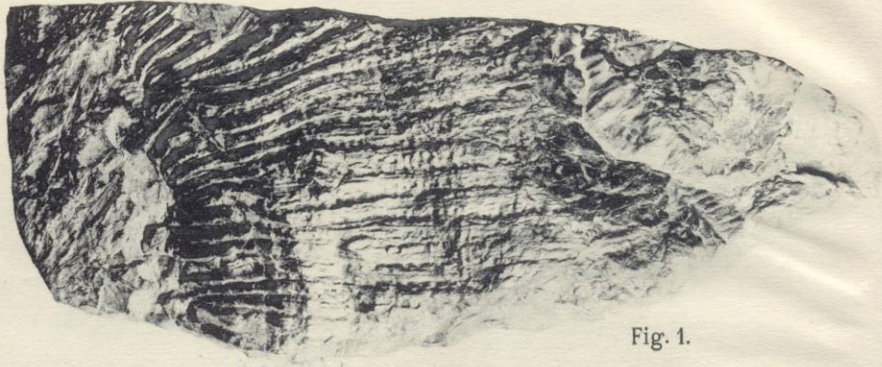


Fig. 1.

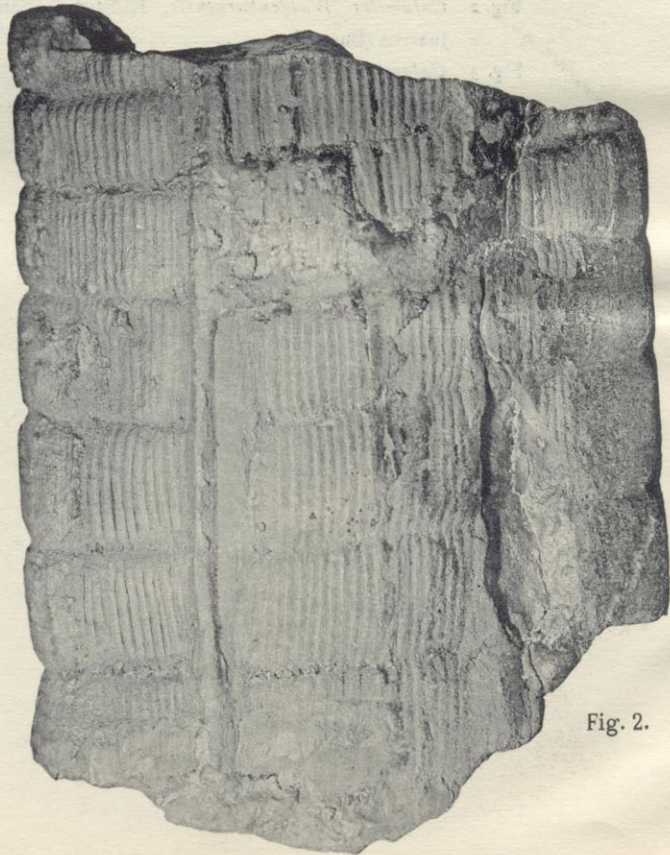


Fig. 2.



Fig. 3.



LÁMINA II

	<u>Pag.</u>
Fig. 1 <i>Calamites undulatus</i> , Sternbg. - Mina «Ana» cuenca de Belmez (Córdoba); .....	16
Fig. 2 <i>Calamites varians</i> , Sternbg. - Barruelo (Palencia). .....	17





Fig. 1.

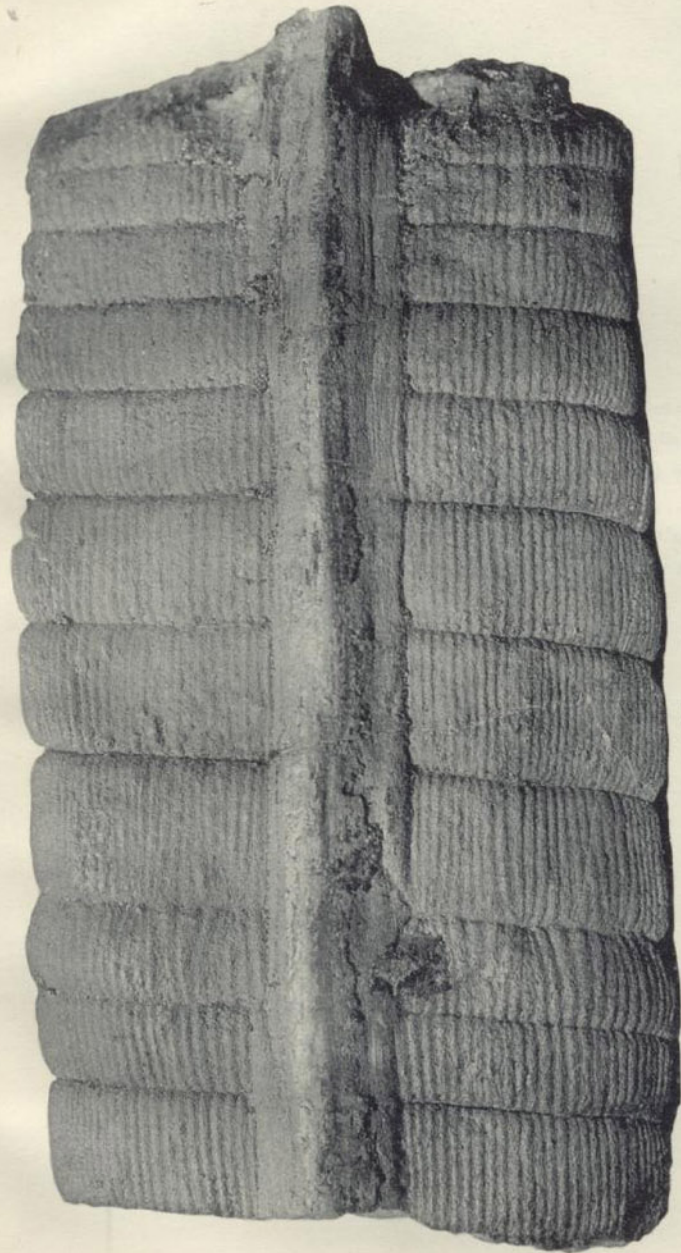


Fig. 2.



LÁMINA III

	<u>Pag.</u>
Fig. 1 <i>Calamites undulatus</i> , Sternbg. - Detalle, aumentado 5 veces de una parte del reverso del ejemplar de la Fig. 1, Lám. II.	16
Fig. 2 <i>Calamites ramosus</i> , Artis. - Capa 9, mina «Mariana» Mieres (Asturias). . . . .	18
Figs. 3 y 4 <i>Calamites ramosus</i> , Artis. - Cuenca de Bélmez (Córdoba). - Ejemplar representado por ambas caras. . . . .	18



Fig. 1.

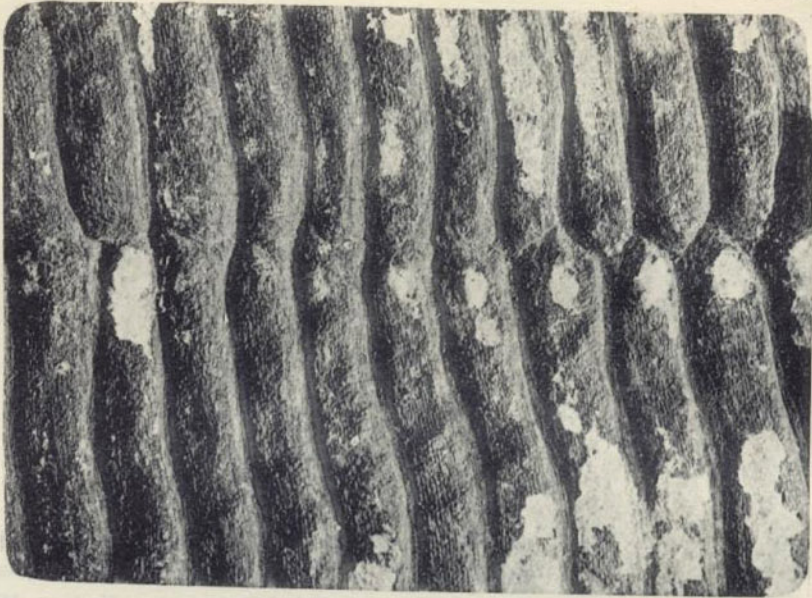


Fig. 3.



Fig. 2.



Fig. 4.





LÁMINA IV

	<u>Pag.</u>
Fig. 1 <i>Calamites cruciatus</i> , Sternbg. - Puertollano (Ciudad Real),	19
Fig. 2 <i>Calamites cruciatus</i> , Sternbg. - Mina «Extranjera» Puerto- llano (Ciudad Real);	19
Fig. 3 <i>Calamites Suckowi</i> , Brongt. - Capa 10. <sup>a</sup> , mina «Mariana» Mieres (Asturias).	22



LÁMINA V

	<u>Pag.</u>
Fig. 1 <i>Calamites Suckowi</i> , Brongt. - Detalle aumentado 2,5 veces, del ejemplar Fig 3, Lám. IV. . . . .	22
Fig. 2 <i>Calamites cisti</i> Brongt. - Minas de «La Reunión» Villanueva (Sevilla). . . . .	24
Fig. 3 <i>Calamites cisti</i> , Brongt. - Detalle, aumentado 2,5 veces, de ejemplar de la figura anterior. . . . .	24

LAS SPIRIFERINA  
DE LAS  
COLECCIONES PALEONTOLÓGICAS  
DEL  
**INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO  
DE ESPAÑA**  
POR  
J. R. BATALLER  
Profesor del Seminario de Barcelona.



## LAS SPIRIFERINA DE LAS COLECCIONES PALEONTOLÓGICAS DEL INSTITUTO GEO- LÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

---

Con motivo de mi estancia en Madrid, durante el verano pasado, he tenido ocasión de poder revisar los cuantiosos materiales secundarios y especialmente jurásicos que atesora el Instituto, dada la amabilidad de su digno director, D. Luis de la Peña. Tiempo ha tenía interés por ver los ejemplares que de Tarragona había recogido L. Mallada, pues me intrigaba que se escapara a su intuición perspicaz la presencia de los niveles superiores al liásico de dicha provincia; en realidad recogió ammonites de niveles más altos, pero su clasificación no resulta exacta. De muchas localidades ya dice en su explicación del Mapa Geológico que duda de la exactitud de la determinación: con el tiempo se impone una nueva revisión de todos los materiales recogidos, para poder establecer una buena base estratigráfica. Para contribuir en algo a estos trabajos hemos intentado la revisión del género *Spiriferina*, de que tan buena representación hay en el liásico español. Hace unos años el Profesor G. Corroy, de la Universidad de Nancy, publicó un estudio sobre los spiriféridos del liásico europeo; en dicha publicación se citan algunas formas de España, especialmente las recogidas por el Dr. Paul Fallot y las que en aquella ocasión teníamos nosotros para su estudio en dicho centro, recogidas casi todas ellas en Cataluña y que ha revisado e incluido en dicho trabajo.

Para la presente nota hemos tenido preferentemente en cuenta esta Memoria (2).

Uno de los estudios más antiguos sobre las *Spiriferina* de España es debido a Eugène Deslongchamps (5), quien revisó los materiales recogidos por Verneuil en sus numerosas correrías por nuestra península. En la lámina 11, figuras 6 *a-b*, 7, 8, 9, 10, figuran unos ejemplares de *Sp. oxyptera*, y en la lámina 12, figura 1, un individuo de *S. alpina* de notables dimensiones con la denominación de *S. rostrata* Schlotheim.

Vilanova, en su trabajo sobre Teruel (18) figura tres especies de *Spiriferina* procedentes todas del liásico de Obón. La figura 17 de la lámina X parece ser la *S. alpina*, forma más ancha que alta, con tendencia a la variedad *Falloti* por acusarse el seno en la valva mayor, lo cual lleva anejo que la comisura frontal sea sinuosa. La figura 18, por su forma ensanchada y seno profundo, podría referirse a la *S. rostrata* v. Zieten (no Schlotheim), pero no se nota en ella las líneas de crecimiento que presenta el tipo. La figura 19 resulta muy distinta de los dos ejemplares anteriores que incluye todos en la *S. rostrata*; su contorno general más largo que ancho, el nates encorvado y el seno bastante patente se asemeja a la *S. Hartmanni* v. Zieten, próxima a la variedad *gigantea* Corroy, aunque más pequeña, pero no se observan en el dibujo más que las líneas de crecimiento y el reticulado de la concha, faltando el costillaje poco manifiesto y que en algunos tipos desaparece. La figura 20, que denomina *S. Munsteri*, si el individuo está bien representado, resulta casi tan alto como ancho y la valva menor con nates bastante alzado, seno y bocel poco diferenciados, valva mayor con nates, área y deltidium muy desarrollados; hoy se considera esta forma como una variedad de la *S. Walcotti* Sowerby sp. La figura 21 corresponde a la *S. oxyptera* Buvignier, no siendo el dibujo perfectamente fiel a los ejemplares que hemos visto, pues la valva menor parece

más gibosa; dicha figura puede referirse a la 7 de la lámina XI del trabajo de Deslongchamps (5).

Mallada en su *Sipnosis* (12) describe cinco especies de *Spiriferina*, de las que figuran tres y dos variedades en la lámina XXXIV, citando luego en su Catálogo (13) una de las dos variedades como especie. De las figuras, alguna, como la 4, corresponden a la de Davidson (3) y no reproduce fielmente los individuos españoles y puede referirse a la *S. alpina* var. *Falloti*. La variedad 5 corresponde a la figura 4 de la pl. II de Davidson. La variedad 6 es la *Spiriferina Hartmanni* figurada por Corroy y Davidson, teniendo en cuenta lo dicho anteriormente a propósito de la figura de Vilanova. La figura 13 representa un ejemplar de extraordinarias dimensiones de *S. Walcotti* Sow. sp., que corresponde a la figura 2, pl. III, de Davidson. Las figuras 14-19, de *Spiriferina oxyptera* Buvignier, corresponden a las dadas por Deslongchamps como se nota en el texto. Las figuras 10, 11, 12, corresponden a las *Spiriferina verrucosa* en Davidson, pl. III, figura 1 *a-b-c*. El referir las figuras de Mallada a las de los trabajos de Davidson y Deslongchamps, tiene por objeto hacer resaltar el acierto con que nuestro paleontólogo supo escoger de la grande variedad iconográfica de formas de lo bueno lo mejor, y también para poder referir a otras especies los ejemplares figurados a raíz de las revisiones de Rollier y Corroy.

En 1921, D. Daniel Jiménez de Cisneros (10), a quien tanto debe la paleontología hispana, publicó una nota sobre las *Spiriferina* del liásico medio español, que en muchos casos es sólo liás medio de nombre, ya que los niveles más frecuentes son los superiores y aun con una facies especial de braquiópodos típica de España, que ha estudiado, denominado y propalado Choffat.

Agrupar el profesor de Alicante las especies atendiendo a la existencia o ausencia de costillas radiantes, a la presencia o

ausencia de un bocel en la valva dorsal y a que el nates esté más o menos arrollado o completamente derecho. Establece cuatro grupos con las formas por él recogidas. En el primer grupo reúne las especies lisas, de bocel escaso o nulo, nates poco arrollado o sólo arqueado de la que pone como tipo la *S. Moschi* Haas.

El segundo grupo lo forman especies de bocel escaso o nulo, concha lisa o marcada de estrías de crecimiento y de nates bastante retorcido: tipo es la *S. gryphoidea*, *brevirrostris* y *undata*.

El tercer grupo comprende formas con bocel en la valva dorsal y depresión a veces muy profunda en la ventral, nates poco arrollado ligeramente arqueado o completamente derecho: tipo *S. adscendens*, *angulata*. El último grupo lo forman especies provistas de bocel y costillas radiantes bien manifiestas: el tipo es la *S. Walcotti*, *Munsteri* y *oxyptera*.

En la lámina que acompaña esta nota son figuradas las especies *Spiriferina acuta*, *alpina*, *obtusa*, *gibba*, *Tessoni*, *angulata*, casi todas ellas exclusivas del liásico de tipo alpino tan desarrollado en la parte meridional de España, objeto de especial investigación del autor.

En 1923 ha publicado un estudio de la fauna del liásico medio correspondiente a los estratos de *Pygope aspasia* Meneghini, procedente del Rincón de Egea (provincia de Murcia) (9), describiendo varias especies de *Spiriferina*, citando la *Spiriferina rostrata* Sow. sp. (?), *S. alpina* Opper, *S. obtusa* Opper con *S. adscendens* Deslongchamps (sería mejor escribir *ascendens*, como hace Corroy), *S. oxyptera* Buvignier; en la lámina VI figura la *S. alpina* con un ejemplar bastante redondeado cuya forma joven resulta muy distinta de la figurada por Corroy, *S. obtusa* Opper y *S. angulata* Opper. En la presente revisión damos de cada forma unas notas bibliográficas, anotando además las figuras que existan sobre las mismas en la ico-

nografía hispana. La bibliografía completa puede verse en el trabajo de Corroy, que como más reciente y completo, damos en cada especie. Siguen luego algunas observaciones sobre los más interesantes ejemplares de la colección, localidad de que procede y finalmente su extensión en el tiempo y las condiciones en que se encuentra en los yacimientos españoles atendiendo a los materiales que hemos podido ver y a los estudios monográficos que de ciertas regiones se han publicado.

A la amabilidad de D. Primitivo H. Sampelayo, que con tanto acierto y pericia cuida de la reorganización de las colecciones del Instituto, debemos el poder figurar algunos de los ejemplares más interesantes, discutiendo nuestras observaciones.

### **Spiriferina alpina** OPPEL, 1868.

(Lámina I, figs. 1 a 10.)

1868. — *Spiriferina alpina* OPPEL. — «Brach. untern. Lias», p. 541, pl. II, fig. 5.
1923. — *Spiriferina alpina* OPPEL.—Jiménez de Cisneros (D.) «La fauna de los estratos de *Pygope aspasia* Menegh. del liásico medio del Rincón de Egea, en el NW. de la provincia de Murcia.» *Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales*. Serie geológica, núm. 30, pág. 40, lám. VI, fig. 17.
1927. — *Spiriferina alpina* OPPEL.—G. Corroy. «Les spiriferides du lias européen et principalement du lias de Lorraine et d'Alsace.» *Annales de Paléontologie*, tomo XVI, pág. 9, pl. I, figs. 1-8.

### **Observaciones.**

Esta especie y la variedad *Falloti* son las formas que más comúnmente se han clasificado como *Spiriferina rostrata* Schlotheim, que ya indicamos en otra parte que es una forma



devónica. Transcribimos aquí la diagnosis de la especie de Opperl, por el interés que puede reportar en futuras determinaciones. Es una forma de gran talla, muy fuerte, lisa, gruesa, nates potente más o menos encurvado, con una pequeña ranura longitudinal por detrás; el seno es débil; el borde, cortante; la comisura de las dos valvas casi recta; la valva pequeña es más convexa que la grande; el área más o menos marcada, según la curvatura del corchete; deltidium bien visible; las zonas de crecimiento poco acusadas. Rollier cree ser una forma de pequeña talla, atendiendo a los ejemplares descritos por Opperl y Haas, que en realidad son formas jóvenes. Los ejemplares de España, como observa Corroy, son en general menos anchos, más gruesos y con nates recurvado, comparados con los tipos alpinos de las colecciones de Strasbourg.

Esta forma abunda en Anchuela del Campo, con grandes ejemplares; otros casi del mismo tamaño del figurado por Corroy, alguno con la comisura frontal algo sinuosa; otros, en cambio, con la comisura casi recta, pero la valva pequeña más aplastada; hemos reconocido de la misma localidad un individuo muy ancho, de mayores proporciones que los figurados, con la particularidad de que la comisura frontal es muy plegada, el corchete de la valva mayor muy echado atrás y algo agudo, en lo que se parece a la variedad *Falloti*, que en cambio es muy abombada.

Procedente de Tras el Pendón (Baños) existe un ejemplar con tendencia a forma de tránsito, de las dimensiones corrientes y con la comisura frontal más plegada.

De Riela se encuentran dos ejemplares pequeños, que no parecen formas jóvenes, con todos los caracteres de individuos adultos, y en los que se observan líneas de crecimiento, y podría corresponder a la forma tipo descrita por Opperl.

Cinco ejemplares de Majadas son formas jóvenes, anchas,

no muy abombadas, con comisura frontal casi recta, lo mismo que otros individuos de Valdemarín y Tragacete.

LOCALIDADES. — Anchuela del Campo (Guadalajara), Tras el Pendón, Baños (Guadalajara), Bodegón Alto, Riela (Zaragoza), Majadas (Cuenca), Tragacete (Cuenca), Valdemarín (Teruel).

YACIMIENTO. — Del Sinemuriense inferior al Toarciense inferior. Los ejemplares españoles se encuentran del Charmutiense medio al Toarciense. Ha sido encontrada también en las calizas margosas de Cirujeda, Alcorisa, Mas Ruiz (Sur de Alcorisa), carretera de Torre las Arcas a Castel de Cabra (Teruel) (2 bis), Alsina, Camarasa (Lérida), Alfara, Roquetas (Tarragona) (1). Font del Irla. Vandellós (Tarragona).

**Spiriferina alpina** OPPERL, var. **Falloti** CORROY, 1926.

(Lámina I, figs. 11 a 15; lámina III, figs. 7-8.)

G. Corroy. «Les spiriferides du lias européen et principalement du lias de Lorraine et d'Alsace.» *Annales de Paléontologie*, tome XVI, p. 10, figs. 13-16.

#### Observaciones.

Esta variedad es la más frecuente entre las *Spiriferina* españolas, y ha sido creada sobre individuos recogidos por Fallot. La valva grande es muy convexa; el seno, más acentuado; la comisura, sinuosa; nates muy curvado; área muy reducida; el abombamiento de la valva pequeña es tan pronunciado que simula un verdadero nates recurvado sobre el área; deltidium muy marcado; hay una serie de formas intermedias del tipo a la variedad extrema figuradas por Corroy en la lámina I, figuras 9-12.







Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.





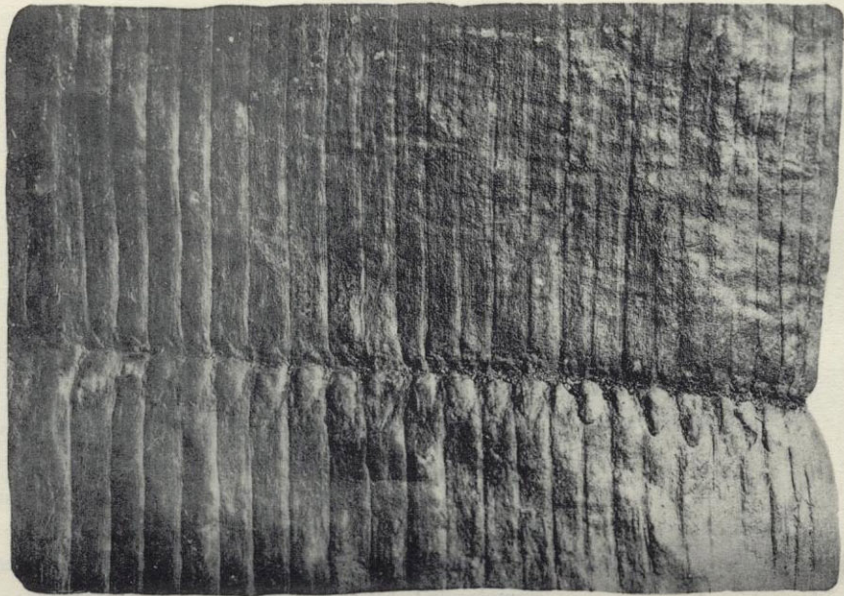


Fig. 1.

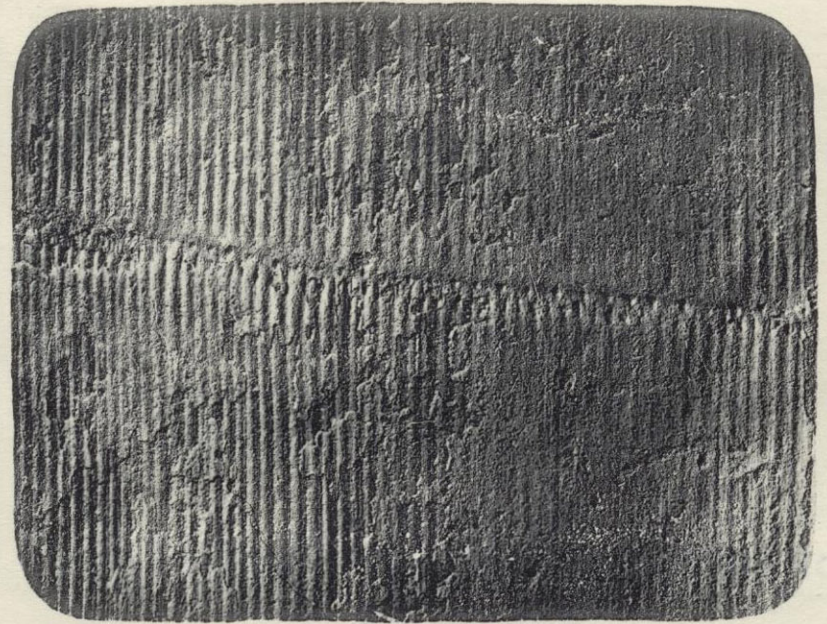


Fig. 3.



Fig. 2.





En casi todos los yacimientos existen formas del tránsito del tipo a la variedad. Hemos de notar, además, que entre los ejemplares españoles hay individuos de proporciones extraordinariamente grandes con variantes en la comisura frontal; un estudio de dichas formas pudiera proporcionar alguna forma nueva. La abundancia de ejemplares impide que entremos en los detalles que algunas formas ofrecen.

LOCALIDADES.—Provincia de Zaragoza. — Ricla, Cerro de las Palomitas-Ricla (Lécera), Aguilón.

Provincia de Guadalajara. — Anchuela del Campo (es la localidad en que más abundan).

Provincia de Navarra.— Borobia.

Provincia de Burgos. — Moncalvillo.

Provincia de Lérida. — Collada Carbonera. Camarasa.

Provincia de Tarragona. — Coll d'Alfara, Sierra de Vandellós.

Provincia de Asturias.— Playa de Lerín, Gijón.

Provincia de Logroño.

Provincia de Soria.— Iruecha, Judes, Sierra del Madero, Ciria, Soria.

Provincia de Teruel. — Albarracín, Valdemarín, Casas de Frías, Obón, Montalbán (Santa Bárbara).

Provincia de Castellón.

Provincia de Cuenca. — Majadas, Casacia del Pozo, Buenache.

YACIMIENTO. — Charmutiense. En España se halla hasta el Toarciense.

***Spiriferina rostrata*** v. ZIETEN, 1830.

(Lámina II, figs. 1-6.)

1830. — *Delthyris rostrata* v. ZIETEN. «Verst Würts», pág. 51, pl. XXXVIII, fig. 3.

1927. — *Spiriferina rostrata* v. ZIETEN. — G. Corroy. «Les spiriferines du lias européen et principalement du lias de Lorraine et d'Alsace.» *Annales de Paléontologie*, tome XVI, p. 10, pl. II, figs. 29-32.

**Observaciones.**

Casi la mayoría de los ejemplares de *Spiriferina* recogidos en el liásico español se habían atribuido a esta especie o, si se quiere, al *Terebratulites rostratus* v. Schlotheim, que es un verdadero *Spirifer* del devónico de Eifel. Rollier observa que muchísimos paleontólogos han confundido con el nombre de *S. rostrata* individuos, tipos o variedades de *Spiriferina tumida*, *verrucosa*, *Hartmanni*; da finalmente, como *S. rostrata*, el tipo descrito por v. Zieten, que reproduce Corroy en su revisión. Rollier discute sagazmente las diversas acepciones que se han dado a esta especie. No hay duda que en este sentido los ejemplares españoles clasificados como tales han de distribuirse entre otras especies, lo cual, principalmente, hemos intentado con la presente revisión.

Entre los numerosos ejemplares que hemos tenido ocasión de estudiar, nos parece que algunos pueden colocarse en la especie de Zieten, aunque creen Rollier y Corroy que esta especie es siempre pequeña, de poco espesor, lisa, bastante ancha, con seno mal definido; valva pequeña, muy globosa en su parte anterior.

En un ejemplar de Palencia se observa que el seno de la valva grande llega hasta casi el corchete, que es parecido al de la *S. tumida* y *alpina*; las dimensiones corresponden a las del ejemplar figurado, viéndose las líneas de crecimiento. Dos ejemplares de la provincia de Soria son algo mayores que el figurado por Zieten, con la valva menor muy abombada hacia el corchete, forma más ancha que alta; los ejemplares están

desprovistos de concha. De la provincia de Teruel hemos reconocido cuatro ejemplares, con el corchete de la valva superior no muy saliente; la inferior pequeña es bastante plana; la línea de la comisura con ángulos muy agudos, y el seno muy patente.

LOCALIDADES. — Becerril (Palencia), Iruecha (Soria) y provincia de Teruel.

YACIMIENTO. — Se considera como perteneciente al Charmutiense inferior. En las localidades españolas va asociada a *Gryphaea cymbium* y *P. æquivalvis* en Becerril, y con *Plicatula spinosa* en Iruecha y *Belemnites canaliculatus*, que probablemente no debe estar bien determinado o no pertenecer a las mismas capas, pues esta especie es del oolítico medio, según Lissajous.

### ***Spiriferina villosa* QUENSTEDT, sp., 1858.**

1858. — *Spirifer villosus* QUENSTEDT. — «Der Jura mit Atlas», pages 256-257, pl. XXXVI, fig. 18.

1927. — *Spiriferina villosa* QUENSTEDT. — G. Corroy. «Les spiriferides du lias européen et principalement du lias de Lorraine et d'Alsace.» *Annales de Paléontologie*, tome XVI, pág. 11, pl. II, figs. 13-20.

#### **Observaciones.**

Atribuimos a esta especie varios ejemplares con forma subcircular, comisura casi recta, forma poco globosa, pequeños en general, que parecen distinguirse de la *S. alpina*, que es más ancha.

LOCALIDAD. — Javalambre (Teruel).

YACIMIENTO. — Se conoce del Sinemuriense superior al Toarciense inferior. La forma turolense probablemente procede del Charmutiense superior, con *T. punctata* y *T. subpunctata*.

### ***Spiriferina Nicklesi* CORROY, 1926.**

(Lámina II, figs. 7-10.)

1927. — *Spiriferina Nicklesi* CORROY (G). — «Les spiriferides du lias européen et principalement du lias de Lorraine et d'Alsace.» *Annales de Paléontologie*, tome XVI, pág. 12, pl. II, figs. 1-8.

#### **Observaciones.**

Varios ejemplares atribuimos a esta especie, que cuando joven es muy parecida a la *Spiriferina alpina* Opperl. Uno, procedente de la provincia de Castellón, es aplanado, pero algo mayor que el figurado adulto por Corroy, con el pliegue manifiesto. Otros, procedentes de Guadalajara, son más anchos que altos, con forma subpentagonal, algo mayores que los figurados por el autor, con la comisura frontal a veces plegada y otras casi recta, la valva pequeña, muy aplanada.

LOCALIDAD. — El ejemplar valenciano no lleva más indicación que provincia de Castellón; los de Guadalajara proceden de Anchuela del Campo.

YACIMIENTO. — Esta especie, que va del Sinemuriense superior al Toarciense superior, se encuentra en Guadalajara acompañada de *Hildoceras bifrons* del Toarciense inferior.

### ***Spiriferina tumida* v. BUCH, 1836.**

(Lámina II, figs. 9-15.)

1830. — *Spirifer pinguis* v. ZIETEN (non Schlotheim). — «Verts. Würts.», p. 51, pl. XXXVIII, fig. 5.

1836. — *Spirifer tumidus* v. BUCH. — «Ueb. Terebr.», pág. 53.

1927. — *Spiriferina tumida* v. BUCH, sp., G. Corroy. — «Les spiriferides du lias européen et principalement du lias de Lorraine et de Alsace.» *Annales de Paléontologie*, tome XVI, p. 15, pl. III, figs. 1-4.

#### Observaciones.

El haberse empleado con anterioridad a v. Zieten la denominación *pinguis* por Schlothein para designar una *Spiriferina*, a la que denominó v. Buch *S. tumida*, hoy ha sustituido con buen acuerdo la forma *pinguis* por *tumida*, a propuesta de Eudes-Deslongchamps.

La forma tipo y las diversas variedades de esta especie son bastante frecuentes en España. Un ejemplar de Moncalvillo puede referirse al tipo figurado por Corroy, ofreciendo las mismas dimensiones; otro ejemplar de la provincia de Logroño presenta pocas costillas, espaciadas, es ancho y de proporciones algo mayores. De La Pica, en Soria, hemos reconocido varios ejemplares, grandes, algo defectuosos, con costillas poco marcadas, nates de valva grande, alto y agudo, que se puede colocar en el tipo figurado; de Almonacid existe un ejemplar de las mismas dimensiones, puede que algo más alto y no tan ancho. A esta misma especie, con caracteres de tránsito a la variedad *ascendens* Eudes-Deslongchamps, pertenecen dos ejemplares procedentes: uno, de Soria, algo mayor, y otro, de la Playa de Peñarrubia, Gijón (Asturias), incompleto por faltarle parte de los corchetes, pero de las mismas dimensiones.

Un ejemplar de la provincia de Álava, clasificado por Mallada como *S. pinguis*, es algo más estrecho que el tipo; el corchete de la valva mayor es más largo, puntiagudo; la costulación y líneas de crecimiento muy patentes, contándose hasta 18 costillas en la valva mayor; pudiera ser una forma de trán-

sito a la variedad *ascendens* Eudes-Deslongchamps; es más ancha que la forma española o una variedad nueva.

LOCALIDADES. — Provincia de Álava, Logroño, Moncalvillo (Burgos), Playa de Peñarrubia, Gijón (Asturias), Soria, La Pica (Soria), Almonacid (Zaragoza).

YACIMIENTO. — Del Hettangiense superior al Toarciense inferior; en los depósitos españoles parece encontrarse del Sinemuriense superior al Toarciense.

#### ***Spiriferina tumida* v. BUCH, sp., var *ascendens*** Eudes-Deslongchamps, 1858.

1858. — *Spiriferina ascendens* Eudes-Deslongchamps. — «Mem. Couches a Leptæna», págs. 165-167, pl. IV, figs. 7-9.

1927. — *Spiriferina tumida* v. BUCH, sp., var *ascendens* Eudes-Deslongchamps. — G. Corroy. «Les spiriferides du lias européen et principalement du lias de Lorraine et d'Alsace.» *Annales de Paléontologie*, tome XVI, pág. 15, pl. III, figs. 5-12.

#### Observaciones.

Atribuimos a esta variedad un ejemplar procedente de Ciria, de las mismas dimensiones del figurado por Corroy.

LOCALIDAD. — Ciria (Soria).

YACIMIENTO. — Del Sinemuriense inferior al Charmutiense superior; en España va acompañada de *Rhynchonella tetrædra*, *T. sarthacensis*, *Ostrea conica*.



**Spiriferina tumida** v. BUCH, sp., var. **Haueri**  
SUESS, 1854.

(Lámina III, fig. 1.)

1854. — *Spiriferina Haueri* SUESS. — «Brach. Köss. Schist», p. 24, pl. II, fig. 6.  
1927. — *Spiriferina tumida* v. BUCH, sp., var. *Haueri* SUESS. G. Corroy. «Les spiriferides du lias européen et principalement du lias de Lorraine et d'Alsace.» *Annales de Paléontologie*, tome XVI, p. 19. pl. I, figs. 17-20.

**Observaciones.**

Hemos reconocido un solo ejemplar, ancho, globoso, con el corchete muy inclinado; anteriormente había sido reconocida esta variedad por Fallot en Lérida, y por nosotros en Tarragona, como nota ya Corroy.

LOCALIDAD. — Judes (Soria).

YACIMIENTO. — Del Charmutiense inferior al Toarciense inferior. En Soria esta especie va acompañada de *Rhynchonella tetraedra* y *Dumortieria radians*, que de estar bien determinado el ejemplar pertenece al *Aalenense*.

**Spiriferina tumida** v. BUCH, var. **Rupestris**

EUDES-DESLONGCHAMPS, 1862.

1862. — *Spiriferina rupestris* EUDES-DESLONGCHAMPS. — «Et. crit. Brach.», p. 4-7, pl. I, fig. 3-7.  
1927. — *Spiriferina tumida* v. BUCH, var. *rupestris* EUDES-DESLONGCHAMPS. — G. Corroy. «Les spiriferides du lias

européen et principalement du lias de Lorraine et d'Alsace.» *Annales de Paléontologie*, tome XVI, pl. IV, figs. 21-24.

**Observaciones.**

Sólo hemos podido reconocer un ejemplar que concuerda en sus dimensiones con el figurado por Corroy.

LOCALIDAD. — Borobia (Navarra).

YACIMIENTO. — Del Sinemuriense inferior al Charmutiense inferior. En España probablemente se encuentra en el Charmutiense.

**Spiriferina Hartmanni** v. ZIETEN, sp., 1830.

(Lámina III, fig. 3.)

1830. — *Delthyris Hartmanni* v. ZIETEN. — «Die Versteinerungen Wurtemberg», pág. 50. pl. XXXVIII, fig. 1.  
1885. — *Spiriferina rostrata* SCHLOT, var. Mallada, L. «Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España», tomo II, pág. 105, lám. 34, figs. 6-7.  
1927. — *Spiriferina Hartmanni* v. ZIETEN. — G. Corroy. «Les spiriferides du lias européen et principalement du lias de la Lorraine et d'Alsace.» *Annales de Paléontologie*, tome XVI, p. 21.

**Observaciones.**

Un solo ejemplar con valvas no muy abombadas, corchete y deltidio no muy alargado, seno en la valva grande y bocel de la menor muy potentes. Los pliegues son poco manifiestos, pero se nota su presencia en la comisura hacia la parte frontal. Puede considerarse como una variedad del tipo.

LOCALIDAD. — Buenache (Cuenca).

YACIMIENTO. — Esta especie se encuentra en el Charmutiense inferior, según Corroy, y es casi exclusiva la forma tipo de Wurtemberg; la variedad española va acompañada de *Aulacothyis resupinata* y *T. punctata*.

**Spiriferina verrucosa** v. BUCH, sp., 1831.

(Lámina III, fig. 2.)

1831. — *Delthyris verrucosa* v. BUCH. — «Recueil de pl. de Petrif. Berlin», p. 11-12, pl. VII, fig. 2.
1885. — *Spiriferina rostrata* SCHLOT, var. — Mallada, L. «Synopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España», tomo II, pág. 105, lám. 34, figs. 10-11-12.
1827. — *Spiriferina verrucosa* v. BUCH. — G. Corroy. «Les spiriferides du lias européen et principalement du lias de Lorraine et d'Alsace.» *Annales de Paléontologie*, tome XVI, pág. 22, pl. II, figs. 21-28.

**Observaciones.**

El ejemplar de referencia corresponde a la forma 2, f. Tab. XXXVIII, de Zieten, de gran tamaño, algo menor que el figurado, con numerosas líneas de crecimiento y pliegues patentes; el seno de la valva mayor parece más ancho que en el tipo. Corroy la considera como una especie de talla pequeña. El corchete es muy agudo, parecido a la *S. Hartmanni*, var. *gigantea*, figurada por Corroy, cuyo aspecto general es distinto, más abombado en la especie de Lorena. Davidson considera esta especie como una variedad de la *Spiriferina rostrata* SCHLOT.

LOCALIDAD. — Castrovido (Burgos).

YACIMIENTO. — Se encuentra del Sinemuriense inferior al Charmutiense medio. En la localidad burgalesa va acompañada

de *Polymorphites Jamesoni* del Pliensbaquiense, según Mallada. No está citada en el Catálogo. Dubar (2) la ha recogido en la playa de Ribadesella (Asturias) con *Zeilleria numismalis* y *Aegoceras capricornu* del Domeriense.

**Spiriferina Walcottii** SOWERBY, sp., 1822.

1822. — *Spirifer Walcottii* SOWERBY. — «Min. Conch.», vol. 4, página 106, pl. CCCLXXVII, figs. 1-2.
1885. — *Spiriferina Walcottii* SOWERBY. — Mallada, L. «Synopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España», tomo II, Terreno mesozoico, pág. 106, lámina 34, fig. 13.
1927. — *Spiriferina Walcottii* SOWERBY. — G. Corroy. «Les spiriferides du lias européen et principalement du lias de Lorraine et d'Alsace.» *Annales de Paléontologie*, tome XVI, pág. 24, pl. 4, figs. 1-4.

**Observaciones.**

Al tipo referimos un ejemplar de la provincia de Santander, que corresponde a las figuras 1-4 de la lámina IV del trabajo de Corroy, aunque es algo más pequeña, con líneas de crecimiento bien perceptibles, nates de la valva superior como en el tipo y no tan abierto como en las variedades; se ven cinco pliegues en la valva mayor; es algo más subcuadrangular.

LOCALIDAD. — Pozo de Pozazal (Santander).

YACIMIENTO. — Se encuentra del Sinemuriense inferior al Charmutiense superior. En la localidad española va acompañada de *T. punctata*.

**Spiriferina Walcottii** SOWERBY, sp., var **betacalcis**  
QUENSTEDT, 1858.

(Lámina III, fig. 4.)

1858. — *Spirifer betacalcis* QUENSTEDT. — «Jura.», pág. 99, pl. XII, fig. 16.  
1927. — *Spiriferina Walcottii* SOW., sp., var *betacalcis* QUENSTEDT. — G. Corroy. «Les spiriferides du lias européen et principalement du lias de Lorraine et d'Alsace.» *Annales de Paléontologie*, tome XVI, p. 25, pl. IV, figs. 9-12.

**Observaciones.**

Esta variedad tiene pocas costillas; es gruesa y ancha; dos ejemplares de Torrecilla de Cameros son relativamente pequeños, abombados, con seis o más costillas a cada lado del seno, siendo poco visibles en la valva pequeña. Otro ejemplar de Zaragoza, de las mismas dimensiones, puede considerarse como una forma de tránsito.

LOCALIDAD. — Torrecilla de Cameros (Logroño), Calcena (Zaragoza).

YACIMIENTO. — Se encuentra del Sinemuriense superior al Charmutiense medio; el ejemplar de Calcena va acompañado de *Chynchonella varians*, *Terebratula Davidsoni* (subovoides).

**Spiriferina Walcottii** SOWERBY sp., var. aff. **Munsteri**  
DAVIDSON, 1851.

(Lámina 3, fig. 9.)

1851. — *Spiriferina Munsteri* DAVIDSON, «Brit. Dol. Lias. Brach.», p. 26, pl. III, figs. 4-5, et suppl. «Juras. Trias Brach.», p. 101.  
1927. — *Spiriferina Walcottii* SOWERBY sp., var. *Munsteri* DAVIDSON. — G. Corroy. «Les spiriferides du lias européen et principalement du lias de Lorraine et d'Alsace.» *Annales de Paléontologie*, tome XVI, p. 26, pl. IV, figs. 13-16.

**Observaciones.**

Procedente de la provincia de Soria existe una valva mayor con 9-9 costillas, deltidium muy alto y pertenece a un individuo de forma estrecha con afinidades a la forma *Munsteri* DAVIDSON.

LOCALIDAD. — Soria, Obón (Teruel).

YACIMIENTO. — Del Sinemuriense superior al Charmutiense superior. En España va acompañada de *Chynchonella Bouchardi*, *Terebratula punctata*, *T. Jauberti*, *Pholadomya idea*, *Dactyloceras annulatum*, de edad Toarciense.

**Spiriferina Sampelayoi** BATALLER, 1931.

(Lámina III, figs. 5-6.)

Hemos reconocido entre los materiales de Cuenca esta forma, a nuestro entender nueva dentro del grupo de *S. Walcottii* Sow.



Como hemos notado al principio de este trabajo, Vilanova figuró un ejemplar afine al nuestro que ha de colocarse en la *S. Walcottii* Sow., var. *Munsteri*, Davidson.

La cita de Mallada en el número 855 de su Catálogo se refiere seguramente a este ejemplar (13), así como el de la *Sinopsis* (12) en que transcribe la descripción de Davidson, que no corresponde precisamente al ejemplar de Cuenca, que es de gran talla con ocho costillas a cada lado del seno de la valva mayor; éste es poco diferente, lo mismo que la costilla correspondiente a la valva menor. Nates muy desarrollado y tumbado hacia atrás, deltidium muy alargado. Aunque tiene gran afinidad con la variedad de Davidson, creemos pueda considerarse como forma distinta por su mayor número de pliegues y desarrollo extraordinario del corchete, ya que la forma tipo es de pequeña talla según Rollier (17) y Corroy (2), considerándola como del *filum* de *S. Walcottii*.

Dimensiones: espesor, 19 mm.; longitud, 28 mm.; anchura, 24 mm.

La forma de Obón es más pequeña, subcuadrangular, de 22 mm. de ancho y alto. La asimetría casi constante de las formas de *S. Walcottii* se manifiesta también en el ejemplar de Cuenca, aunque pueda ser debida a la fosilización.

LOCALIDAD. — Entre Valdemeca y la Casa del Cura (Cuenca).

YACIMIENTO. — De Valdemeca hay en las colecciones un *Dactylioceras annulatum* Sow. junto con braquiopodos que no precisan nivel por su gran extensión estratigráfica dentro del liásico: por el cefalopodo puedo atribuirse esta forma al toarciense; Mallada, en su Catálogo, la coloca en la parte inferior del lias medio, en cuyo caso no correspondería el yacimiento con la edad indicada por el *Dactylioceras*.

### **Spiriferina oxyptera** BUVIGNIER sp., 1842.

(Lámina III, figs. 10-14.)

1842. — *Spirifer oxypterus* BUVIGNIER. — «Geologie des Ardennes», pag. 534, pl. V, fig. 5.
1863. — *Spiriferina oxyptera* BUVIGNIER. — Deslongchamps E. «Brachiopodes recueillies par M. de Verneuil dans le lias de l'Espagne. Etudes critiques sur les Brachiopodes nouveaux ou peu connus», 3<sup>e</sup> fascicule, pag. 67, pl. XI, figs. 6-10. Paris, 1863.
1863. — *Spiriferina oxyptera* BUVIGNIER, var. — Vilanova J. «Ensayo de descripción geonóstica de la provincia de Teruel», lám. 10, fig. 21.
1885. — *Spiriferina oxyptera* BUVIGNIER. — Mallada, L. «Sinopsis de las especies fósiles encontradas en España», tomo II, terreno mesozoico, pág. 107, lám. XXXIV, figs. 14-19. Madrid.
1927. — *Spiriferina oxyptera* BUVIGNIER. — G. Corroy. «Les spiriferides du lias européen et principalement du lias de Lorraine et d'Alsace.» *Annales de Paléontologie*, tome XVI, pag. 30, pl. IV, figs. 17-20.

#### **Observaciones.**

Esta especie es poco confundible por su configuración especial. Los tres ejemplares que hemos reconocido presentan cada uno modalidades. Un ejemplar de la provincia de Zaragoza, con el número 427, ofrece a cada lado del seno siete costillas, nates no muy erguido, seno bien patente. Un ejemplar de Alcaine responde perfectamente al figurado por Corroy con las mismas dimensiones y seis costillas a cada lado del seno. Del camino de Obón a Josa procede otro individuo bien típico y ensanchado, mayor aún que el figurado incom-

pleto por poseer sólo un ala con ocho costillas a cada lado del seno. De este ejemplar hace mención ya Davidson en su obra (3).

LOCALIDADES. — Almonacid (Zaragoza), Alcaine (Teruel), de Josa a Obón (Teruel). De las notas que tenemos de cuando estuvimos encargados de la colección de L. M. Vidal, podemos citar además esta especie del monte de San Jorge, en Camarasa, y de Tartaréu, ambas localidades de la provincia de Lérida.

YACIMIENTO. — Esta especie se conocía sólo del Charmutiense, habiéndose encontrado recientemente en el Sinemu-riense superior de Richarmenil (Lorena). El ejemplar de Almonacid va acompañado de *T. punctata* y *A. resupinata* y *Z. cornuta*. En Teruel, según Dereims (4), este braquiópodo va acompañado de *Harpoceras bifrons*, *Hildoceras levisoni*, es decir, que pertenece al Toarciense medio, nivel más alto que el del centro de Europa. De Alcaine sólo existe en la colección actualmente un *Harpoceras Aalense* que seguramente corresponde a otro nivel. Las especies leridanas corresponden al Charmutiense más superior o Toarciense inferior.

## NOTA BIBLIOGRAFICA

(1) BATALLER, J. R.: «Sur le Jurassique de la partie meridionale de la Catalogne (Puertos de Tortosa)», *B. S. G. France*, 4<sup>e</sup> série, tome XXVI. — Paris, 1926.

(2) CORROY, G.: «Les spiriferides du lias européen et principalement du lias de Lorraine et d'Alsace.» *Annales de Paléontologie*, tome XVI, pág. 3-36, figs. 1-48, pl. 1-4. — Paris, 1927.

(2 bis) FALLOT, P. et BATALLER, R.: «Itinerario geológico a través del Bajo Aragón y el Maestrazgo. *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 3.<sup>a</sup> época, vol. XX, núm. 8, págs. 227-367. — Barcelona, 1927.

(3) DAVIDSON, T.: «A monograph of Brithis oolitic and liasic Brachiopoda», vol. I, part 3. *Palaeontographical Society*. — London, 1851-1853. — «Suplement to the jurassic and triassic species», vol. IV, part II, números 1-2. — London, 1876-1878. — «Appendix to the supléments jurassic species», vol. V, pág. 3. — London, 1884.

(4) DEREIMS, A.: *Recherches géologiques dans le sud de l'Aragon*. Thèse de doctorat, 199 pags., 46 figs., 2 cartes. — Paris, 1898.

(5) DESLONGCHAMPS, E.: *Etudes critiques sur les brachiopodes nouveaux ou peu connus*. VII. «Brachiopodes recueillis par M. de Verneuil dans le lias de l'Espagne», pags. 67-68, pl. 11-12.

(6) DOUVILLÉ, R.: «La Péninsule Ibérique: A. — Espagne». *Handbuch der Regionalen Geologie. Band III. Heft 7*. — Heidelberg, 1911.

(7) DUBAR, G.: «Études sur le lias des Pyrenées françaises», *Mém. de la Soc. Géol. du Nord.*, tome, IX. — Lille, 1925.

(8) HAUG, E.: *Traité de Géologie*, 2<sup>e</sup> partie. «Les périodes géologiques. Système Jurassique.» — Paris, 1911.

(9) JIMÉNEZ DE CISNEROS, D.: «La fauna de los estratos de *Pygope aspasia*. Menegh del liásico medio del Rincón de Egea en el NW. de la provincia de Murcia.» *Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Serie geológica*, núm. 30, pág. 55, lám. VI. — Madrid, 1923.

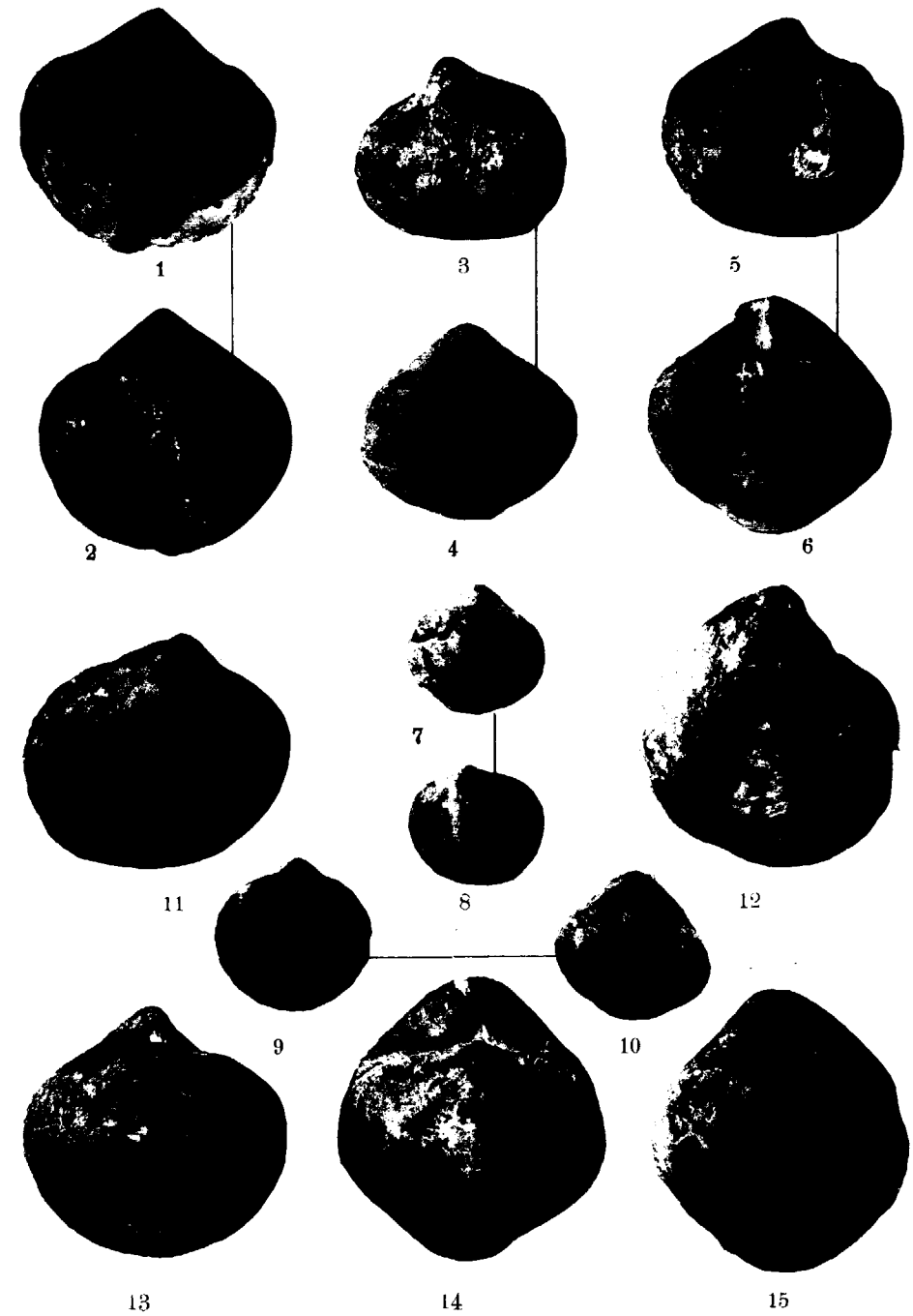
(10) JIMÉNEZ DE CISNEROS, D.: «Las especies del género *Spiriferina* del lias medio español». *Real Sociedad Española de Historia Natural*. Tomo extraor-



LÁMINA I

- Figs. 1 - 2 - *Spiriferina alpina* Opper. Toarciense, Tras el Pendón. Baños. (Guadalajara).
- " 3 - 6 - *Spiriferina alpina* Opper. Toarciense. Anchuela del Campo. (Guadalajara).
- " 7 - 10 - *Spiriferina alpina* Opper. Formas jóvenes. Charmutiense. (Valdemarin).
- " 11 - 15 - *Spiriferina alpina* Opper. Var. Falloti Corroy Toarciense. (Anchuela).

*Todos los ejemplares figurados son de las colecciones del Instituto Geológico y de tamaño natural.*







1



3



5



2



4



6



11



7



12



8



9



10



13



14



15



LÁMINA II

Figs. 1 - 6 - *Spiriferina rostrata* V. Zieten, Charmutiense de Teruel,

" 7 - 8 - *Spiriferina Nicklesi* Corroy, Charmutiense de Castellón de la Plana.

" 9 - 10 - *Spiriferina Nicklesi* Corroy, Toarciense, Anchuela del Campo,

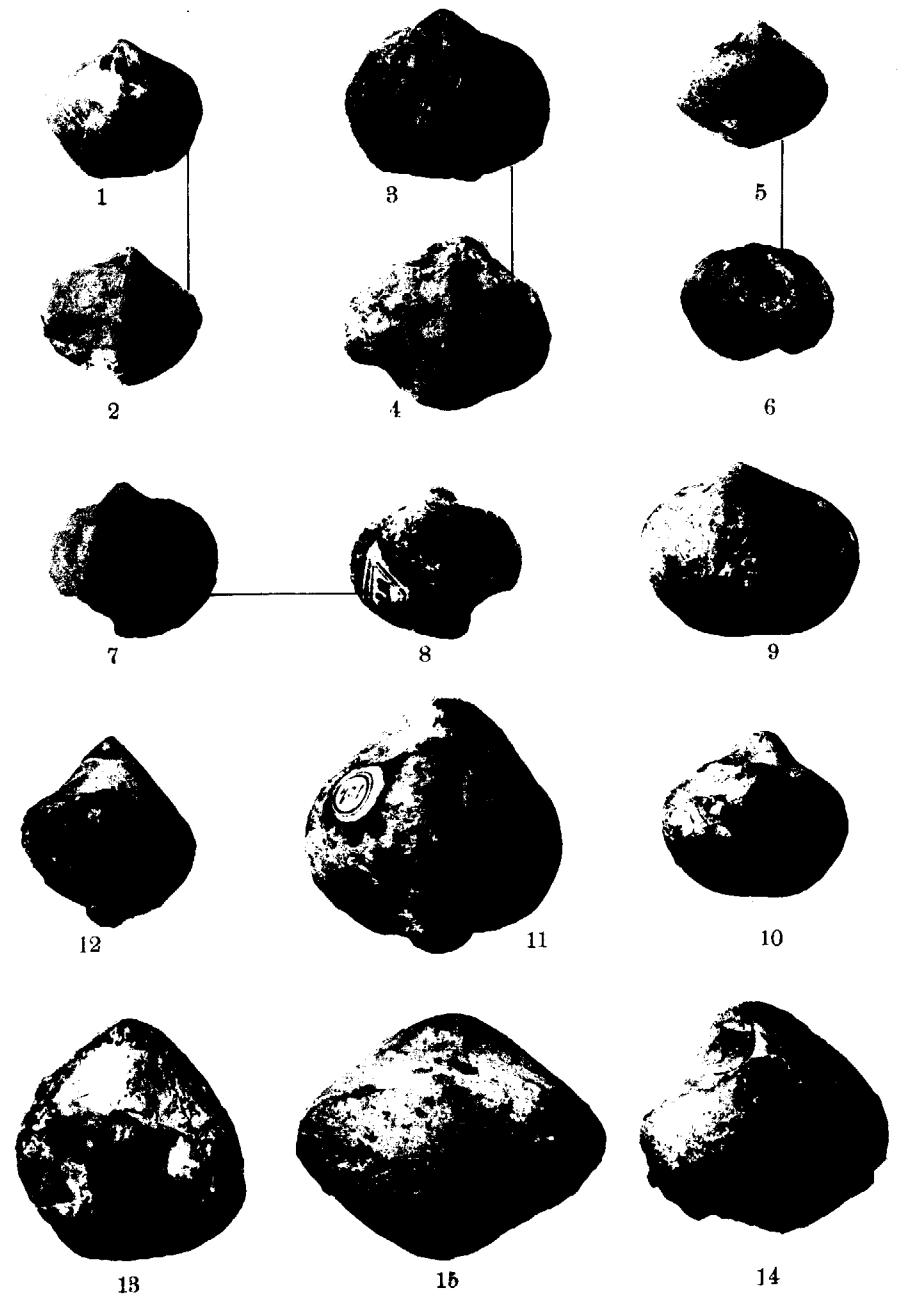
" 11 - *Spiriferina tumida* V. Buch, Charmutiense de Almonacid,

" 12 - *Spiriferina tumida* V. Buch, Sinemuriense de Alava,

" 13-14 - *Spiriferina tumida* V. Buch, Charmutiense de La Pica.

" 15 - *Spiriferina tumida* V. Buch, Charmutiense de Logroño.

*Todos los ejemplares figurados son de las colecciones del Instituto Geológico y de tamaño natural.*







1



3



5



2



4



6



7



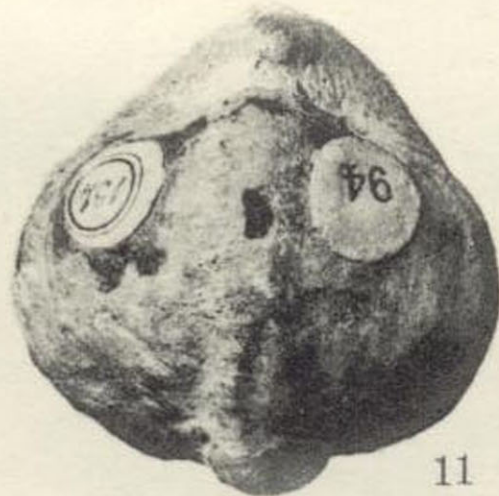
8



9



12



11



10



13



15



14

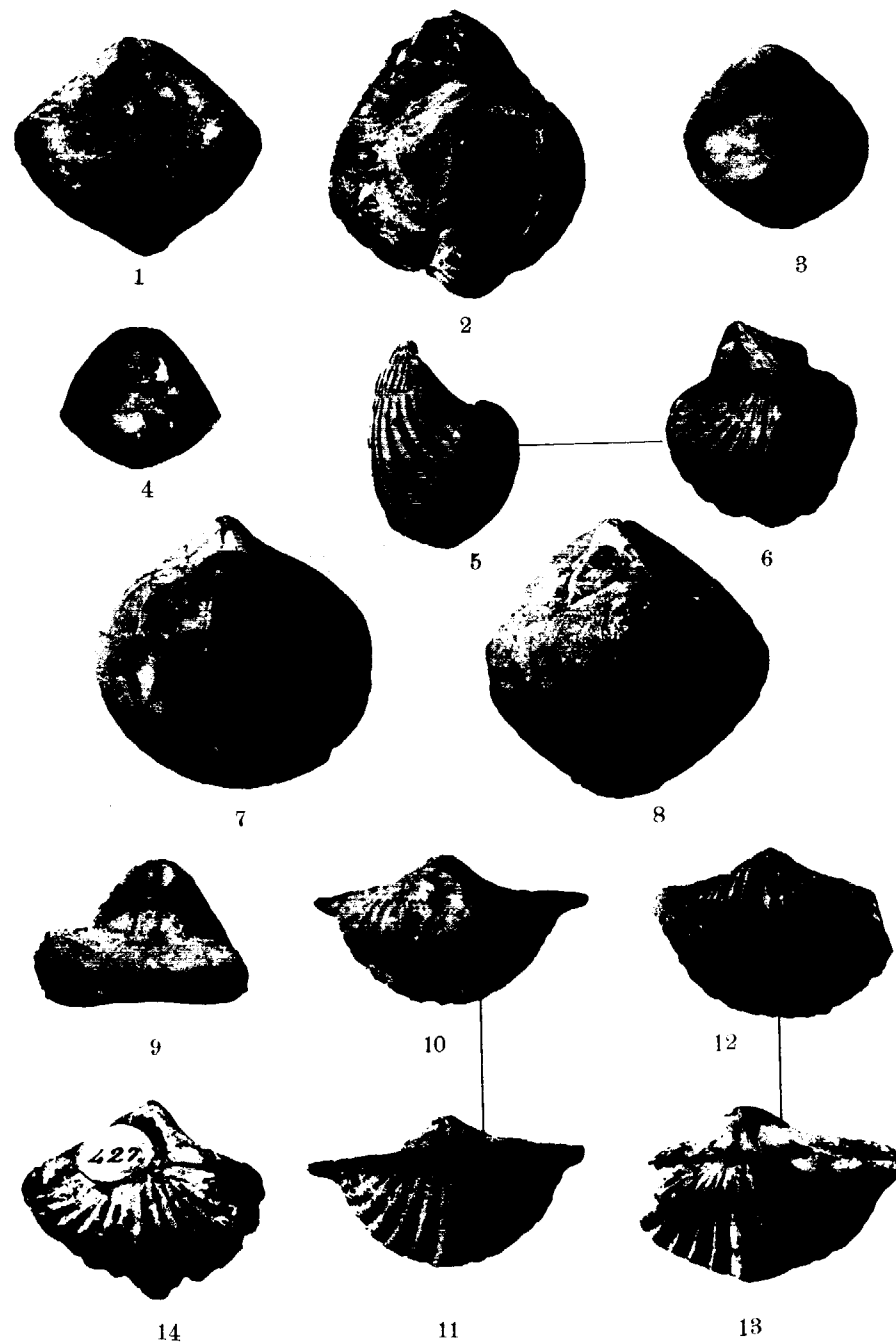




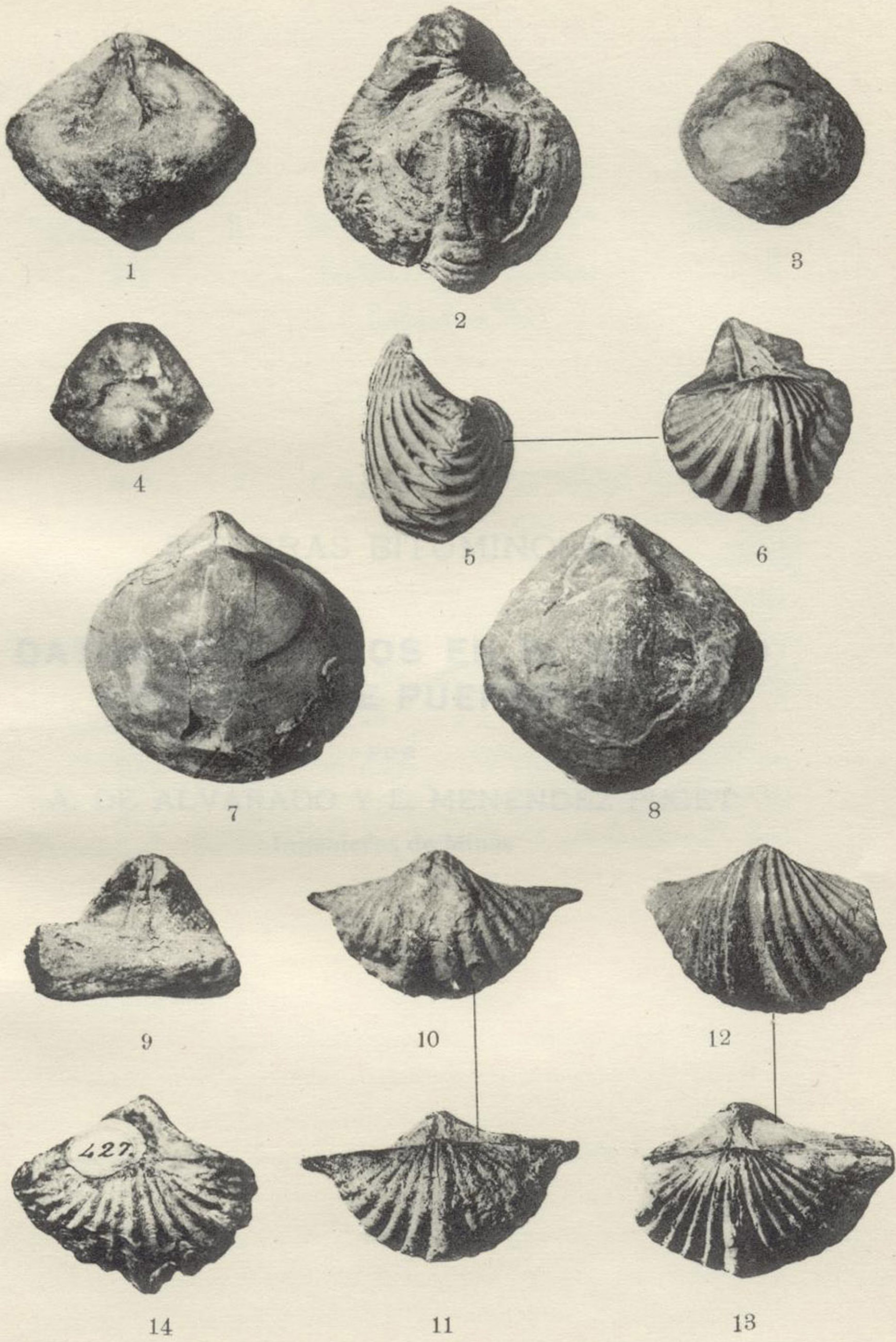
LÁMINA III

- Figs. 1 - *Spiriferina tumida* V. Buch sp. vr. *Haueri* Suess. Aalenienso? Judes (Soria).  
 " 2 - *Spiriferina verrucosa* V. Buch. Pliensbaquiense. Castrovido (Burgos)  
 " 3 - *Spiriferina Hartmanni* V. Zieten. Charmutiense Anchuela del Campo. (Guadalajara).  
 " 4 - *Spiriferina Walcotti* Sow. sp. var. *betacalcis* Quenst. Charmutiense. Calcena (Zaragoza).  
 " 5 - 6 - *Spiriferina Sampelayoi* Bataller 1931 - Toarciense. (Cuenca).  
 " 7 - 8 - *Spiriferina alpina* Opper. Var. *Falloti* Corroy. Toarciense. Anchuela y Soria.  
 " 9 - *Spiriferina Walcoti* Sow. Var. *Munsteri* Dav. Charmutiense. (Soria).  
 " 10 - 11 - *Spiriferina oxyptera* Buvignier. Charmutiense. (Alcaine).  
 " 12 - 13 - *Spiriferina oxyptera* Buvignier. Charmutiense. (Josa).  
 " 14 - *Spiriferina oxyptera* Buvignier. Charmutiense. (Almonacid).

*Todos los ejemplares figurados son de las colecciones del Instituto Geológico y de tamaño natural.*









dinario publicado con motivo del 50.º aniversario de su fundación, páginas 487-494, lám. XXXII. — Madrid, 1921.

(11) LARRAZET, M.: *Recherches géologiques sur la région orientale de la province de Burgos et sur quelques points des provinces d'Alava et de Logroño*. Thèse. — Lille, 1896.

(12) MALLADA, L.: *Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España*. Tomo II, «Terreno mesozoico (sistema triásico y jurásico)», páginas 105-106, lám. XXXIV. — Madrid, 1885.

(13) MALLADA, L.: «Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España.» *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico*, págs. 79-80. — Madrid, 1892.

(14) MALLADA, L.: *Explicación del Mapa Geológico de España*. Tomo IV (Sistemas permiano, triásico, liásico y jurásico), págs. 311-510. — Madrid, 1902.

(15) MENGAUD, L.: *Recherches géologiques dans la Région Cantabrique*. Thèse. — Toulouse, 1920.

(16) OPPEL: «Die Brachiopoden des untern Lias.» *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*. Bd. XV. — Berlin, 1861.

(17) ROLLIER, L.: «Sinopsis des Spirobranches (Brachiopodes) jurassiques celto-sovabes.» *Mém. de la Soc. Paléont. Suisse*, tome XLI. — Genève, 1915 a 1916.

(18) VILANOVA, J.: «Ensayo de descripción geonóstica de la provincia de Teruel en sus relaciones con la agricultura de la misma.» *Junta General de Estadística*, lám. X. — Madrid, 1863.

(19) V. ZIETEN: *Die Versteinerungen Wurtembergs*. — Stuttgart. 1830 a 1834.



PIZARRAS BITUMINOSAS

---

**DATOS OBTENIDOS EN EL SONDEO  
NÚMERO 1 DE PUERTOLLANO**

POR

A. DE ALVARADO Y L. MENÉNDEZ PUGET

Ingenieros de Minas

## PIZARRAS BITUMINOSAS. — DATOS OBTENIDOS EN EL SONDEO NÚMERO 1 DE PUERTOLLANO

---

En enero de 1929, el Ayuntamiento, Sociedad de Peñarroya, Cámara de la Propiedad Urbana, Agrupación Comercial y otras varias entidades de Puertollano, dirigieron instancia al Excmo. Sr. Ministro de Fomento en súplica de que, atendiendo la crisis industrial y obrera— con el fin de resolverla—, investigue el Estado, por medio de sondeos, la zona profunda de aquella cuenca carbonífera.

Remitida dicha instancia para su informe al Instituto Geológico y Minero, su Director, el Excmo. Sr. D. Luis de la Peña, encargó el informe al primer firmante de estas notas. No fué preciso para cumplir la orden y determinar los puntos preferibles para la investigación realizar entonces ninguna expedición al terreno.

Anteriormente, con ocasión de los estudios necesarios para redactar las hojas y Memorias de Almodóvar del Campo y Mestanza —que engloban respectivamente las zonas Norte y Sur de Puertollano—, los Sres. La Rosa, Alvarado y F. H. Pacheco determinaron la estratigrafía y tectónica de la cuenca hullera.

Con los datos ya de antiguo consignados por varios Ingenieros y Geólogos especializados, más los muy numerosos que reunimos durante los trabajos de campo y subterráneos, aludidos en el párrafo anterior, resulta justificado el informe de

A. de Alvarado, que con fecha febrero 1929, dice en esencia lo siguiente:

Entre los hechos rigurosamente exactos y argumentos científicos que avaloran la instancia, merece destacarse el próximo agotamiento de las capas de carbón hoy reconocidas como económicamente explotables. De las cinco capas cortadas hasta la profundidad de 250 metros—abstracción hecha de delgados carboneros—, sólo la primera, de tres a cinco metros de potencia, resulta francamente remuneradora.

Aun cuando la segunda capa es bastante regular, con potencia media de 2,30 metros, si tenemos en cuenta la gran diferencia de calidad que revelan las cuatro muestras cuya composición, tomándolas como tipo, se indica a continuación:

#### Primera capa

	Muestra de Magdalena	Muestra de la Extranjera
Materias volátiles. . .	26,59	29,84
Cenizas . . . . .	14,63	16,82
Carbono fijo . . . . .	53,06	50,33
Azufre . . . . .	1,08	1,36
Humedad . . . . .	4, 2	2,01
	<u>100,08</u>	<u>100,36</u>

#### Segunda capa

	Muestra de Valdepeñas	Muestra de Don Rodrigo
Materias volátiles . . .	22,72	24,50
Carbono fijo . . . . .	46,08	37,40
Cenizas . . . . .	28,90	35,00
Humedad . . . . .	2,97	3,40
	<u>100,67</u>	<u>100,30</u>

Como además las muestras de la segunda capa son muy

abundantes en piratas y, mientras las dos primeras muestras reñadas dan 6.380 y 6.190 calorías, las dos últimas sólo producen 5.500 y 5.100 calorías respectivamente, resalta seguidamente la gran superioridad económica de la primera capa, única explotable ventajosamente.

Queda, pues, justificada la necesidad en que se ven la generalidad de las minas de mezclar sus carbones de segunda capa con los escogidos de la primera, para que resulten aceptables en el mercado, y como dicha primera capa sólo ofrece reservas considerables en las concesiones «La Mejor de Todas» y «San Esteban», es inminente la paralización de varias de las minas que aun marchan.

A más del grave conflicto para la clase obrera y empresas afectadas, creemos debe tenerse muy en cuenta el valor que, como reserva estratégica nacional, prestan a la cuenca de Puertollano su excepcional topografía y situación geográfica.

Es ya este valle un verdadero nudo ferroviario, próximo al centro de España, y de buenas condiciones para establecer defensas antiaéreas. Por ello resulta emplazamiento ideal para instalaciones de extracción de hidrocarburos, que sirvan como reserva a la defensa nacional.

Pasando ya al estudio geológico de la comarca conviene ante todo consignar que los reconocimientos estratigráficos y tectónicos, tanto de los dos óvalos, como de las cordilleras silurianas, que al N. y al S. limitan la cuenca, permiten apreciar un buzamiento regular de las cuarcitas ordovicienses hacia el centro del valle.

Cortando la cuenca casi exactamente según el meridiano de la ciudad, y normalmente a la dirección media de los anticlinales silurianos, su ancho es de unos cuatro kilómetros desde la falda de los cerros Santa Ana y San Sebastián al primer pliegue de las cuarcitas, del tramo de May, que la limitan al S.



Las cuarcitas inferiores, arrumbadas al O. NO. — como resultante de los pliegues hercinianos dominantes y del movimiento de compresión, postalpino, que alteró aquéllos—, presentan pendientes de 40 grados en la falda del primer cerro, y de 28 a 35 grados en el segundo, con buzamiento S. —que domina en toda la cordillera septentrional—, mientras que dichas cuarcitas buzán al N. en la línea de alturas Morrón de Cañadillas, Peña del Almagrero, Buena Vista y otras, que, formando el primer contrafuerte de la Sierra de Cabezarrubia, constituyen límite meridional de la cuenca.

Estas capas ordovicienses van arrumbadas al O. 40° N., como media, con pendiente de hasta 70 grados al N., en los primeros contrafuertes, mientras que al subir a las altas crestas del Puerto de Mestanza —estratigráficamente inferiores—, tenemos una dirección media de O. 30° N., y pendientes de 20 a 40 grados, con buzamiento septentrional. Salvado este paraje se presentan los bancos cuarcitosos mucho menos norteados, siguiendo en ambos extremos de la cuenca un rumbo medio de O. 18° N., a E. 18° S., con fuerte pendiente, de 60 a más de 70 grados, y buzamiento uniforme hacia el eje del valle; queda por tanto bien definido el valle sinclinal.

Con tales datos tectónicos, y teniendo en cuenta la distancia entre ejes de los anticlinales silurianos que encierran el valle hullero, si supusiéramos éste integrado por un simple sinclinal, llegaríamos a calcular para su eje una profundidad que excedería sensiblemente de dos kilómetros. Sin embargo, no creíamos que las cubetas alcancen, ni con mucho, estas profundidades, pues ya la experiencia de la tectónica regional nos inclinaba a admitir como probable un pliegue múltiple. En apoyo de esta idea del pliegue múltiple se indica en el informe citado que el levantamiento de las capas hulleras, jalonado por las masas limburgíticas de la «Balona», «Castillejo del Río», «Don Rodrigo», corresponde, sin duda, a una

línea de fractura o menor resistencia, debida a violento pliegue anticlinal de los estratos silurianos profundos.

No sólo merece tenerse en cuenta la edad moderna de las masas ígneas, sino la escasa acción y casi nulos movimientos producidos por las limburgitas al atravesar las capas permolestefanienses.

Menciona la citada instancia un hecho casi empírico, pero digno de tenerse en consideración al calcular el interés de los proyectados sondeos; si bien en Estados Unidos e Inglaterra se explotan grandes capas de buen carbón próximas a la superficie, las más importantes explotaciones hulleras del resto de Europa se desarrollan a grandes profundidades. Entre ellas merecen citarse las espléndidas capas explotadas en Bohemia y Westfalen, a más de 700 metros de profundidad, y los también muy importantes del Pas de Calais, Schlesien, Polonia y Donetz, donde las profundidades reconocidas oscilan de 1.000 a 2.400 metros. Sin duda, cuando los depósitos vegetales tienen lugar en amplias y profundas cuencas, cubiertos y casi sellados más tarde por gran espesor de sedimentos, se originan capas que se hallan en buenas condiciones para conservar materias volátiles y resistir a la acción destructora de nuevos plegamientos y erosiones.

Por todo lo expuesto, y teniendo asimismo muy presente la existencia de una importante capa de pizarras destilables, explotada en Calatrava, informé como de probable éxito la investigación, por sondeos profundos, de nuevas capas de hulla o pizarras bituminosas en ambos óvalos de Puertollano. En dicho informe ya atribuíamos a tal investigación, no sólo posibles beneficios locales e interés científico, sino también alto interés para la economía y defensa nacional.

Como sitios más indicados, para emplazamiento de los taladros, quedaron indicados los siguientes:

*Sondeo número 1.* — A unos 200 metros al S. 30° O. del

pozo Norte, de la «Cruz» y «La Mejor de Todas»; terreno llano, próximo a caminos y vías férreas. Profundidad mínima, a pagar, 400 metros, y máxima, exigible al contratista, 1.500 metros.

*Sondeo número 2.* — A unos 110 metros al NO. del pozo número 1 de la mina «San Francisco»; asimismo en terreno llano, suficientemente alejado de los bordes de la primera capa y rocas ígneas conocidas. Profundidad mínima, 400 metros, y máxima, 1.200 metros.

*Sondeo número 3.* — A 120 metros aproximadamente al Sur del pozo «San Juan de la Extranjera»; en terreno igualmente favorable para emplazamiento de maquinaria y con buenas comunicaciones. Profundidad mínima, a pagar, 400 metros, y máxima, exigible, 1.500 metros.

Estos límites de profundidad pueden criticarse como excesivamente elásticos, lo cual encarece los precios de subasta, aun cuando, por fortuna, los contratados para Puertallano han sido mucho más reducidos que en anteriores investigaciones del Instituto Geológico.

Calculaba el autor del informe que —para los fondos de cubeta, cerca de cuyos ejes se han proyectado los sondeos 1 y 3— las profundidades a que debían cortarse las cuarcitas, oscilarían de 600 a 800 metros. Al ver los datos del primer sondeo ya terminado, resulta que se ha cortado el ordoviciense algo antes del límite inferior previsto y más allá de la cifra mínima prudentemente contratada.

Esta demasiado escasa profundidad del ordoviciense debe atribuirse a un pequeño y violento anticlinal, de segundo orden, que indican claramente las capas, muy inclinadas, de los últimos testigos.

Pasaremos ahora a dar cuenta de los resultados obtenidos en el sondeo número 1, haciendo notar que para ganar tiempo en la publicación de estas notas, no consignamos datos del

estudio micrográfico de los estratos atravesados, que aun no ha sido ultimado.

Emplazado este taladro cerca del pozo Norte de la «Cruz», se inició con grandes trépanos de 450 milímetros de diámetro, hasta la profundidad de 34 metros. Se cambió la maquinaria por otra más potente, y a los 42,50 se pasó al procedimiento de rotación con granalla dura, para obtener, como en efecto se logró, una completa colección de testigos, excepcionalmente perfectos, de todos los terrenos atravesados. La primera corona empleada fué de 400 milímetros, y con este diámetro se cortó y entubó hasta los 288,9 metros de profundidad. De allí a los 427 metros las coronas empleadas fueron de 350 milímetros, y, por último, con 300 milímetros de diámetro se llegó a terminar la perforación —en cuarcita dura ordoviciense— con velocidad satisfactoria.

La cobertura horizontal, formada por algunos cantos acarreados, arcillas y calizas arcillosas miocenas, presenta sólo 3,60 metros de espesor. De allí a los nueve metros se presentaron pizarras blandas y arcillas de descomposición de las pizarras, que se inclinan unos 12 grados al Norte y pertenecen ya a la formación permo-estefaniense productiva.

Entre los nueve y los 15,60 metros se atravesaron pizarras blandas abigarradas —negras, azules, rojas y amarillas—, seguidas por otras grises muy delgadas, hasta los 18,60 metros, donde se cortó la primera banda de carbón, con 0,30 metros de potencia. De los 18,90 a los 47,10 metros dominan las pizarras grises, con algún delgado banco de arenisca. A los 47,10 se alcanza otro carbonero de 0,225 de potencia; siguen debajo las pizarras grises, y entre los 53,10 y 53,70 metros se corta una tercera delgada capa de carbón borrasco. Sigue un tramo de pizarras arenosas hasta los 62,70 metros, a cuya profundidad se alcanza una cuarta capa carbonosa, ya de 0,75 ms. de potencia y bastante limpia.

El horizonte que sigue es de pizarras grises arenosas, pizarra negra arcillosa y areniscas grises, hasta los 93,30 metros, donde se corta un nuevo banco de pizarra negra y carbón. Siguen 2,40 ms. de pizarras arenosas y 8,10 de arenisca dura hasta la profundidad de 110,70, y a partir de ella se corta un nuevo tramo de pizarras, generalmente grises y arenosas, que llegan a los 129 metros. Bajo éstas se presenta un banco de arenisca dura, con 2,70 ms. de espesor, y continúan las alternancias de pizarras arenosas grises, más o menos oscuras, con bancos delgados de arenisca dura hasta los 156,60 metros, para pasar a un tramo de 4,30 metros de pizarras blandas arcillosas.

A los 160,90 de profundidad se alcanzó el gran banco de hulla llamado «primera capa», cuya potencia suele oscilar de 3,50 a 5 metros. Si tenemos en cuenta que nuestro taladro sólo atravesó 2,40 metros de carbón limpio y 0,30 ms. de borrasco, al muro, parece deducirse un estiramiento local y consiguiente disminución del espesor de las capas en este paraje.

El muro de la «primera capa» se atravesó a los 163,60 metros, formándolo bancos de arenisca que, con ligeros cambios de estructura, llegan a los 188,30 de profundidad. Siguen pizarras, con sólo 4,60 metros, de composición muy arcillosa y tono rojizo, hasta los 192,90 en que vuelven a cortarse areniscas grises duras, de unos 11 metros de espesor. Entre los 203 y 219 metros se atravesaron pizarras oscuras, y bajo ellas, hasta 224,60 de profundidad, otro banco de arenisca gris. Siguen 27 metros de pizarras claras, y a los 251,60 se alcanza una veta de carbón con 0,45 ms. de potencia. Desde esta veta, a los 274 metros, se cortó un complejo de pizarras arcillosas oscuras, pizarras arenosas grises y arenisca. Bajo este complejo se cortó un tramo de pizarras negras, y a los 283,70 metros se alcanza el techo de la «segunda capa» de hulla.

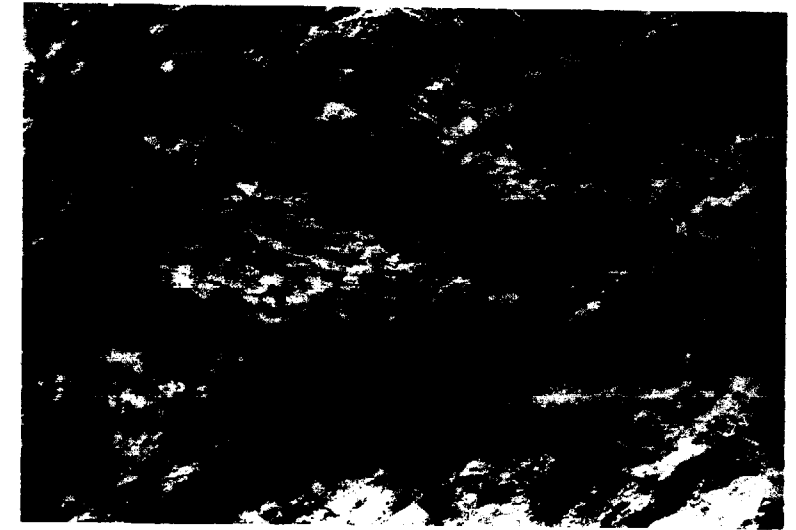


Fig. 3.



Fig. 1



Fig. 2.

Figs. 1 y 2. - *Amblypterus angustus*, Ag.Fig. 3. - *Amblypterus Augustus*, ejemplar de cola.  
(Ampliado 4 veces)



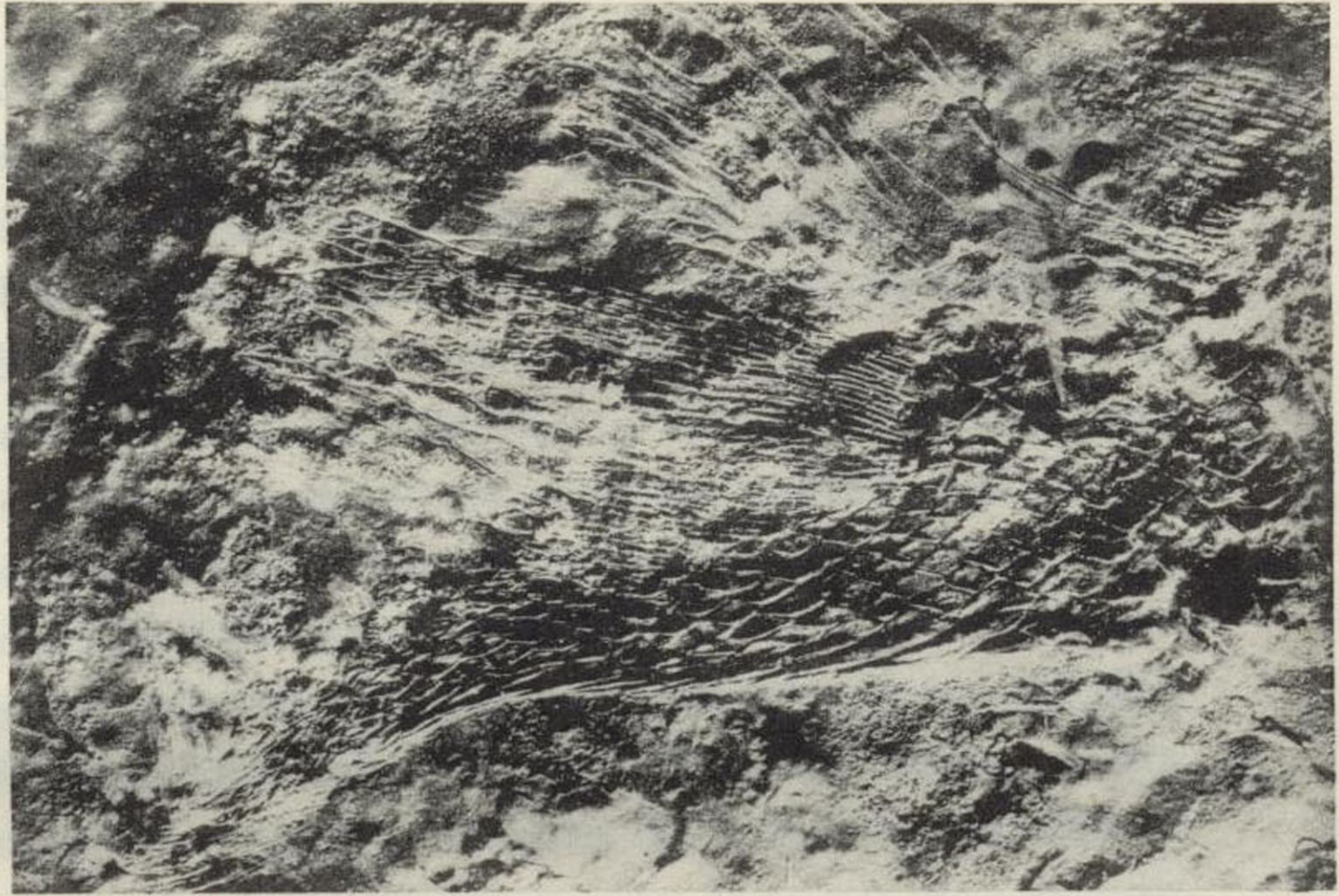


Fig. 3.



Fig. 1.



Fig. 2.

Figs. 1 y 2. - *Amblypterus angustus*, Ag.

Fig. 3. - *Amblypterus Augustus*, ejemplar de cola,  
(Ampliado 4 veces)



Esta «segunda capa» muestra sucesivamente: 0,60 de carbón limpio, 0,15 de pizarra gris, 0,30 de pizarra carbonosa, 0,18 de carbón, 0,30 de pizarra gris, 0,42 de pizarra carbonosa y 0,20 de carbón, al muro. Tenemos, pues, una potencia total de 2,20 metros y sólo 0,98 de carbón.

Desde el muro de esta capa a los 314,40 metros, techo de la tercera, atravesamos una serie de pizarras arenosas, con delgadas bandas de arenisca, intercaladas. La «tercera capa» presenta sólo 0,60 metros de carbón sucio y 0,35 de pizarra carbonosa, y la «cuarta capa» es sustituida entre 325,70 y 326,80 de profundidad, o sea en la situación exacta prevista, por un «carbonero», que integran 0,30 de borrasco, 0,60 de pizarra gris blanda y 0,20 de borrasco. Bajo esta capa se corta un tramo pizarreño, de composición variable, y a los 354,80 metros se corta una primera delgadísima banda bituminosa seguida por 0,90 de pizarra gris oscura estéril.

A los 355,80 de profundidad se alcanza el *primer horizonte de pizarras bituminosas*, conocido y explotado en el óvalo Sur. Se encuentran en estas pizarras numerosos restos de peces *Amblypterus angustus*, Ag. — cuenca de Autun — y otros más alterados que pertenecen a ganoides heterocercos afines, a primera vista, al *Eurynotus crenatus* de las *upper coal measures* de Escocia, facies de estuario. Aquí sólo presenta este tramo 1,90 ms. de espesor y mucha menor riqueza que en la zona de Calatrava; se diferencian en este horizonte once o más bandas de pizarras ricas y estériles, que pueden agruparse en cinco capas: tres de ellas bituminosas y dos estériles, intercaladas, arenosas. Seguidamente atravesamos unos 20 metros de pizarra dura silicea, de grano basto, y a los 377,30 metros se alcanzó un *nuevo horizonte bituminoso*.

Este tramo de pizarras bituminosas, hasta ahora no conocido, y que confirma lo supuesto en nuestro citado informe, se extiende de los 377,30 a los 381,60 metros, con potencia de

4,30 metros. Se halla integrado por cinco bandas ricas de 0,45, 0,68, 0,75, 1,43 y 0,30 ms. de espesor, separadas por delgadas intercalaciones de arenisca —0,05, 0,13 y 0,03— y otra banda de pizarra arenosa pobre. Según indican los detallados análisis, este nuevo horizonte es sensiblemente más rico que el explotado en el óvalo Sur y representa un descubrimiento de esencial importancia.

Bajo estas capas se cortan pizarras blandas y areniscas hasta los 394,30 metros, donde aparece un banco de pizarra calífera de 2,20 ms. y luego otro más delgado de caliza pizarreña. Al llegar a los 398,30 metros se encuentra *un tercer banco bituminoso* de sólo 0,55 ms. de potencia, pero de alta ley en aceites. Bajo él, hasta los 400,80 metros, cortamos arenisca gris dura.

A continuación se atraviesa una delgada capa de pizarra arcillosa verde, y siguen luego nueve metros de pizarras grises arenosas. A 409,30 metros se alcanza un banco de conglomerado, de 1,80 ms. de potencia, que integran cantos de pizarra, cuarcita y roca ígnea limburgítica. Entre los 411,10 y 427,90 metros se extiende un complejo pizarreño, de claros matices, y a dichos 427,90 se alcanza un estrato de pizarra oscura de 0,45 metros de espesor, *con delgadas vetas de carbón*, última capa carbonosa cortada por el taladro.

A partir de ella se atraviesan aun 22,65 ms. de pizarras delgadas, de composición y matices variables, dentro del gris, para alcanzar a los 451 metros una arenisca pizarreña gris de 5,20 ms. de espesor, que indica el techo del tramo detrítico.

Sigue hacia abajo un delgado banco de conglomerado fino, que integran pequeños fragmentos de pizarra y cuarcita, con cemento arcilloso, y pasa gradualmente a otro banco de elementos más gruesos, entre los 458,10 a 463,60 metros, que está formado por gruesos cantos cuarzosos, con cemento arcillo-silíceo; a continuación se corta delgada capa de pizarras

blandas y oscuras, muy arcillosas, seguidas por otra de conglomerado —0,65 metros de espesor— con impregnaciones de óxido férrico. Bajo ellas alcanza el taladro un último potente banco de conglomerado cuarcitoso —entre los 465,50 y 472,70 metros—, que representa la base de la formación permo-estefaniense de esta cuenca.

La formación ordoviciense, alcanzada a los 472,70 metros, muestra primero un tramo de pizarras arcillosas satinadas, con algo de sericita, entre las que se intercalan otras muy silíceas negras y duras; su inclinación excede de 50 grados al Norte. A 488 ms. se alcanza otro tramo de pizarras, verde oscuro, también satinadas, con mica, sericita e impregnaciones de óxido férrico, en los planos de junta, que llega hasta 509,35 de profundidad. Siguen luego pizarras duras silíceas en pequeño espesor. Entre 512,40 y 523,40 otro horizonte de pizarra verdinegra, satinada, con óxido férrico. Bajo él, 7,30 metros de pizarras negras muy duras y silíceas, a las que siguen 1,20 metros de cuarcita negra tableada.

Todo este conjunto, entre 472,70 y 530,70 metros, o sea, hasta la cuarcita tabular, representa el tramo más alto del ordoviciense regional, que en estudios anteriores designamos como «pizarras de Villamayor».

Bajo este tramo cruzó el sondeo un horizonte—entre 531,95 y 559,60 metros— formado por gruesos bancos de cuarcita, con inclinaciones de hasta 70 grados al Sur, alternando con otros mucho más delgados de pizarra negra silícea. Representa este horizonte a la «cuarcita con bilobites», base del ordoviciense, y por ello, al llegar a los 559,60 metros—fin de semana de trabajo— se juzgó inútil profundizar más este sondeo de exploración.

Resulta, pues, que los datos obtenidos en esta primera perforación, en cuanto a reservas de hulla, son poco satisfactorios. No se han encontrado nuevas capas inferiores y el espe-



sor de las dos principales, 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup>, es menor de lo normal en la cuenca, mientras que la 3.<sup>a</sup> y la 4.<sup>a</sup> se presentan francamente inexplotables y falta la 5.<sup>a</sup> capa. Estos datos desfavorables sólo deben, sin embargo, admitirse con reservas, pues el paraje donde se emplazó el sondeo ha resultado próximo a la cumbre de un anticlinal siluriano, de segundo orden, al que debe corresponder estiramiento y mínimo espesor de las capas hulleras.

Muy favorables son, desde luego, los datos obtenidos en cuanto a pizarras bituminosas. De los nuevos horizontes encontrados, el segundo, si se extiende a toda la cuenca, como es de prever, constituye un valioso yacimiento de hidrocarburos.

Para calcular su importancia y posibles aplicaciones, vamos a intentar un avance de cubicación, muy sujeto a rectificarse cuando el resultado de los sondeos número 2 y número 3 sea conocido.

En el óvalo Norte supondremos las superficies curvas irregulares que encierran las capas de pizarras bituminosas semejantes a un semielipsoide de tres ejes muy achatado en su fondo y cuyos ejes en la intersección con la superficie del terreno son de 6,2 y 1,7 kilómetros; para una profundidad máxima de 400 metros, sustituyendo las superficies curvas por rectángulos inscritos, groseramente equivalentes, y prescindiendo de la mitad de los lados inclinados:  $\text{área} = 4,5 \times 1,3$  kilómetros cuadrados +  $(4,5 + 1,3) \times 0,4 = 8,17$  kilómetros cuadrados, o lo que es lo mismo, redondeando cifras, una superficie de 810 hectáreas, aproximadamente.

Tomando sólo una superficie de 805 hectáreas para el primer horizonte de pizarras pobres, que por su situación estratigráfica corresponde exactamente al de Calatrava, tendremos para 1,80 de potencia media más de 17 millones de toneladas de pizarras. Por su débil ley de hidrocarburos prescindiremos

de este tonelaje, considerándolo inexplotable en estos parajes.

El nuevo horizonte, o segunda gran capa bituminosa, podemos evaluarlo como sigue: 8.100.000 metros cuadrados  $\times 3,80$ , espesor explotable  $\times 1,2$  (1) densidad = 36.936.000 toneladas. Tomando una superficie algo mayor para el tercer horizonte, igualmente descubierto por nosotros, resultará: 8.150 000 metros cuadrados  $\times 0,55 \times 1,2 = 5.379.000$  toneladas. Tendríamos, pues, en este óvalo un depósito bituminoso que probablemente excederá de 42 millones de toneladas.

*Ovalo Sur.* — Si suponemos un semielipsoide irregular, cuya sección por el plano del terreno tiene ejes de 9 y 1,8 kilómetros, dando un área groseramente equivalente a un rectángulo inscrito de  $7,5 \times 1,7$  kilómetros, y prescindiendo de los lados verticales de la cubeta, para compensar zonas destruídas por las intrusiones ígneas, resultará una superficie de 1.275 hectáreas, y tomando sólo 1.270, para redondear cifras, resultaría en la zona rica de la capa de Calatrava: 12.700.000 metros cuadrados  $\times 2,40 \times 1,2 = 36.570.000$  toneladas.

*Conjunto de la cuenca.* — Sumando al tonelaje de este primer horizonte del óvalo Sur el del nuevo encontrado en el óvalo Norte, tendremos, para las capas parcialmente reconocidas, una cifra aproximada de 78.800.000 toneladas de pizarras ricas.

Si el sondeo número 3 corta, como es verosímil, en el óvalo Sur las capas bituminosas 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> del sondeo número 1, tendríamos, además, otros 65 a 70 millones de toneladas de pizarras destilables y se llegaría a una cifra total de 130 a 140 millones, de pizarras bituminosas ricas.

(1) Tomamos deliberadamente cifra inferior a la media en previsión de esterilidades parciales.

### Análisis y ensayos de destilación.

La destilación de las pizarras se hace generalmente a baja temperatura, y los gases de la destilación son arrastrados, por vapor de agua recalentado, antes de que se descompongan al contacto de las paredes calientes de las retortas.

Cuando se trata principalmente de obtener gases, la destilación se hace entre 1.100 y 1.300 grados, y entonces los aceites constituyen un subproducto.

Pueden gasificarse también en generadores, y los gases emplarlos en motores; pero esto tiene el inconveniente de la gran cantidad de cenizas producidas; sin embargo, la industria moderna ha obviado este inconveniente empleándolas en la fabricación de cementos y piedra artificial.

El procedimiento de tratamiento más ventajoso es, según Graefe, la pirogenación a baja temperatura, como se practica en Escocia.

Los aceites brutos escoceses, después de la separación de las resinas ácidas y los fenoles, se tratan como los petróleos para la obtención de esencias, aceite lampante, *gas oil*, aceite de engrase, de parafina y coque. Así, una pizarra escocesa cuya destilación a baja temperatura da 12 por 100 de alquitrán bruto (1), 4 por 100 de gas, 8 por 100 de aguas amoniacales y 76 por 100 de residuo, con el 9 por 100 de carbono por destilación y refinado del aceite bruto, da 3 a 5 por 100 de esencias ( $D_{15} = 0,664/745$ ), 20 a 25 por 100 de aceite lampante ( $D_{15} = 0,786/830$ ), 15 a 20 por 100 de *gas oil* ( $D_{15} = 0,840/0,860$ ), 15 a 20 por 100 de aceite de engrase de alta viscosidad ( $D_{15} = 0,865,895$ ), 3 a 5 por 100 de parafina

(1) HOLDE: *Hydrocarbon oils and saponifiable fats and waxes.*

blanca, 7 a 9 por 100 de parafina dura y de 2 a 3 por 100 de productos alquitranosos, ácidos, básicos y neutros.

Las pizarras objeto de este estudio son bastante parecidas, como posteriormente veremos, a las que hemos citado anteriormente.

#### DESTILACIÓN DE LAS PIZARRAS PROCEDENTES DEL SONDEO NÚMERO 1 DE PUERTOLLANO

*Primer horizonte = entre 355,8 y 357,7 metros.*

El análisis inmediato de estas pizarras del primer horizonte, practicado por L. Menéndez Puget, dió los siguientes resultados:

Humedad.....	1,85 por 100
Materias volátiles .....	14,33 »
Cenizas.....	75,10 »
Carbono fijo.....	8,72 »
	<hr/> 100,00 por 100

#### ANÁLISIS REFERIDO A LA MUESTRA SIN HUMEDAD NI CENIZAS

Materias volátiles.....	62,17 por 100
Carbono fijo. ....	37,83 »
	<hr/> 100,00 por 100

#### DESTILACIÓN LENTA A BAJA TEMPERATURA DE LAS PIZARRAS DEL PRIMER HORIZONTE

Al no disponer de gran cantidad de muestra hemos operado sobre 955 gramos, obteniendo los resultados siguientes:

Aguas amoniacales.....	4,28 por 100
Alquitrán.....	2,62 »
Residuo .....	91,10 »
Gases y pérdidas.....	2,00 »
	<hr/> 100,00 por 100

*Gases húmedos a 0° y 760 mm. = 10,465 m<sup>3</sup> en tonelada.*

La temperatura se llevó hasta 600 grados y la destilación duró seis horas. Las aguas empezaron a 120 grados y los aceites a 400 grados. La marcha del desprendimiento de los gases puede apreciarse en el cuadro siguiente:

Horas	Temperatura de la retorta	Lecturas del contador	Tiempo para pasar un litro de gas
7	24°	40	»
8	100°	»	»
9	200°	»	»
10	300°	»	»
11	400°	»	»
11-30'	450°	42	8'-22"
12-10'	515°	44	8'-14"
12-30'	550°	46	7'-05"
12-45'	580°	48	6'-40"
13	600°	50	6'-05"

Un fraccionamiento de los aceites dió el siguiente resultado:

Aceites que destilan hasta 150 grados.....	0,87	33,20 por 100
» » por encima de 150 grados.	1,75	66,80 »
	<u>2,62</u>	<u>100,00 por 100</u>

Vemos que dominan los aceites de más elevado punto de ebullición (*gas oil*, aceites de engrase, etc.)

*Gases.* — Los gases arden bien y tienen 4.000 calorías por metro cúbico.

## RESIDUO DE LA DESTILACIÓN

El residuo de la destilación todavía tiene bastantes materias volátiles, como puede apreciarse en el siguiente análisis inmediato:

Humedad.....	0,08 por 100
Materias volátiles.....	7,17 »
Cenizas.....	90,07 »
Carbono fijo.....	2,68 »
	<u>100,00 por 100</u>

## DESTILACIÓN LENTA A ALTA TEMPERATURA DE LAS PIZARRAS DEL PRIMER HORIZONTE

También hemos efectuado, con objeto de estudiarlas desde el punto de vista de la gasificación, una destilación de estas pizarras a más alta temperatura, obteniendo los resultados que damos a continuación:

Aguas amoniacales.....	6,94 por 100
Alquitrán.....	2,75 »
Residuo.....	84,07 »
Gases y pérdidas.....	6,24 »
	<u>100,00 por 100</u>

*Gases húmedos a 0° y 760 mm.* = 44,354 m<sup>3</sup> en tonelada.

La destilación sobre 983 gramos de pizarra duró siete horas y media, llegando la temperatura a 900 grados. El mayor desprendimiento de gases tuvo lugar entre los 700 y 860 grados como puede apreciarse en el cuadro que adjuntamos:



Horas	Temperatura de la retorta	Lecturas del contador	Tiempo para pasar un litro de gas
7	100°	53	»
8	200°	»	»
9	300°	»	»
10	400°	»	»
10-50	450°	55	7'-44"
11	500°	57	16'-52"
11-30	530°	59	4'-55"
11-40	550°	61	4'-30"
11-50	580°	63	4'-40"
12	600°	65	6'
12-20	620°	67	5'-44"
12-40	640°	69	5'-55"
12-50	660°	71	6'-04"
13	680°	73	4'-32"
13-10	700°	75	4'-29"
13-30	730°	77	3'-30"
13-40	750°	79	3'-27"
13-50	770°	81	3'-04"
14	790°	83	3'-05"
14-10	800°	85	3'
14-20	820°	87	3'-10"
14-30	840°	89	3'-15"
14-40	850°	91	3'-20"
14-50	860°	93	3'-25"
15	870°	95	4'
15-10	880°	97	4'-31"
15-20	900°	99	5'

#### Fraccionamiento de los aceites:

Aceites que destilan hasta 150 grados . . . . .	0,99	36,00 por 100
» » por encima de 150 grados.	1,76	64,00 »
	<u>2,75</u>	<u>100,00 por 100</u>

*Gases.* — Los gases de la destilación arden bien y tienen 3.529 calorías.

#### PIZARRAS DEL SEGUNDO HORIZONTE

Estas pizarras, cuyas muestras están numeradas de la 1 a la 8, comprenden las profundidades de 377,3 a 381,6 metros.

Son de color negro agrisado, y excepcionalmente satinadas, por lo general hojosas, aunque algunas presentan fractura concoidal.

Estas pizarras responden al siguiente análisis inmediato:

Humedad . . . . .	0,64 por 100
Materias volátiles. . . . .	19,76 »
Cenizas . . . . .	70,76 »
Carbono fijo . . . . .	8,85 »
Azufre total . . . . .	1,46 »
» en las cenizas . . . . .	0,23 »

#### ANÁLISIS DE LA MATERIA CARBONOSA PRESCINDIENDO DE LAS CENIZAS Y LA HUMEDAD:

Materias volátiles . . . . .	69,06 por 100
Carbono fijo . . . . .	30,94 »
Azufre . . . . .	4,29 »

Siguiendo el procedimiento descrito en el trabajo *Destilación a baja temperatura de algunos carbones asturianos* (1), hemos hecho el análisis elemental de las pizarras del segundo horizonte, análisis que damos a continuación:

Humedad . . . . .	0,64 por 100
Cenizas . . . . .	70,75 »
Carbono . . . . .	20,10 »
Hidrógeno . . . . .	2,57 »
Nitrógeno . . . . .	0,53 »
Azufre . . . . .	1,23 »
Oxígeno (por diferencia) . . . . .	4,18 »

(1) C. LÓPEZ SÁNCHEZ AVECILLA y L. MENÉNDEZ PUGET, publicado por la Sección de Combustibles.

ANÁLISIS ELEMENTAL DE LA MATERIA CARBONOSA, PRESCIN-  
DIENDO DE LA HUMEDAD Y CENIZAS.

Carbono.....	70,26	por 100
Hidrógeno . . . . .	8,98	»
Nitrógeno.....	1,85	»
Azufre.....	4,29	»
Oxígeno.....	14,62	»
	<hr/>	
	100,00	por 100

Por los análisis anteriores vemos que las materias volátiles son bastante oxigenadas y ricas en carbono.

DESTILACIÓN A BAJA TEMPERATURA DE LAS PIZARRAS DEL  
SEGUNDO HORIZONTE, MUESTRAS NÚMEROS 1 A 8

La destilación de estas pizarras se llevó hasta 600 grados, tratándose 727 gramos, y se obtuvieron los resultados siguientes:

Aguas amoniacales.....	3,15	por 100
Alquitrán.....	10,66	»
Residuo.....	81,48	»
Gases y pérdidas.....	4,71	»
	<hr/>	
	100,00	por 100

Gases húmedos a 0° y 760 mm. = 26,280 m<sup>3</sup> en tonelada.

La destilación duró cinco horas; las aguas empezaron a 300 grados y los aceites a 450 grados. Como puede observarse en el siguiente cuadro de la marcha de la destilación, el mayor desprendimiento de gases tuvo lugar entre los 480 y 600 grados.

Horas	Temperatura de la retorta	Lecturas del contador	Tiempo para pasar un litro de gas
6	100°	42	»
7	200°	»	»
8	300°	»	»
9	400°	44	9'-27"
9-15'	420°	46	8'
9-28'	440°	48	8'-55"
9-35'	460°	50	9'-22"
9-45'	480°	52	7'-20"
10	500°	54	6'
10-15'	520°	56	5'-30"
10-30'	560°	58	5'-35"
10-45'	580°	60	5'
11	600°	63	9'-20"

DESTILACIÓN FRACCIONADA

El fraccionamiento de los aceites dió el siguiente resultado:

Aceites que destilan hasta 150 grados.....	1,64	15,39	por 100
» » » entre 150 y 300 grados....	2,32	21,76	»
» » » » 300 y 360 grados. . .	5,52	51,76	»
Residuo carbonoso. . . . .	0,64	6,00	»
Gases y pérdidas.....	0,54	5,06	»
	<hr/>		
	10,66	100,00	por 100

Los aceites que destilan hasta 150 grados, esencias y bencenos, son de color vino de Málaga y se oscurecen por oxidación. Los que destilan entre 150 y 300 grados son oscuros y algo viscosos, pueden considerarse como aceites lampantes y para motores; los que destilan entre 300 y 360 grados son oscuros y viscosos, pueden emplearse como aceites de engrase. Seguramente son ricos en parafinas.

Vemos que las fracciones ligeras, esencias, no constituyen más que el 15,39 por 100 del total de aceites.

**Gases.** — Los gases de la destilación arden bien y son ricos en elementos combustibles; tienen 6.010 calorías por metro cúbico.

DESTILACIÓN LENTA A ALTA TEMPERATURA DE LAS PIZARRAS DEL SEGUNDO HORIZONTE 1 A 8

Esta destilación se llevó hasta 900 grados y en ella se obtuvieron los resultados siguientes:

Aguas amoniales . . . . .	5,78	por 100
Alquitrán.. . . . .	9,95	»
Residuo. . . . .	81,08	»
Gases y pérdidas. . . . .	3,19	»
	<hr/> 100,00 por 100 <hr/>	

*Gases húmedos a 0° y 760 mm.* = 51,420 m<sup>3</sup> en tonelada.

La destilación duró ocho horas, empezando a condensarse las aguas a 350 grados y los aceites a 440. El mayor desprendimiento de gases tuvo lugar entre los 730 y 860 grados, como puede apreciarse en el cuadro adjunto, que indica la marcha de la destilación:

Horas	Temperatura de la retorta	Lecturas del contador	Tiempo para pasar un litro de gas
6	100°	66	»
7	200°	»	»
8	300°	»	»
9	400°	»	»
9-20'	440°	68	8'-10"
9-40'	460°	70	7'-50"
10	500°	72	7'-40"
10-30'	550°	74	10'-05"
10-50'	560°	76	9'-08"
11	600°	78	8'-05"
11-40'	650°	80	8'
12	700°	82	9'-10"

Horas	Temperatura de la retorta	Lecturas del contador	Tiempo para pasar un litro de gas
12-10'	720°	84	5'-30"
12-20'	730°	86	4'-25"
12-40'	740°	88	4'-05"
12-50'	760°	90	3'-20"
13	800°	92	3'-95"
13-10'	820°	94	3'-43"
13-15'	830°	96	3'-30"
13-20'	840°	98	3'-38"
13-30'	860°	100	3'-82"
14	900°	102	10'-08"

DESTILACIÓN FRACCIONADA

El fraccionamiento del alquitrán bruto dió los productos siguientes:

Aceites que destilan hasta 150 grados. . . . .	2,13	21,40	por 100
» » » entre 150 y 260 grados. . . . .	1,80	18,09	»
» » » » 260 y 335 grados. . . . .	4,32	43,42	»
» » » » 335 y 360 grados. . . . .	1,22	12,26	»
» » » hasta 300 grados en el vacío	0,07	0,70	»
Coque del alquitrán. . . . .	0,25	2,61	»
Gases y pérdidas. . . . .	0,16	1,62	»
	<hr/> 9,95		<hr/> 100,00 por 100 <hr/>

*Aceites que destilan hasta 150 grados.* — Son de color vino de Málaga, con marcado olor a esencia.  $D_{15} = 0,7635$ . Pueden considerarse como esencias y benzoles.

*Aceites que destilan entre 150 y 260 grados.* — Color de aceite de oliva sucio y algo fluorescente.  $D_{15} = 0,8445$ . Puede considerarse como un *gas oil*.

*Aceites que destilan entre 260 y 335 grados.* — Aceites **algo viscosos**, color vino de Málaga.  $D_{15} = 0,8826$ . Aceites de engrase.

*Aceites que destilan en el vacío hasta 300 grados.* — Muy



viscosos, semilíquidos a 23 grados; color marrón verdoso oscuro.  $D_{15} = 0,9146$ . También son aceites de engrase.

**Gases.** — Los gases de la destilación arden bien; su análisis, en volumen, es el siguiente:

Acido sulfhídrico.....	0,31	por 100
» carbónico.....	8,67	»
Hidrocarburos pesados (etileno, acetileno) ..	1,91	»
Oxígeno.....	1,21	»
Óxido de carbono . . . . .	12,81	»
Hidrógeno.....	24,09	»
Metano.....	29,93	»
Nitrógeno por diferencia.....	21,07	»
	<u>100,00</u>	por 100

Indudablemente durante la destilación entró algo de aire en el aparato, originando la combustión de parte del carbono.

Las calorías determinadas con el calorímetro fueron 5.071, y las deducidas de la composición de los gases, 4.300. Su peso, deducido también de la composición, de 0,866 gramos por litro, peso que también nos confirma la suposición de que entró aire en la retorta durante la destilación.

#### RESIDUO DE LA DESTILACIÓN

El residuo de la destilación no tiene apenas materias volátiles, como se deduce del siguiente análisis inmediato:

Humedad.....	0,07	por 100
Materias volátiles.....	0,30	»
Cenizas.....	90,12	»
Carbono fijo.....	9,51	»
	<u>100,00</u>	por 100

#### Segundo horizonte (muestras números 4, 5, 6, 7 y 8)

Las pizarras de estas muestras responden al siguiente análisis inmediato:

Humedad.....	0,72	por 100
Materias volátiles. . . . .	21,68	»
Cenizas.....	67,90	»
Carbono fijo.....	9,70	»
	<u>100,00</u>	por 100

#### ANÁLISIS DE LA MATERIA CARBONOSA, PRESCINDIENDO DE LA HUMEDAD Y CENIZAS.

Materias volátiles.....	69,09	por 100
Carbono fijo.....	30,91	»
	<u>100,00</u>	por 100

Estas pizarras tienen un aspecto casi igual a las otras de este horizonte y algo más de materia carbonosa que la muestra media de aquél. Están, por lo que respecta a materias volátiles y carbono fijo, igualmente constituidas que la media antes citada. Con respecto a la del primer horizonte, tiene más materias volátiles.

La destilación, que duró cinco horas, se llevó hasta 600 grados. Las aguas empezaron a los 200 grados y los aceites a los 400 grados. Apenas hubo desprendimiento de gases. Se obtuvieron los resultados siguientes:

Aguas amoniacales.....	3,85	por 100
Alquitrán.....	12,19	»
Breas condensadas en la tapa de la retorta.	0,81	»
Residuo.....	80,84	»
Gases y pérdidas.....	2,31	»
	<u>100,00</u>	por 100

Gases húmedos a 0° y 760 mm. = 8 m<sup>3</sup> en tonelada.

## DESTILACIÓN FRACCIONADA

La destilación fraccionada dió los siguientes resultados:

Aceites que destilan entre 72 y 120 grados.	1,36	11,14 por 100
» » » 120 y 150 grados.	4,04	33,14 »
» » » 150 y 300 grados.	3,01	24,69 »
» » » 300 y 360 grados.	2,67	21,90 »
» » en el vacío entre 250 y 350 grados.	0,79	6,50 »
Residuo.	0,27	2,21 »
Gases y pérdidas.	0,05	0,42 »
	<u>12,19</u>	<u>100,00 por 100</u>

*Fracción que destila entre 72 y 120 grados.*—Esta fracción es casi incolora y transparente, muy movable y con marcado olor a esencia.  $D_{15} = 0,7341$ . Puede clasificarse como una esencia ligera.

*Fracción que destila entre 120 y 150 grados.*—Color vino de Málaga, muy movable.  $D_{15} = 0,7968$ . Es una esencia pesada de motores.

*Fracción que destila entre 150 y 300 grados.*—También color vino de Málaga, ligeramente viscosa.  $D_{15} = 0,8418$ . Puede considerarse como un *gas oil*.

*Fracción que destila entre 300 y 360 grados.*—Color verdoso oscuro, algo fluorescente y viscosa.  $D_{15} = 0,8867$ . Se puede clasificar como un aceite de engrase.

*Fracción que destila en el vacío entre 250 y 360 grados.*—Sólida a la temperatura ambiente, oscura. —  $D_{15} = 0,9116$ . Aceite de engrase.

Vemos que en estas pizarras los alquitranes dan una mayor proporción de aceites ligeros y esencias.

*Gases.*—Los gases arden bien y tienen 4.000 calorías.

## RESIDUO

Humedad . . . . .	0,15 por 100
Materias volátiles . . . . .	1,85 »
Cenizas . . . . .	85,45 »
Carbono fijo . . . . .	12,55 »
	<u>100,00 por 100</u>

*Tercer horizonte, de 398,3 a 398,9 metros (muestras números 11, 12 y 13)*

Las pizarras de este horizonte, de igual aspecto que las del segundo, responden al siguiente análisis inmediato:

Humedad . . . . .	0,21 por 100
Materias volátiles . . . . .	23,94 »
Cenizas . . . . .	67,10 »
Carbono fijo . . . . .	8,75 »
	<u>100,00 por 100</u>

## ANÁLISIS INMEDIATO DE LA MATERIA CARBONOSA, PRECINDIENDO DE LA HUMEDAD Y CENIZAS

Materias volátiles . . . . .	73,23 por 100
Carbono fijo . . . . .	26,77 »
	<u>100,00 por 100</u>

Vemos que la sustancia carbonosa de las pizarras del tercer horizonte es más rica en materias volátiles que las de los otros.

## DESTILACIÓN LENTA A ALTA TEMPERATURA

Esta destilación se llevó hasta 900 grados y duró ocho horas. Las aguas empezaron a los 240 grados, y los aceites a

los 360 grados. Los productos de la destilación fueron los siguientes:

Aguas amoniacales.....	4,68	por 100
Alquitrán.....	13,07	»
Residuo.....	77,05	»
Gases.....	3,35	»
Pérdidas.....	1,97	»
	<u>100,00</u>	<u>por 100</u>

Gases húmedos a 0° y 760 mm. = 48,820 m<sup>3</sup> en tonelada.

La marcha de la destilación puede seguirse en el siguiente cuadro:

Horas	Temperatura de la retorta	Lecturas del contador	Tiempo para pasar un litro de gas
6	100°	51	»
7	200°	»	»
8	300°	»	»
9	400°	»	»
9-10'	420°	53	24'-37"
10	500°	»	»
10-30'	550°	55	5'-24"
10-40'	570°	57	5'-10"
10-50'	580°	59	5'
11	600°	61	5'-45"
11-30'	650°	63	6'-07"
11-40'	670°	65	8'-08"
11-50'	680°	67	8'-16"
12	700°	69	8'
12-30'	750°	71	6'-20"
12-50'	780°	73	5'-30"
13	800°	75	5'-44"
13-10'	820°	77	7'-25"
13-30'	830°	79	8'-10"
13-45'	870°	»	»
14	900°	»	»

### DESTILACIÓN FRACCIONADA

El fraccionamiento de los aceites dió los siguientes productos:

Aceites que destilan hasta 150 grados.....	3,00	22,95	por 100
» » » entre 150 y 300 grados . . .	3,31	25,33	»
» » » en vacío hasta 390 grados..	5,46	41,78	»
Residuo.....	0,21	1,60	»
Gases y pérdidas.....	1,09	8,34	»
	<u>13,07</u>	<u>100,00</u>	<u>por 100</u>

*Aceites que destilan hasta 150 grados.* — Tienen color vino de Málaga; por oxidación oscurece mucho.  $D_{15} = 0,7921$ . Esencias.

*Aceites que destilan entre 150 y 300 grados.* — Muy oscuros.  $D_{15} = 0,8642$ . Puede considerarse como un *gas oil*.

*Aceites que destilan hasta 350 grados en el vacío.* — Muy oscuros y viscosos.  $D_{15} = 1,0881$ . Aceites de engrase.

*Gases.* — Los gases tienen la siguiente composición en volumen:

Acido sulfhídrico... ..	0,40	por 100
» carbónico.....	3,75	»
Hidrocarburos pesados (etileno, acetileno, etcétera).....	2,83	»
Oxígeno... ..	0,68	»
Óxido de carbono.. ..	3,34	»
Hidrógeno.....	31,06	»
Metano.....	42,87	»
Nitrógeno (por diferencia).....	15,07	»
	<u>100,00</u>	<u>por 100</u>

Las calorías obtenidas por el calorímetro fueron 6.100 y las deducidas del cálculo 5.600.



## RESIDUO

El residuo de la destilación responde al siguiente análisis inmediato:

Humedad.....	0,14 por 100
Materias volátiles.....	1,42 »
Cenizas.....	81,65 »
Carbono fijo.....	16,79 »
	100,00 por 100

## Utilización industrial

En los detallados análisis que anteriormente dejamos consignados, se destaca que las muestras números 4 a 8 del segundo horizonte, zona central del mismo, con 1,40 metros de espesor, y las del tercer horizonte, con 0,55 metros, son extremadamente ricas. Las primeras dan hasta 5,40 por 100 de esencias y un total de 12,19 por 100 de alquitrán, mientras que las muestras números 11, 12 y 13, del tercer horizonte, dan 3 por 100 de esencias y hasta 13,07 por 100 de alquitrán, en la destilación fraccionada.

Para mantenernos en límites prudentes sólo calcularemos a base de los resultados, más modestos, obtenidos con las muestras medias del segundo horizonte, que en destilación fraccionada nos dió: 1,64 por 100 de esencias, más 2,32 por 100 de aceites lampantes y 5,52 por 100 de aceites para engrases; el total de alquitrán determinado en dichas muestras fué de 10,66 por 100, como media.

Resultaría así que para 78 millones de toneladas de pizarras ricas, tendríamos, en números redondos, más de 8.100.000 toneladas de alquitranes, cifra que sería casi duplicada si el

sondeo número 3 comprueba la existencia de los nuevos horizontes bituminosos en el óvalo Sur de la cuenca.

Para el caso de una gran instalación que destilara 2.000 toneladas de pizarras por día, o 700.000 al año, rivalizando con las ya existentes en Norteamérica, tendríamos: 11.400 toneladas de esencias, más 16.200 toneladas de aceites lampantes y 38.600 toneladas de aceites para engrases. Este tonelaje representaría una muy importante fracción del consumo nacional, y ejercería notable influencia en nuestra economía y defensa nacional si, forzando el *cracking* o hidrogenando los aceites pesados, llegáramos a obtener una mayor proporción de aceites ligeros y esencias.

Madrid, octubre de 1930.

## APÉNDICE

## ESTUDIO DE LAS PIZARRAS DEL SEGUNDO SONDEO

Segundo horizonte de 274,5 a 283,3 metros de profundidad.

Muestras de una a tres inclusive (parte inferior del segundo horizonte).

Estas pizarras son gris oscuro y poco satinadas. Su análisis inmediato es el siguiente:

Humedad.....	0,85	por 100
Materia volátiles ..	20,35	»
Cenizas .....	70,61	»
Carbono fijo.....	8,19	»
Azufre total .....	1,35	»
» en las cenizas.....	0,26	»
» combustible.....	1,07	»

## RESULTADOS REFERIDOS A LA PIZARRA SIN HUMEDAD NI CENIZAS

Materias volátiles.....	71,31	por 100
Carbono fijo.....	28,69	»
	<u>100,00</u>	por 100

## DESTILACIÓN A BAJA TEMPERATURA

La destilación a baja temperatura dió los resultados siguientes:

Aguas amoniacales ..	3,57	por 100
Alquitrán .....	8,35	»
Alquitranes que destilan a alta temperatura y condensados en la tapa de la retorta.	1,01	»
Residuo de la destilación.....	83,60	»
Gases y pérdidas.....	3,47	»
	<u>100,00</u>	por 100

Gases a 0° y 760 mm. = 29,620 m<sup>3</sup> en tonelada.

La operación se efectuó sobre 710 gramos de pizarra llevándose hasta 600 grados. Las aguas empezaron a los 260 grados y los aceites a los 400 grados. La marcha de la destilación puede observarse en el siguiente cuadro:

Horas	Temperatura de la retorta	Litros de gas — Totales	Tiempo para pasar un litro
8	100°	2	»
9	200°	»	»
10	300°	»	»
11	400°	»	»
11-30'	450°	4	10'
11-50'	480°	6	3'-05"
12	500°	8	2'-22"
12-10'	510°	10	2'-30"
12-20'	520°	12	2'-26"
12-25'	540°	14	2'-51"
12-30'	550°	16	3'
12-40'	560°	18	2'-46"
12-50'	580°	20	3'-22"
12-55'	590°	22	3'-31"
13	600°	24	3'-40"

## DESTILACIÓN FRACCIONADA

La destilación fraccionada dió los siguientes resultados:

Aceites que destilan hasta 150 grados.....	1,90	22,75	por 100
» » » entre 150 y 300 grados....	3,41	40,83	»
» » » en el vacío entre 270 y 360 grados.....	2,41	28,86	»
Residuo de la destilación.....	0,58	6,95	»
Gases y pérdidas.....	0,05	0,61	»
	<u>8,35</u>	<u>100,00</u>	por 100

*Aceites que destilan hasta 150 grados.* — Estos aceites son claros, muy movibles y con olor a gasolina. Su peso específico a 15 grados es 0,7682.

*Aceites que destilan entre 150 y 300 grados.* — Son de color de aceite de oliva; oscurecen por oxidación. Apenas tienen olor y son bastante flúidos. Su peso específico a 15 grados es 0,8643.

*Aceites que destilan en el vacío entre 270 y 360 grados.*  
Son de color marrón verdoso y poco fluidos. Su peso específico a 15 grados es 0,9109.

*Residuo de la destilación.* — Es oscuro y sólido a la temperatura ambiente.

#### GASES

Los gases de la destilación arden bien y tienen una potencia calorífica de 7.324 calorías.

#### RESIDUO DE LA DESTILACIÓN

El residuo de la destilación es oscuro y responde al siguiente análisis inmediato:

Humedad.....	0,35	por 100
Materias volátiles.....	4,97	»
Cenizas.....	79,32	»
Carbono fijo.....	15,36	»
Azufre total.....	1,13	»
» en las cenizas.....	0,07	»
» combustible.....	1,06	»

#### RESULTADOS REFERIDOS AL RESIDUO SIN HUMEDAD NI CENIZAS

Materias volátiles.....	24,45	por 100
Carbono fijo.....	75,55	»
	<u>100,00</u>	por 100

#### Muestras de 4 a 10 inclusive (parte superior del segundo horizonte).

Estas pizarras son oscuras, azuladas y poco satinadas; el análisis inmediato dió los siguientes resultados:

Humedad.....	1,05	por 100
Materias volátiles.....	22,60	»
Cenizas.....	69,00	»
Carbono fijo.....	7,35	»
Azufre total.....	1,79	»
» en las cenizas.....	0,01	»
» combustible.....	1,78	»

#### RESULTADOS REFERIDOS A LA PIZARRA SIN HUMEDAD NI CENIZAS

Materias volátiles.....	75,45	por 100
Carbono fijo.....	24,55	»
	<u>100,00</u>	por 100

#### DESTILACIÓN A BAJA TEMPERATURA

La destilación a baja temperatura llevada hasta los 600 grados dió los siguientes resultados:

Aguas amoniacales.....	3,89	por 100
Alquitranes.....	6,60	»
Alquitranes que destilan a alta temperatura y condensados en la tapa de la retorta.....	0,89	»
Residuo de la destilación.....	84,90	»
Gases y pérdidas.....	3,72	»
	<u>100,00</u>	por 100

*Gases a 0° y 760 mm. de presión = 28,530 m<sup>3</sup> en tonelada.*

La operación se hizo sobre 587 gramos empezando a desprenderse las aguas a los 250 grados y los aceites a los 380 grados.

La marcha de la destilación puede apreciarse en el siguiente cuadro:

Horas	Temperatura de la retorta	Litros de gas — Totales	Tiempo para pasar un litro de gas
8	100°	20	»
9	200°	»	»
10	300°	»	»
11	400°	»	»
11-10'	420°	22	6'-02"
11-30'	450°	24	5'-40"
11-50'	470°	26	5'-28"
12	500°	28	5'-35"
12-15'	530°	30	5'-12"
12-30'	550°	32	4'-54"
12-40'	560°	34	3'-29"
12-50'	580°	36	4'-12"
13	600°	38	4'-30"



## DESTILACIÓN FRACCIONADA

En la destilación fraccionada se obtuvieron los siguientes resultados:

Aceites que destilan hasta 150 grados.....	1,77	26,82 por 100
» » » entre 150 y 300 grados....	2,66	40,33 »
» » » en vacío hasta 310 grados.	1,37	20,76 »
Residuo.....	0,79	11,97 »
Gases y pérdidas.....	0,01	0,12 »
	<u>6,60</u>	<u>100,00 por 100</u>

*Aceites que destilan hasta 150 grados.* — Estos aceites son claros y oscurecen por oxidación; huelen a gasolina y son muy movibles. Su peso específico a 15 grados es 0,7906.

*Aceites que destilan entre 150 y 300 grados.* — Los aceites que destilan entre 150 y 300 grados son de color claro, amarillo, algo fluorescente; son flúidos y huelen algo a productos sulfurados. Su peso específico a 15 grados es de 0,8650.

*Aceites que destilan en el vacío hasta 310 grados.* — Son de color marrón oscuro, bastante consistentes y con marcado olor a productos sulfurados. Su peso específico a 15 grados es 0,9102.

*Residuos de la destilación.* — Es oscuro y sólido a la temperatura ambiente.

## GASES

Los gases de la destilación arden bien y tienen 6.949 calorías.

## RESIDUO DE LA DESTILACIÓN

El producto de la destilación responde a las siguientes características:

Humedad.....	0,45 por 100
Materias volátiles.....	6,03 »
Cenizas ..	81,82 »
Carbono fijo.....	11,70 »
Azufre total.....	1,37 »
» en las cenizas.....	0,01 »
» combustible.....	1,36 »

## RESULTADOS REFERIDOS AL RESIDUO SIN HUMEDAD NI CENIZAS

Materias volátiles.....	34,01 por 100
Carbono fijo.....	65,99 »
	<u>100,00 por 100</u>

*Tercer horizonte de 295,9 a 296,7 metros de profundidad.*

*Muestras de la 11 a la 13 inclusive.*

Las pizarras objeto de este estudio son gris oscuro, en ocasiones satinadas y responden al siguiente análisis inmediato:

Humedad.....	1,10 por 100
Materias volátiles.....	18,80 »
Cenizas ..	72,86 »
Carbono fijo .....	7,24 »
Azufre total .....	1,52 »
» en las cenizas.....	0,35 »
» combustible.....	1,17 »

## RESULTADOS REFERIDOS A LA PIZARRA SIN HUMEDAD NI CENIZAS

Materias volátiles.....	72,19 por 100
Carbono fijo.....	27,81 »
	<u>100,00 por 100</u>

## DESTILACIÓN A BAJA TEMPERATURA

La destilación se efectuó a baja temperatura llevándose hasta 600 grados y en ella se obtuvieron los resultados siguientes:

Aguas amoniacales.....	1,65 por 100
Alquitranes.....	7,40 »
Alquitranes que destilan a alta temperatura y condensados en la tapa de la retorta.	0,88 »
Residuo carbonoso.....	87,65 »
Gases y pérdidas.....	3,32 »
	<u>100,00 por 100</u>

*Gases a 0° y 760 mm. de presión. = 31,760 m<sup>3</sup> en tonelada.*

Las aguas empezaron a desprenderse a los 150 grados y los aceites a los 270 grados.

Se operó sobre 808 gramos de muestra y la marcha de la operación puede apreciarse en el siguiente cuadro:

Horas	Temperatura de la retorta	Litros de gas — Totales	Tiempo para pasar un litro
8	100°	57	»
9	200°	»	»
10	300°	»	»
11	400°	»	»
11-15'	430°	59	13'
11-30'	450°	61	4'
11-40'	460°	63	3'-45"
11-50'	470°	65	3'-50"
12	490°	57	4'-34"
12-10'	500°	69	5'-14"
12-20'	510°	71	4'-35"
12-30'	520°	73	4'-30"
12-40'	530°	75	3'-35"
12-50'	540°	77	3'-48"
13	560°	79	4'-10"
13-10'	580°	81	5'-23"
13-20'	600°	83	5'-40"

#### DESTILACIÓN FRACCIONADA

De la destilación fraccionada de los aceites se obtuvieron los resultados siguientes:

Aceites que destilan hasta 150 grados.....	2,98	40,27 por 100
» » » entre 150 y 305 grados....	2,82	38,11 »
» » » en el vacío hasta 350 grados	1,18	15,94 »
Residuo de la destilación.....	0,25	3,38 »
Gases y pérdidas.....	0,17	2,30 »
	<u>7,40</u>	<u>100,00 por 100</u>

*Aceites que destilan hasta 150 grados.* — Estos aceites son ligeramente amarillentos y muy movibles. La densidad a 15

grados es 0,7803. Huelen a gasolina y pueden considerarse como tales.

*Aceites que destilan entre 150 y 305 grados.* — Son de color de vino de Málaga, flúidos y con olor a gasolina. Su peso específico a 15 grados es 0,8715.

*Aceites que destilan en el vacío hasta 350 grados.* — Son oscuros y consistentes. Su densidad a 15 grados es 0,9196.

*Residuo de la destilación.* — Es oscuro y sólido a la temperatura ambiente.

#### GASES

Los gases de la destilación arden bien y su potencia calorífica es de 6.175 calorías.

#### RESIDUO DE LA DESTILACIÓN

El residuo de la destilación es oscuro y responde al siguiente análisis inmediato:

Humedad.....	0,10 por 100
Materias volátiles.....	5,65 »
Cenizas.....	84,92 »
Carbono fijo.....	9,33 »
Azufre total.....	1,46 »
» en las cenizas.....	0,04 »
» combustible.....	1,42 »

#### RESULTADOS REFERIDOS AL RESIDUO SIN HUMEDAD NI CENIZAS

Materias volátiles.....	37,71 por 100
Carbono fijo.....	62,29 »
	<u>100,00 por 100</u>

# **EL TERREMOTO DE MONTILLA**

FOR

ANTONIO CARBONELL TRILLO-FIGUEROA

Ingeniero de Minas.



## EL TERREMOTO DE MONTILLA

El día 5 de julio del corriente año 1930, a las once y cuarto de su noche, durante un período de tiempo no inferior a ocho segundos, se sintió en buena parte de la Península un sismo cuyo epicentro casi coincide con el emplazamiento de la ciudad de Montilla.

Comisionados por el Instituto Geológico y Minero de España para informar sobre el fenómeno, conocedores del país, cuya infraestructura analizamos hace años, hemos procedido al estudio de los elementos de juicio que el vestigio del terremoto y la información sobre el mismo nos brindaban, y aunque ausentes accidentalmente de la tierra natal en el momento de ocurrir el hecho, creemos poder aclarar la cuestión en la forma que seguidamente se expresa.

Pero antes, ya que el presente trabajo, por su carácter científico, se ha de separar de lo que sensibilidad y economía representa, séanos permitido hacer constar en esta introducción, que realmente este sismo puede considerarse en la antecámara de lo catastrófico por lo que a la población de Montilla se refiere, ya que las pérdidas materiales, secuela del mismo, no pueden estimarse inferiores a un millón de pesetas, afectas principalmente a familias modestas, lo que para una población de 15 a 20.000 habitantes supone una pérdida de 66 a 50 pesetas por habitante; es decir, que en un Madrid o una Barcelona representaría en un caso similar una pérdida de 66 a 50

millones de pesetas. Providencialmente no hubo que registrar desgracias personales.

Y, sin embargo, comparando con los casos conocidos, a la vista de los desplazamientos pétreos que la corteza terrestre guardó esculpidos en rasgos indelebles, el sismo de Montilla es un episodio breve y banal, que a la vista de sus resultados permite elevar el espíritu dentro de módulos concretos a la admiración de los espasmos apocalípticos que en su cadena van siendo el hecho de la vida de los mundos, de la vida de la Tierra en particular, hecho conjunto de hechos hoy plasmados en estratos, capas, sedimentos y masas, cuya huella quedó patente al que investiga.

\* \* \*

Para poder seguir al detalle el desarrollo de los sucesos dividiremos nuestro trabajo en correlativos apartados que nos permiten llegar a conclusiones al par que quedan relatados los acontecimientos.

De esta forma trataremos sucesivamente cuanto concierne a presagios del sismo, génesis, informaciones científicas y sensibles del sismo, deducciones y posibilidades de nuevos terremotos.

## I

### Presagios del sismo de Montilla

En los números de *El Defensor de Córdoba*, correspondientes a los días 15 y 18 de mayo de 1928, publicamos con el nombre de «Los sismos futuros afectarán a España», los artículos siguientes.

El terremoto sentido en San Francisco de California el 18 de abril de 1906, llevó consigo una de las catástrofes más formidables que registra la historia, más que por los destrozos que aquél causara, por los que fueron debidos a los incendios originados por las roturas de las tuberías del gas y del abastecimiento de agua de la población.

Precedentemente, en 1755, en el maremoto de Lisboa perecieron 40.000 personas. La catástrofe de la Martinica, en 1902, revistió importancia análoga a la anterior; entonces el agente exterminador fué la erupción volcánica del Monte Pelé.

La antigüedad nos ha legado el recuerdo de las emisiones del Vesubio, la destrucción de Pompeya y Herculano. Conocida es la sismicidad casi permanente del suelo japonés. Y quién en nuestro país no recuerda las catastróficas proporciones del terremoto que el 25 de diciembre de 1884 asoló una parte de las colindantes provincias de Málaga y Granada, donde quedaron ruinosas unas diez mil viviendas.

Los diarios en estos últimos meses, después del tremendo terremoto de 1 de septiembre de 1923, que tantas calamidades originó en el Japón, de nuevo traen noticias de esos colosales titileos del suelo que habitamos, ya en el Asia Menor, ya en Bulgaria, y a la vez que horroriza ver en la prensa ilustrado el

informe montón de ruinas a que quedaron reducidas construcciones espléndidas, nos anuncian que el Vesubio de nuevo parece entrar en una fase de actividad.

Si en el mapa del mundo se colocan los centros de estos movimientos del suelo, no ya sólo perceptibles, sino a veces verdaderamente catastróficos para la Humanidad, se observa que los mismos tienden a definir una especie de zona extendida a ambos lados de un círculo máximo que rodea la Tierra pasando por las Antillas, donde los terremotos y maremotos de La Habana son conocidos por la intensidad que revistieron, cruza por el Pacífico a las islas del Imperio japonés, penetra en China, y por la cordillera del Himalaya sigue a bordear la fosa del Mediterráneo, terminando los efectos visibles en la Península Ibérica, desde la cual otra solución de continuidad impuesta por el Atlántico permite creer en el enlace con América Central.

Precisamente ese itinerario se halla cubierto de tal número de vestigios de plegamientos de la corteza terrestre, que gracias a ello he podido cimentar mis hipótesis tectónicas, según las cuales la Tierra está definida por dos casquetes, dos cúpulas colosales unidas por una zona de fractura, de inestabilidad, definida por el enfriamiento y la contracción del planeta y por otras causas, quedando relegadas todas las demás zonas de ese tipo a un lugar secundario; son estas últimas, pudiéramos decir, grietas menos graves del casquete terráqueo en que aparecen.

Prácticamente se puede sintetizar este hecho significando que los Alpes, los Cárpatos, la Sierra Nevada, representan arrugamientos fundamentales, zonas de fractura colosal entre los dos casquetes en que aparece así dividida la Tierra, en tanto que los Urales, los Apeninos, y en España los mismos Pirineos, representan hendiduras marginales, secundarias en el magno conjunto.

De una manera cierta se ha podido llegar a la conclusión

de que estos grandes plegamientos de la corteza terrestre se han efectuado en sucesivas épocas, seguidas de períodos de tranquilidad relativa; los espasmos de la madre tierra han debido así revestir grandiosas fases a través del tiempo; pero constantemente parece como si esas plegaduras originadas por un acercamiento de los casquetes se realizaran hacia la misma región, ésa que hemos dicho que define una amplia zona que rodea al mundo pasando aproximadamente por los lugares que precedentemente quedaron consignados.

Se ha visto que el conjunto de plegamientos primitivos pasa por el Norte de Inglaterra y por el Canadá, que el siguiente sigue desde el Norte de Europa a los Estados Unidos, que el inmediato haz de plegaduras afecta a las cuencas hulleras de Europa Central y a las nuestras de Asturias y Bélmez. Por último, los movimientos alpinos, última fase importante del plegamiento de la Tierra, dejaron hitos de su paso a todo lo largo del inmenso continente asiático, de Europa y de América Central.

Lógica derivación de todo ello es que al Sur de esa línea de plegaduras de la Tierra se estime que en el futuro está latente el germen de las nuevas cordilleras, que en parte surgirán del Mediterráneo para adosarse a la cenefa montañosa de la actual Europa meridional.

Claro es que, precisamente las mismas, esas colosales arrugas de la corteza térrea, han de surgir de aquellas porciones del suelo más débiles, menos resistentes a los esfuerzos derivados de la contracción general y de otras causas.

Por dichas razones se deduce que tales lugares deben ser aquellos en que se acuse de manera clara e insistente el titileo colosal de la corteza terrestre. Y obsérvese que, precisamente por caminos distintos, el de la observación geológica y el de la observación sismológica, se llega a la evidencia de que precisamente estos lugares débiles de la corteza aparecen al pie de las



cordilleras actuales, en ellas mismas, en los parajes donde el suelo se encuentra más dislocado.

En un paramento cualquiera que se agriete, se observa que la hendidura visible va avanzando por fases sucesivas; a cada asiento de los materiales componentes sobre los deprimidos corresponde una prolongación de la fisura. En la casa que habitamos, en el enlucido que diariamente vemos, pueden hacerse estas observaciones.

De análoga manera, a medida que en un lugar de la construcción de la Tierra hay un desequilibrio, éste parece transmitirse con el tiempo, y de una manera particular en la zona que rodea al planeta y que quedó ligeramente reseñada en lo anterior.

*La sucesión de los movimientos sísmicos en los últimos años, que hemos anotado, San Francisco de California, Japón, Bulgaria, avanza de Este a Oeste, se aproxima a nuestro país, que en mayor o menor intensidad, hacia la zona de Andalucía meridional, parece que fatalmente será afectada por las oscilaciones de la Tierra.*

## II

**El sismo de Montilla**

En efecto, llegó el momento en que un intenso desequilibrio en las masas de la litosfera fué transmitido sensiblemente a la superficie de Andalucía, y he aquí el suceso tal y como puede reconstituirse según los relatos más veraces de los vecinos de Montilla.

El día 5 de julio de 1930, hacia las diez de la noche, se notó en el pueblo de Montilla un brusco descenso de la temperatura. A las once y cuarto se sintió un fuerte ruido semejante al rodar de un grupo de camiones o de una escuadrilla de aeroplanos que volaran bajo, y casi conjuntamente una fuerte sacudida, seguida de otras no menos intensas y sensiblemente verticales, cuya duración total se estima en ocho segundos, sucesos que sembraron el pánico en el público, originando carreras y desbandada general en los lugares de reunión, lo que motivó los contusos y lesionados que sufrieron percances con este motivo.

La alarma sembrada en la población, sobre todo en los barrios modestos del Norte y del Este, que fueron los más castigados, dieron como consecuencia origen a una verdadera huida de parte de los vecinos hacia el campo, donde pernoctaron la referida noche del día 5.

El recuerdo de los terremotos que al final del pasado siglo asolaron parte de la provincia de Granada, las noticias tendenciosas circuladas al efecto, hicieron que la intranquilidad siguiera reinando durante varios días en el pueblo de Montilla; fomentada, como decimos, por las exageradas noticias que se

recibían de los pueblos inmediatos, infundadas en su mayoría, y por el temor de que el fenómeno se repitiera.

Según los informes recogidos, las caballerías no experimentaron intenso temor, o al menos no se desmandaron; las aves abandonaron su quietud nocturna brevemente, y en la arboleda se notó el ruido característico de una ráfaga de aire que pasa.

Los edificios sufrieron desperfectos intensos, habiendo quedado particularmente castigadas diferentes casas en la cantidad y el lugar que se indica: calle de Santa Brígida, 40; San Francisco, 12; Pi y Margall, 15; Molinos Alta, 10; Llano del Palacio, 1; San Sebastián, 2; Feria, 12; Gran Capitán, 8, y otras en las calles Piedra Blanca, Corredera, Puerta de Aguilar y General Jiménez Castellanos.

Rara es la casa de Montilla donde en mayor o menor grado no quedaron vestigios del sismo, habiendo ocurrido con posterioridad hundimientos consecuencia de aquél. Así resulta que al día siguiente de sentirse, o sea el día 6, en la calle de Santa Brígida, de unas ciento veinte casas, más de cincuenta habían sufrido hundimientos; las más perjudicadas fueron los números 30, 38, 42, 48, 62, 25, 56, 60, 55, 68, 78 y 80. En las calles Melgar, Feria, San Francisco, Romo y Cuesta de San Sebastián, había otro centenar de casas medio desplomadas.

También los desperfectos fueron de importancia en las construcciones inmediatas a la Estación del Ferrocarril, Hospital de San Juan de Dios, Torres de San Agustín y San Juan de Dios y en la iglesia de San Sebastián. En las parroquias de Santiago y de San Francisco Solano, gran parte de los tejados se corrieron por la trepidación, quedando el entablado del techo al descubierto.

El hermoso edificio del Hospital, poco ha reconstruido, ha quedado en estado lastimoso, hundiéndose la sala de enfer-

mería de las religiosas, destrozado el botamen del botiquín y grandes y muchas grietas en todo el local. Los destrozos aquí fueron importantes; en parte se hundió la torre, y la porción que aparece en pie se encuentra en ruinas; una de las campanas cayó al tejado, y parte del muro está empotrado en el inmediato; hay bastantes muros cuarteados y cielos rasos que amenazan derrumbarse.

Los aleros de numerosos tejados cayeron al suelo, y en los muros de ciertas casas se abrieron grietas transversales.

Puede formarse idea de la rapidez de algunos derrumbamientos con los siguientes datos:

En la casa número 1 de la calle de Pi y Margall, al iniciarse el movimiento sísmico se produjo un pequeño hundimiento. La familia que habitaba en dicha casa la abandonó rápidamente, y a poco de hacerlo el inmueble en su totalidad se derrumbó, dejando en la miseria a su propietario, modesto industrial, que ha perdido cuanto poseía.

En la calle de Santa Brígida fué sacado de entre los escombros un matrimonio anciano, que gracias a la pronta intervención de los vecinos se salvaron de una muerte segura.

En la calle de Lucena, en el número 10, también el derrumbamiento fué rápido, y en ella, como en otras muchas, bajo los escombros quedaron utensilios, muebles y ajuares.

Particularmente debe consignarse que las grandes grietas quedaron visibles en gran número de edificios de sólida construcción, como lo eran muchos de los citados, y también el Palacio de los Duques de Medinaceli y diferentes casas en la calle de la Puerta de Aguilar, cuyos muros cuarteados ha sido necesario apuntalarlos; otras se encuentran en análogo caso en las calles más importantes de Montilla, entre las que citaremos la de D. Fernando Cadenas, en la calle del Gran Capitán, y la señalada en esta misma calle con el número 1, en la que

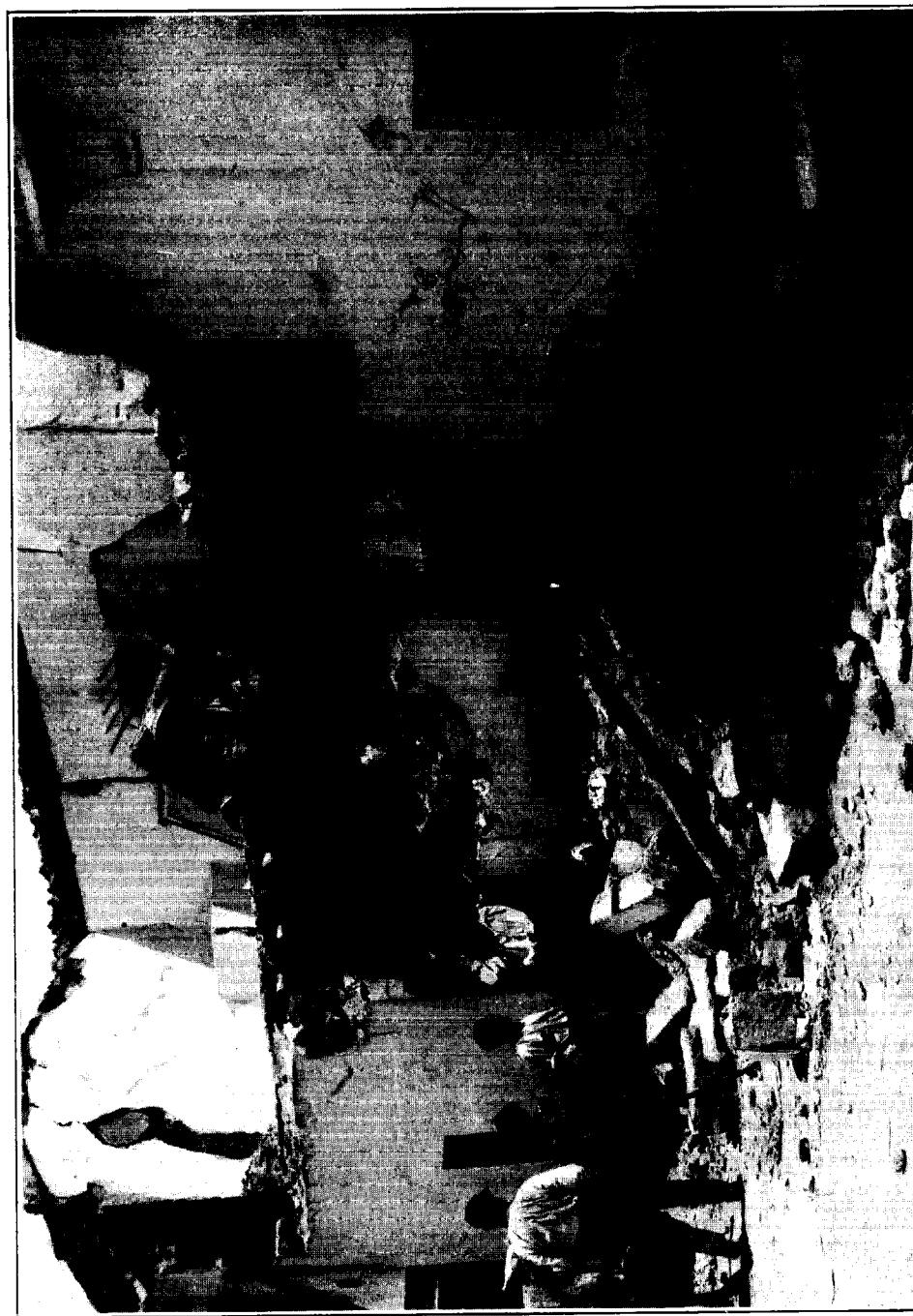
aparece una lápida que dice vió en ella la luz primera don Gonzalo Fernández de Córdoba, «El Gran Capitán».

Según detalle del técnico municipal D. José Granados, más de doscientas cincuenta casas han sufrido daños de importancia.

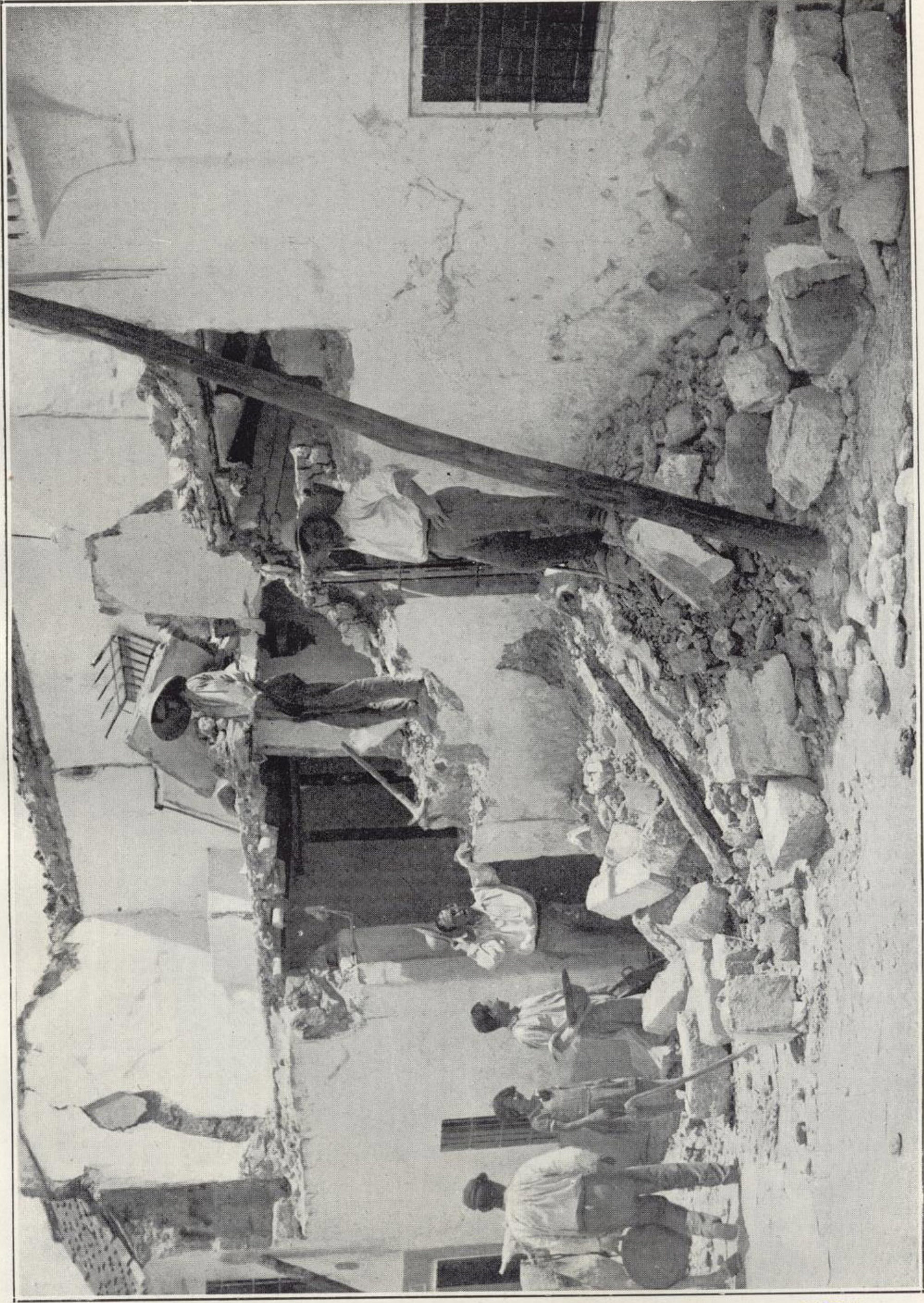
Otros efectos sensibles del sismo se notaron en el Hospital y Casino de Artesanos, donde se partieron algunos tableros de mármol. También se rompieron tinajas de aceite en algunos molinos, particularmente en el sito en la Puerta de Espejo, e innumerables son los detalles de objetos diferentes desplazados y algunos que giraron.

Pero tanto en las fracturas de los aleros como en las grietas de los paramentos y muros, se observa que dichas fracturas tienden a la verticalidad, movimiento fundamental en el sismo de Montilla, como, entre otros lugares, puede apreciarse en las fracturas de la clave de los arcos de la Ermita de San Juan de Dios y en la Cuesta Blanca, donde el desplazamiento en la horizontal es de diez centímetros.

Del movimiento vertical también nos da idea el hecho de que en la calle de Santa Brígida, en un pozo de doce metros de profundidad, donde el agua se halla a unos ocho metros de hondura, bozó aquélla al golpe de ariete, y esto mismo ocurrió en otro pozo de cuatro metros de profundidad en la Puerta de Espejo, habiéndose roto en el mismo la conducción de agua que lo abastecía. De análoga manera tuvo efecto esta subida de agua en un pozo sito en la cuesta de San Sebastián y en otro de la calle de Gavia, habiéndose observado en el venero del Molino de Valderrama y en algún otro, como un notable incremento en el caudal que los abastece.



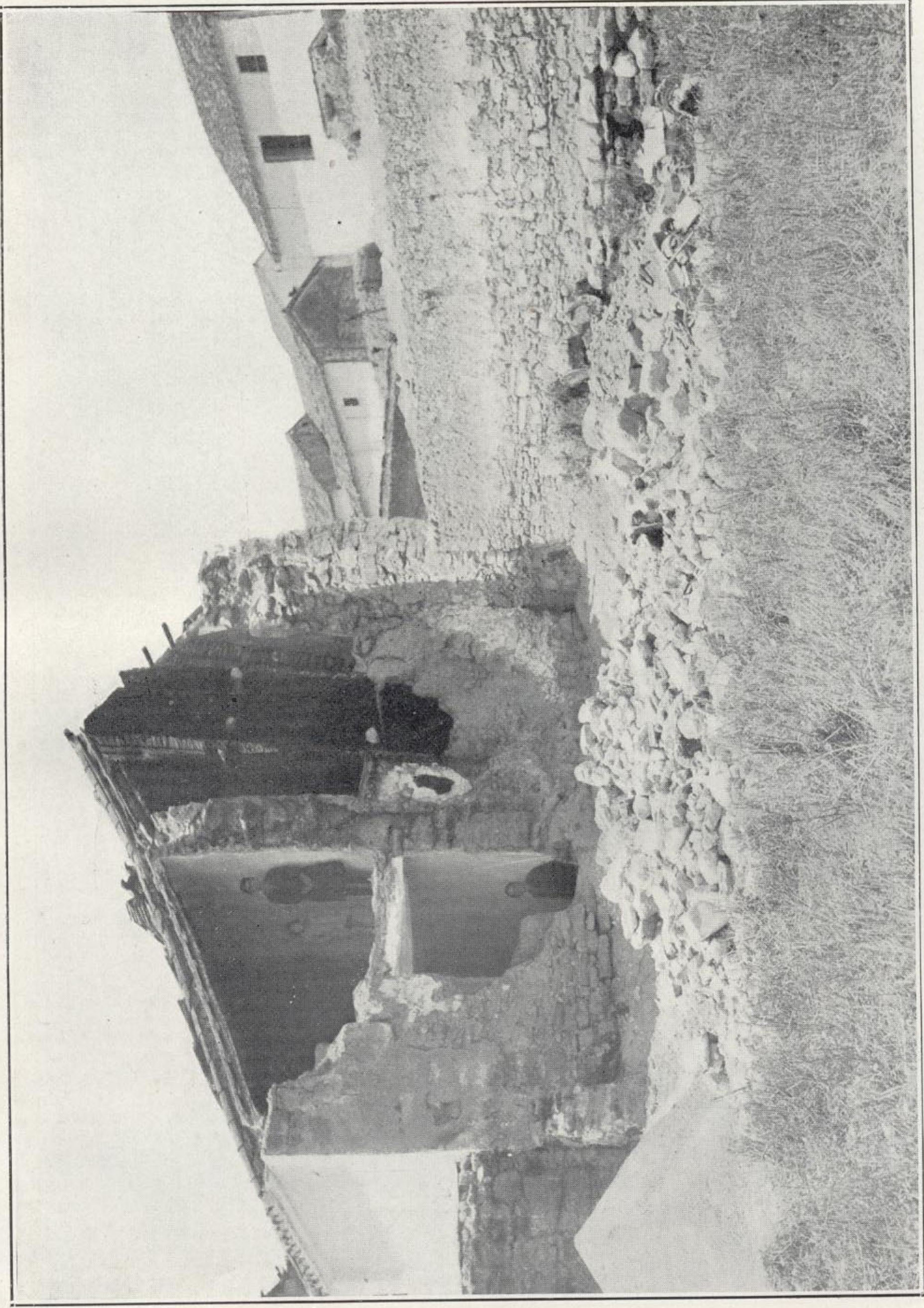




Montilla. — Calle de Santa Brígida. Movimientos verticales dominantes.



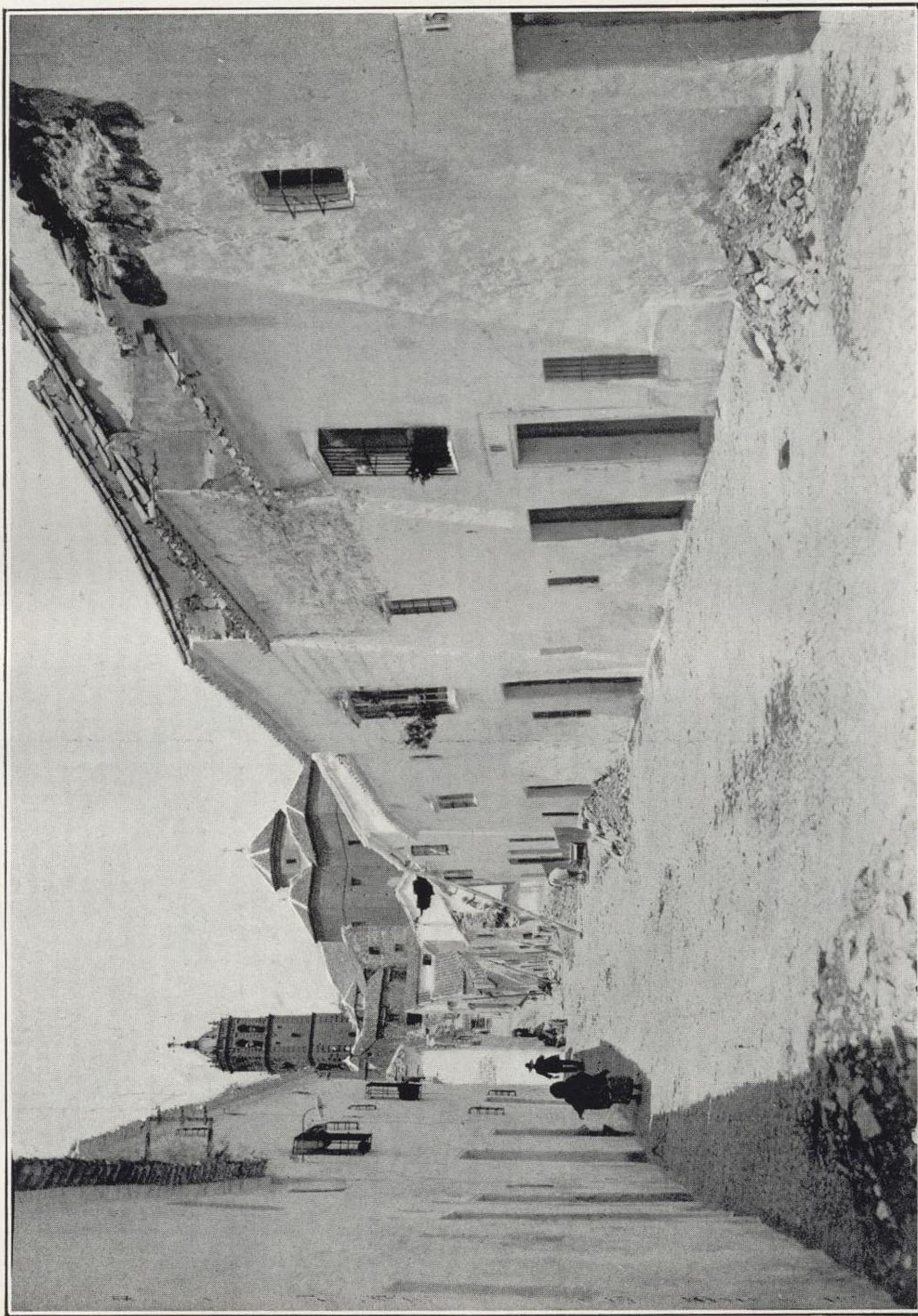




Montilla. — Calle de San Miguel. Movimiento intenso, oscilación Sur-Norte.







Montilla. — Calle de San Francisco. Grietas y desplomes varios.





Montilla. — Calle de Melgar. Desplome general, movimiento vertical dominante.





a) Montilla. — Calle de Santa Brígida. Hundimiento general; movimiento vertical dominante.



b) Montilla. — Calle de San Miguel. Movimiento intenso vertical, oscilación Sur-Norte dominante.





a) Montilla. — Ermita de San Juan de Dios. Grieta, desprendimiento y corrida del tejado.



b) Montilla. — Cuesta de San Sebastián. Grandes hundimientos.



## III

**Observaciones en los lugares inmediatos y otros**

Vamos a dar una sucinta idea de los antecedentes que hemos podido recopilar relativos a los efectos sensibles del sismo de Montilla, en los pueblos de la provincia de Córdoba y otros, cuyo conocimiento puede esclarecer la cuestión que se analiza, y para ello intentaremos ir facilitando estos avances desde las localidades más inmediatas a Montilla a aquellas más distantes.

He aquí los elementos de juicio recopilados:

*Aguilar.* — Según los antecedentes el movimiento sísmico se percibió claramente durante cuatro segundos, siendo muy sensible la intensidad. El público que se encontraba en el teatro y en las casas se alarmó, originándose carreras. Algunas edificaciones sufrieron grietas y se hundió algún tabique de ellas.

*Los Moriles.* — Dicen que el ruido fué muy intenso y sólo se apreciaron ligeros desperfectos en las edificaciones.

*Monturque.* — A las once y cuarto del día cinco se sintió el terremoto con gran intensidad durante unos ocho segundos; los cuadros colgados en las paredes cayeron al suelo, y los cajones de las cómodas se abrían como impulsados por fuertes muelles.

*Espejo.* — El terremoto fué muy sensible, al que dicen que acompañaron ruidos extraños como de fuertes motores, siendo la duración del fenómeno de unos siete segundos. El público alarmado se echó a la calle, y hubo algunos contusos en la huída general; dicen que se vió una ráfaga de luz azulada que algunos atribuyeron a la caída de un aerolito.

*Fernán-Núñez.* — También la sensación del temblor de tierra fué general, pero dada la intensidad que alcanzó en Montilla, relativamente el fenómeno estuvo muy atenuado en esta población tan cercana, así como en la siguiente.

*Montemayor.* — Hubo en algún edificio ligeras grietas.

*La Rambla.* — El fenómeno fué muy perceptible, y según nuestras noticias salió agua de un pozo; el pánico cundió en la población.

*Montalbán.* — El sismo se notó intensamente.

*Santaella.* — Las características fueron análogas a las anotadas en La Rambla.

*Puente Genil.* — La población fué presa del pánico, pero pronto se restableció la tranquilidad al ver que el sismo no había producido víctimas ni daños.

*Castro del Río.* — Características análogas al anterior pueblo.

*Baena.* — La duración del sismo fué de unos ocho segundos y muy intenso; dicen que se iluminó el espacio, algunas personas cayeron al suelo, el público lanzóse fuera de las viviendas. En la calle Mataderillo se agrietó una casa que estaba en malas condiciones.

*Bujalance.* — El terremoto sembró la alarma, pero no ocurrieron desgracias personales.

*Guadalquivir.* — Fué perceptible el terremoto sin gran intensidad.

*San Sebastián de los Ballesteros.* — En el mismo caso que el anterior.

\* \* \*

Al lado de estas observaciones, en la zona de la campiña cordobesa más inmediata a Montilla, véanse las de los pueblos situados al Sur, al pie de la Sierra Bética y en ésta.

*Cabra.* — A las once y cuarto se sintió el terremoto con

gran intensidad; el movimiento parece que fué de Norte a Sur, acompañado de formidable ruido. La alarma del vecindario mayor aún por coincidir el fenómeno con el apagamiento de la luz. Los cristales de las casas sufrieron desperfectos, y muchos objetos cayeron al suelo; también cayeron algunos pájaros de los árboles.

*Lucena.* — El terremoto hizo tocar las campanas; no hubo desgracias ni daños.

*Rute.* — Se sintió el terremoto, que originó pequeños desperfectos en algunas casas.

*Fuente Tojar.* — El temblor de tierra fué perceptible, pero de corta intensidad.

*Úbeda.* — El sismo fué ligeramente sensible.

*Jaén.* — En el mismo caso que Úbeda.

*Antequera.* — El terremoto duró cinco segundos.

*Jódar.* — Se sintió una fuerte sacudida que asustó al vecindario.

*Priego.* — Se sintió el temblor de tierra precedido de ruidos bastante pronunciados y trepidación que se dejó sentir en las casas. La población quedó a oscuras, y eso aumentó la alarma del vecindario.

*Casariche.* — A las once y cuarto se sintió una trepidación corta; a los dos segundos se repitió.

*Granada.* — El sismo fué sensible sin gran intensidad.

*Málaga.* — Análogo al caso de Granada.

\* \* \*

Por lo que se refiere a los pueblos situados en las márgenes del Guadalquivir, escarpa de la falla geológica, los elementos de juicio son los siguientes:

*Córdoba.* — El fenómeno fué acompañado de un formidable ruido, como si se acercara un avión potente. El movimien-

to fué de abajo arriba principalmente; el fenómeno de gran intensidad. En los lugares de reunión la gente los abandonó. No ocurrieron desgracias personales.

*Alcolea.* — Fué sentido por unos, por otros no.

*Villafranca.* — El fenómeno fué de escasa intensidad.

*Montoro.* — En análogo caso.

*Villa del Río.* — Fenómeno poco sensible.

*Linares.* — Se sintió el fenómeno.

*Cazorla.* — Se notó el ruido y más fuertemente la intensidad.

*Andújar.* — Hubo gran alarma, ruido y alguna grieta en los edificios.

*Almodóvar del Río.* — El sismo sensible, pero de corta intensidad.

*Posadas.* — El terremoto se desarrolló con ruido e intensidad, habiendo pánico en el vecindario, y al huir del teatro hubo algunos contusos.

*Hornachuelos.* — El sismo fué poco sensible.

*Sevilla.* — El sismo fué poco sensible.

*Pedro Abad.* — El ruido se sintió dos segundos antes de empezar el terremoto.

\* \* \*

Los antecedentes de la Sierra Morena y Meseta Ibérica son éstos:

*Fuenteovejuna.* — El movimiento se sintió levemente.

*Doña Rama.* — El temblor de tierra ha sido de escasa importancia.

*Hinojosa del Duque.* — El sismo, de corta intensidad, fué no obstante apreciado por la mayoría de los vecinos.

*Granja de Torrehermosa.* — Hubo alarma en el vecindario y fué perceptible el fenómeno.

*Cabeza del Buey.* — Se advirtió la trepidación de la tierra,

que duró tres segundos, y el vecindario que se hallaba en el campo dice que vió una intensa iluminación.

*Villanueva de la Serena.* — Dicen que a las once de la noche hubo un ligero temblor de tierra, otro a las once y cuarto y un tercero a las dos de la mañana, todos ellos poco intensos, pero con ruido que alarmó a los vecinos.

*Azuaga.* — Se sintió el sismo, se rompieron algunos cristales y loza; en la madrugada indican que oyeron ruidos extraños y vieron una ráfaga luminosa en el espacio.

*Almodóvar del Campo.* — Fué sensible ligeramente el fenómeno.

*Ciudad Real.* — El temblor de tierra originó gran alarma.

*Madrid.* — Se sintió débilmente por algunos.



## IV

**Notas de la observación sismológica**

El sismo de Montilla fué recogido por las ocho estaciones sismológicas españolas, y entre otras europeas, por las de Coimbra y Estrasburgo. La sacudida principal, según el Ingeniero geógrafo Sr. Rey Pastor, fué a las veintitrés horas once minutos y cincuenta y tres segundos. La profundidad calculada por el mismo es de unos 30 kilómetros. La situación del epicentro muy próxima a Montilla.

La región donde el terremoto fué sensible es la mitad meridional de España, esto es, toda la porción Sur de la Península a partir de una línea que pasa por Coimbra, Salamanca, Guadalajara y Valencia.

Según los anuncios del Observatorio de La Cartuja (Granada), se registró un temblor de tierra el día anterior al que tuvo lugar el que llamamos sismo de Montilla, sobre el cual ha dado el comunicado siguiente: «El día 4, a las catorce horas diez y siete minutos treinta y cinco segundos, pequeño temblor de tierra, probablemente sentido en las cercanías de su epicentro distante unos 40 kilómetros.» Este terremoto, aunque muy débil, se sintió, en efecto, en algunos puntos de la provincia de Granada.

Este mismo Observatorio de La Cartuja ha dado cuenta del sismo de Montilla en la siguiente forma: «El día 5, a las veintitrés horas doce minutos cinco segundos, temblor sentido por muchos, fuerte durante doce segundos y todavía perceptible por casi veinte más; despertó a no pocos en Granada, sin pánico, y produjo algún ruido, por el crujir del maderamen y cañizos de cielos rasos.

»El epicentro se halla hacia el O. NO. de Granada, y a unos 100 kilómetros, y debe haber sido violento por Aguilar de la Frontera (Córdoba), por habernos enviado de allá un telegrama urgente su alcalde haciéndonos preguntas.»

Por último, también el Observatorio de La Cartuja ha dado el siguiente parte: «El día 7, a las diez y seis horas veintiséis minutos y cuarenta y un segundos, temblor con epicentro a unos 20 kilómetros.»

A instancia nuestra, el Director de la Estación Sismológica de La Cartuja nos ha facilitado las fotografías con gráficos de los diagramas de los sismógrafos que se incluyen y los siguientes datos referentes al sismo del día 5 de julio. «Tengo el gusto de remitirle copias fotográficas de nuestros sismogramas, todos incompletos, por la violencia de las sacudidas, que aquí alcanzaron el grado V. F. M., y se caracterizaron por lo lento de su ritmo (unos tres segundos escasos) y su gran duración, de doce segundos para los menos sensibles y unos veinte segundos más para los más. Las gráficas de ambos Cartuja bifilares son las más aprovechables, y pueden dar datos de más interés práctico que las del Berchmans, más científicas, pero que no abarcan más que los primeros preliminares.

»La distancia epicentral es de unos 100 kilómetros y el azimut N. 60°15' O., lo que coloca el epicentro por los 37°38'75 N.-4°35' O.; y el telegrama cifrado que pusimos a la Dirección General del Instituto Geográfico, demás estaciones sismológicas españolas y central internacional de Estrasburgo, reza:

»05001-52312-05011-00100-d''

»En ambas componentes de Berchmans, los estiletes inscriptores se salieron de las bandas, durante la parte más violenta de las sacudidas sísmicas, y uno de ellos (ambos son de vidrio hilado) se volteó y partió, escribiendo del revés. En la

componente vertical Belarmino (construida aquí, como todos los demás sismógrafos, etc.), la luz de la lamparilla resultó impotente para impresionar el papel sensible, durante los amplios y rápidos recorridos que tuvo que hacer.»

En Málaga se registró el fenómeno el día 5, y según el parte comunicado, dada la intensidad, el fenómeno debe tener su epicentro no lejos de la referida población.

Los primeros datos que sobre el sismo de Montilla facilita el Observatorio del Ebro, indican que «las primeras sacudidas precursoras se registraron en el Observatorio a las veintitrés horas trece minutos y tres segundos, observándose las llamadas transversales, que son las que constituyen el final del mismo, a las veintitrés horas catorce minutos y catorce segundos». Llamó la atención el hecho de que, al contrario de lo que ocurre ordinariamente en los terremotos, en éste no se haya dado ninguna manifestación de réplica, que es un segundo terremoto que suele producirse a los pocos minutos de registrado el primero.

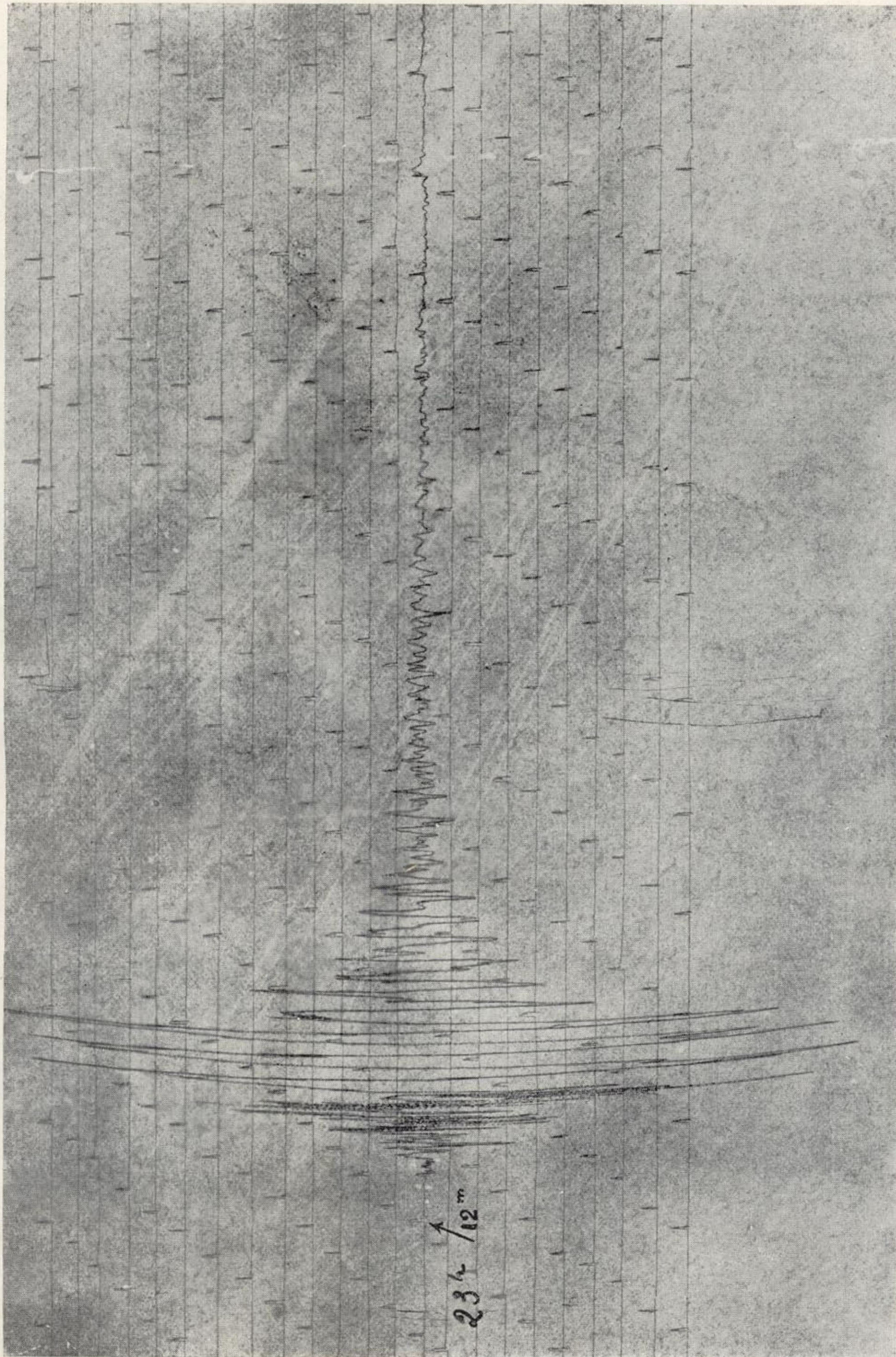
«Por la diferencia de tiempo entre las dos ondas precursoras y las transversales, se hizo el cálculo de que el terremoto se produjo a unos 600 kilómetros de distancia. Según opinión del padre Rodés, Director del Observatorio del Ebro, este terremoto no es de los que se producen por hundimiento de tierras ni por salida de gases, sino por desequilibrios de la masa total del globo terráqueo, que suelen ocurrir cerca de los macizos montañosos.

»Al parecer donde se dejó sentir con más intensidad el terremoto fué en Aguilar de la Frontera, donde la manifestación llegó a constituir un terremoto de séptimo grado.»

«El movimiento se registró en un aparato «Mainca-Ebro», de 1.500 kilos. Las ondas de las gráficas son absolutamente regulares y tienen una altura máxima de 22 milímetros. El terremoto se ha registrado también en los cuatro aparatos sismógra-







Sismograma del Observatorio de San Fernando, 5 de julio de 1930. — Péndulo horizontal. Observatorio N.-S. ( $M = 600$  kgs.  $T_0 = 13$  s.  $V = 90$ .)



ESTACIÓN SISMOLÓGICA DE TOLEDO.

Reproducción de la gráfica del día 5 de julio de 1930.

Sismógrafo «Wicchert».

Comp. NE.-SW. $M = 1.000$ kgs. $V = 450$ $T_0 = 12^s$ $\epsilon = 5,2$ $r = 0,0039$ $T_0^2$	Gráfica original, 1 minuto = 20 mm. » copia, 1 » = 46 »  $\Delta = 260$ kms. Ep. Montilla (Córdoba). Intensidad: VIII $\frac{1}{2}$ F. M.
---	--

Reloj = - 12.

Fases	HORAS		<i>Hora en el foco deducida de los datos de:</i>
	Sin corregir	Corregidas	
$P$	23 - 12 - 35	23 - 12 - 23	Cartuja . . . . . 23 - 11 - 52
$\bar{P}$	23 - 12 - 41	23 - 12 - 29	Toledo . . . . . 23 - 11 - 50,5
$R_i \bar{P}$	23 - 12 - 43	23 - 12 - 31	Alicante . . . . . 23 - 11 - 51,5
(i)	23 - 12 - 57	23 - 12 - 45	Coimbra . . . . . 23 - 11 - 51
$R_s P_2 S$	23 - 13 - 03	23 - 12 - 51	Ebro . . . . . 23 - 11 - 52
$R_i \bar{P} S$	23 - 13 - 08	23 - 12 - 56	Bagnères de Bigorre. 23 - 11 - 52
$\bar{S}$	23 - 13 - 11	23 - 12 - 59	Neufchatel . . . . . 23 - 11 - 51
(i)	23 - 13 - 37	23 - 13 - 25	
(i)	23 - 14 - 13	23 - 14 - 01	

$h$  (según las tablas de Mohorovičić) = 45 kms.

NOTA: El 3 de abril de 1930, la estación de Cartuja registra un sismo a 11<sup>h</sup> 35<sup>m</sup> 00<sup>s</sup> sentido en Montilla III F. M.

Datos facilitados por D. José Navarro, Ingeniero jefe de la Estación Sismológica de Almería.

El sismo fué registrado:

En Málaga.....	a 23 h. 12 m. 01 s.;	distancia,	108 kms.
» Granada.....	a 23 » 12 » 05 »	»	100 »
» San Fernando.....	a 23 » 12 » 18 »	»	185 »
» Almería.....	a 23 » 12 » 21 »	»	207 »
» Toledo.....	a 23 » 12 » 23 »	»	265 »
» Alicante.....	a 23 » 12 » 39 »	»	370 »
» Ebro.....	a 23 » 13 » 03 »	»	560 »
» Bagnères de Bigorre.	a 23 » 13 » 23 »	»	730 »
» Neufchatel.....	a 23 » 14 » 46 »	»	1.370 »

Con estos datos el epicentro puede situarse algo al NE. de Montilla; la profundidad hipocentral se aproxima a 45 kilómetros y, por tanto, las horas en el epicentro, según una primera aproximación, son:

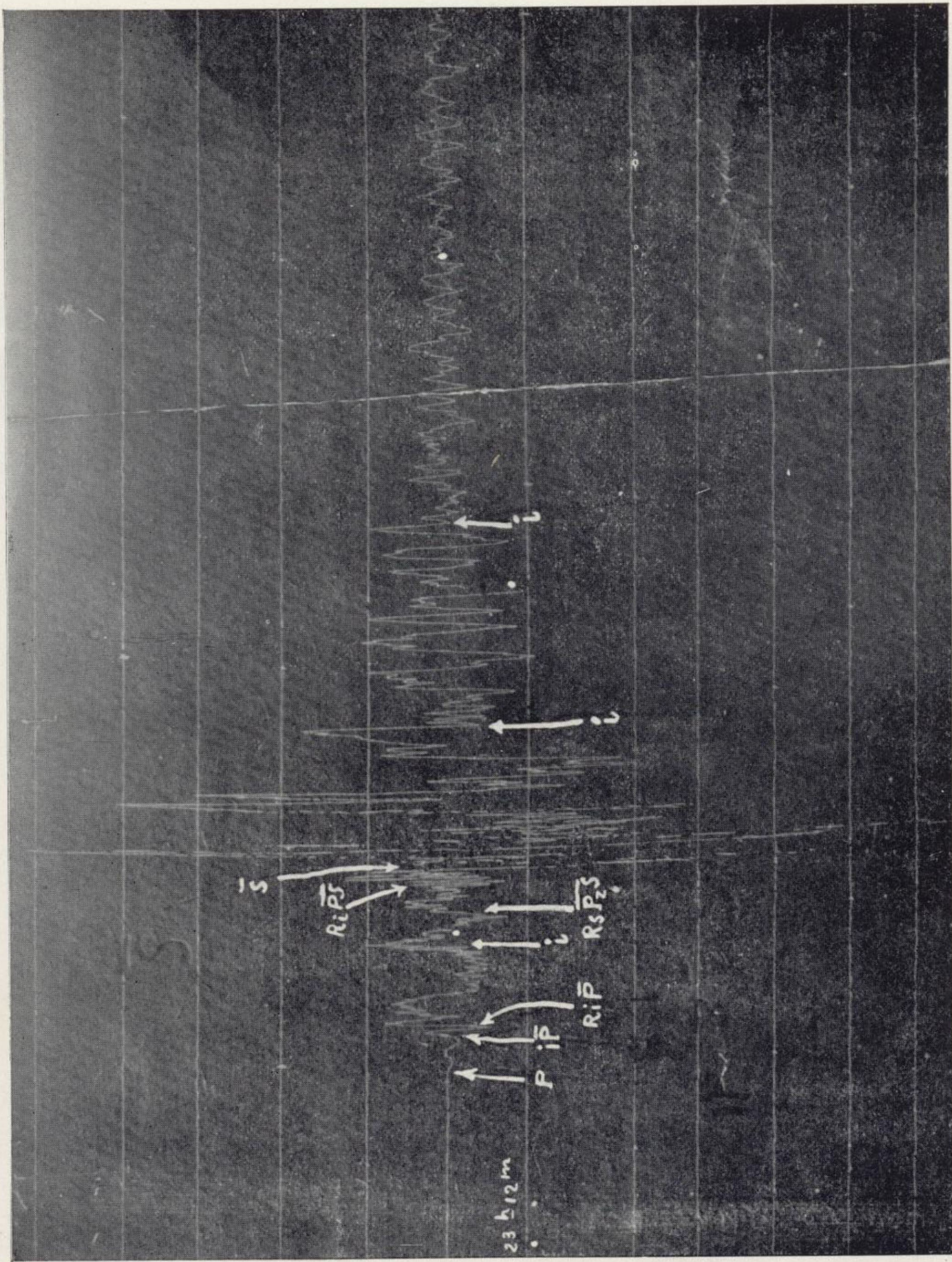
Según Málaga.....	23 horas 11 minutos 50 segundos.
» Granada.....	23 » 11 » 52 »
» San Fernando.....	23 » 11 » 53 »
» Almería.....	23 » 11 » 55 »
» Toledo.....	23 » 11 » 51 »
» Alicante.....	23 » 11 » 53 »
» Ebro.....	23 » 11 » 52 »
» Bagnères de Bigorre.	23 » 11 » 51 »
» Neufchatel.....	23 » 11 » 54 »
Promedio.....	23 » 11 » 52,2 »

Según estos datos, las coordenadas exactas del epicentro deben ser próximamente 37° 37'.

**TORTOSA. — Observatorio del Ebro (julio 1930)**

Fecha	Fase	Tiempo medio de Greenwich		Δ	Fecha	Fase	Tiempo medio de Greenwich		Δ
		h. - m. - s.	Kms.				h. - m. - s.	Kms.	
5	$P_N$	23 - 13 - 3	534		5	$S_E$	23 - 14 - 14	534	
5	$P_E$	» - 13 - 3	»		5	$L_N$	» - 14 - 24	»	
5	$P_N$	» - 13 - 25	»		5	$F_N$	» - 35	»	
5	$P_E$	» - 13 - 25	»		5	$F_E$	» - 30	»	
5	$S_N$	» - 14 - 14	»		5	$\bar{P}_Z$	» - 13 - 2	»	





Sismograma del Observatorio de Toledo, 5 de julio de 1930. — Comp. N. E.-S. W.



fos que tiene el Observatorio. Parece que no ha tenido efectos destructores.»

El Observatorio Oficial de Toledo indica en su nota: «Los aparatos de esta estación central registraron el día 5 un fuerte temblor de tierra, que principió a las veintitrés horas doce minutos y veintitrés segundos. Distancia epicentral, 265 kilómetros, provincia de Córdoba, con daños en los edificios de Aguilar y otros pueblos.»

Los sismógrafos de la estación de Almería registraron el día 5, a las veintitrés horas doce minutos y veintiún segundos, un terremoto intenso a 200 kilómetros de distancia epicentral.

El Observatorio de Madrid comunicó la siguiente nota: «Todas las estaciones sismológicas de Toledo, Alicante, Almería y Málaga, así como las particulares de La Cartuja y otras, pertenecientes a la Compañía de Jesús, y las de San Fernando y Fabra, han registrado el terremoto del sábado, que empezó a las veintitrés horas diez minutos; el epicentro del mismo se desconoce aún, pero será determinado por los estudios que se realizan, suponiéndose que está situado al Sur de la provincia de Córdoba.»

El Observatorio Fabra, de Barcelona, nos ha facilitado la siguiente nota:

«15 de julio de 1930.	<i>T.</i>
<i>P</i> = 23 h. 14 m. 14 s.	»
<i>L</i> = 23 » 15 » 18 »	3s,7
<i>M</i> = 23 » 15 » 48 »	4s,5
<i>F</i> = 23 » 20 »	»

Con arreglo a la escala de Rossi y Forel, el terremoto de Montilla, a nuestro juicio, se halla comprendido entre los grados VIII y IX. — Grado VIII. Caída de chimeneas, algunos muros se agrietean. — Grado IX. Ruina total o parcial de algunos edificios.

Con arreglo a la escala de Mercalli y de Cancani, el sismo de Montilla se halla comprendido entre los grados VI y VII.—Grado VI. Fuerte (aceleración igual o mayor de 51-100 mm/seg<sup>2</sup>). Todo el mundo nota con pavor el terremoto, y muchos procuran salir al aire libre; no pocos creen ser derribados.

Los líquidos se agitan fuertemente; los cuadros se desprenden de las paredes; los libros y otros objetos colocados sobre estantes caen al suelo; en cambio, continúan en sus sitios los que se encuentran en paredes recorridas longitudinalmente por la onda sísmica; rómpese bastante vajilla; diversos utensilios que sólidamente se mantenían en posición vertical, así como algunos muebles, salen de su lugar y hasta se tumban; las campanas pequeñas de las capillas y las iglesias, los relojes de las torres, suenan.

En los edificios de sólida construcción se advierten finas grietas en el revoco, que tanto en el techo como en las paredes permiten arrancarlo en pequeños trocitos.

En las casas de no muy buena construcción los daños son más considerables, pero nunca llegan a tener graves consecuencias.

Grado VII. Muy fuerte (101-250 mm/seg<sup>2</sup>). Se ocasionan perjuicios de importancia por la caída y rotura de diversos objetos muy pesados del menaje de las casas. Suenan las campanas grandes de las torres.

Los ríos, estanques y lagos se encrespan en olas y vuélvense turbios por efecto de la remoción del cieno en el fondo. En alguno que otro sitio hay desmoronamiento de las orillas poco consistentes.

En los pozos cambia el nivel de las aguas.

En las casas del tipo de construcción corriente en Europa Central experimentan en buen número, y no obstante su sólida construcción, desperfectos notables: producción de ligeras grietas en las paredes; desmenuzamientos del revoque en gran-

des extensiones; fractura de los adornos y ladrillos; las tejas se sueltan y deslizan. Las chimeneas se agrietan; caen piedras y placas de las techumbres; las chimeneas ya defectuosas se parten a ras del tejado y causan en éste grandes desperfectos. Caen de lo alto de las torres y de los edificios elevados los ornamentos que estaban mal sujetos.

En las casas de armazón de madera y relleno, los daños que causa el terremoto son más intensos.

Los edificios de mala construcción y los ya caducos, experimentan en común trastornos. Entre los primeros deben citarse los construídos con adobes, muy frecuentes en América Central, y las cabañas de piedras o de césped de ciertas regiones sísmicas del Norte, como Islandia. Las empalizadas, los cobertizos, las tapias viejas, sobre todo las construídas en seco, y hasta las torres de las iglesias y los minaretes, reciben daños de gran consideración.

En cambio, quedan indemnes las construcciones de sólida trabazón ideadas para soportar los efectos de los terremotos, como son la mayoría de las casas de piedra o de madera del Japón, y las de este material y de sistema de emparrillado que se edifican en la mayor parte de las regiones tropicales castigadas por los sismos.

Como hemos indicado, en el sismo de Montilla hubo un ruido sísmico desarrollado conjuntamente a los efectos de desplazamiento.

Según Lais, parece ser que la intensidad del ruido sísmico es mayor en la proximidad de las fallas, y dentro de la escala para determinar la amplitud de tales sonidos sísmicos, el de Montilla debe estar comprendido entre los grados II y III.

Grado II. — Débil. Al aire libre claramente notable; en el interior de las habitaciones poco perceptible. Semeja un golpe sordo, desgarre de tejidos, rotura de vajilla, la caída de lluvia, ruido de carros o un trueno apagado.

Grado III. — Moderado. En las habitaciones ruido claramente perceptible que semeja una explosión lejana, silbidos en el cordaje, quejidos y murmullos de árboles, aullidos en las chimeneas producidos por el viento, truenos de mediana fortaleza, crujidos de madera o ruido de olas.

Respecto a las manifestaciones luminosas, no hay más datos que los que precedentemente se han expuesto, y, por consiguiente, creemos, siendo esta una cuestión muy discutida, que sin elementos de juicio categóricos, es preferible no abordarla.

## V

**Consideraciones geológico-tectónicas**

No es objeto de nuestro análisis el estudio de las derivaciones que desde el punto de vista sismológico pueden deducirse en virtud de la serie de observaciones llevadas a efecto a propósito del sismo de Montilla, y que sucesivamente se van exponiendo; pero sí nos interesa muy de cerca el análisis de este fenómeno desde el punto de vista de la geología y de la tectónica regional, ya que con ello pueden someterse a la crítica diferentes ideas expuestas con relación a la forma como se halla integrado nuestro subsuelo, y ello, dentro del terreno de las hipótesis, acaso haga sugerir nuevas elucubraciones, ya referentes al desarrollo de los sucesivos sismos que insistentemente acusan los aparatos registradores de estos fenómenos en Andalucía, ya tal estudio puede conducirnos a tener una cierta orientación con respecto a esta manifestación de las energías endógenas.

Para ello, en primer lugar localizaremos Andalucía meridional, esto es, la porción regional que se extiende desde el río Guadalquivir hacia el Sur, en la gran zona de sismicidad pronunciada que rodea el planeta, y que, como dijimos, se halla definida por el conjunto del plegamiento alpino-himalayos, con sus fajas marginales hacia los macizos fronteros y las zonas zagueras, quedando entre aquéllos y éstas ese conjunto aun no completamente consolidado, donde tectónicamente es lógico que tengan efecto los más intensos desplazamientos que se traduzcan en vibración a la superficie terrestre.

Otro hito de esa zona inestable fundamental lo define el



Mar Caribe, la serie de tierras antillanas, Méjico y California; pasada la fosa del Pacífico, el Japón, tierra sísmica por excelencia, determina el enlace por el Sur de China con el conjunto primeramente enumerado.

Puede objetarse a esto que transversalmente a esa alineación se ofrecen precisamente otras alineaciones de alta sísmicidad, que al parecer y realmente se separan de la zona primeramente enumerada como fundamental; tal sucede con la zona andina, que a nuestro juicio es una hendidura transversal, perfectamente conexa con la anterior, como otras varias, incluso las que rodean la fosa del Pacífico; pero así como la que consideramos como zona sísmica fundamental se enlaza en su conjunto, sin soluciones de continuidad, éstas transversas se atenúan en su importancia hacia los casquetes polares, o no se corresponden en meridianos aproximados.

Discutible nuestra hipótesis en nada quita para las consecuencias que ahora serán tratadas, ya que en ellas nos hemos de referir al caso de sísmicidad de la Andalucía meridional, porción sita, como dijimos, en la Península al Sur de la línea del Guadalquivir, hecho sancionado por la experiencia.

El país está integrado por un conjunto antiguo al Norte, la Sierra Morena, cuyo borde visible pasa por Peñaflor, Córdoba y Andújar; una serie de formaciones terciario-cuaternarias en el centro, la Campiña andaluza, que al Mediodía finaliza al pie de las ingentes moles calizas de las Sierras de Cazorla, Jaén, Priego, Estepa y Montellano; grupo montañoso este último que puede considerarse como el bastión más adelantado del sistema que culmina en Sierra Nevada.

Grande es la discusión que en el terreno científico desde hace tiempo hay planteada con referencia a la tectónica andaluza, con respecto a las relaciones estructurales que entre estos tres grupos geológicos existen. La Sierra Morena se pone en tela de juicio si finaliza en la Campiña en una falla

o sistema de fallas, o si, como Groth y otros autores alemanes después han ideado, se pliega suavemente, según el primer autor, a penetrar bajo esa Campiña, o según un fuerte pliegue estirado, tal como ha señalado Henke; es decir, que la escarpa de lo estimado como falla por los españoles y la mayoría de los geólogos extranjeros, como el patriarca Suess y el avanzado Staub, es un pliegue isoclinal estirado y casi vertical.

En cuanto a la estructura de la Campiña, ha supuesto Faura en su mapa geológico de España, que define un suave sinclinal entre la Sierra Morena y la Sierra o Cordillera Bética o Penibética; y, claro es, que según que se acepte una u otra hipótesis estructural fundamental para el conjunto, la interpretación para el yacimiento de los depósitos de la Campiña será una u otra. De esta manera, si prescindiendo de estudios y análisis geológicos de largos años nos colocáramos en un punto de vista del espectador que conociera por vez primera el país, la Campiña podría aceptarse respecto al frontal de la Sierra Morena como una serie de depósitos casi horizontales al Norte que descansan sobre una escotadura de la erosión del paleozoico, o sobre el macizo hundido de una falla o serie de fallas en escalones deprimidos y ocultos, o sobre la rama de un pliegue isoclinal más o menos estirado y también hundida.

Avanzando al Sur de la Campiña, a los suaves plegamientos del terciario superior siguen al Mediodía los estratos del terciario inferior levantados y con frecuente buzamiento al Sur, que finalizan a ese rumbo en las series secundarias de las sierras béticas; el contacto del terciario superior e inferior puede a su vez estimarse, en un amplio sentido de admisión de todas las hipótesis, como consecuencia de un plegamiento anterior del oligoceno-eoceno al depósito mioceno, con emergencias al Sur y fractura o plegamiento análogo en este contacto.

A su vez, la línea de separación de las sierras béticas y del terciario inferior puede tener una interpretación similar; si para todos los contactos se admite la teoría de las fallas paralelas en líneas generales a la directriz del Guadalquivir en su segundo tercio, paso por Córdoba, la Campiña es un valle de hundimiento; pero no puede perderse aquí de vista que de igual manera que el terciario inferior descansa en el centro de la Campiña sobre una serie de margas yesíferas abigarradas, éstas definen igualmente el sopié de las sierras béticas, como en un itinerario transversal puede verse en la serie de ojales que las soluciones de continuidad de las moles calizas fueron poniendo al descubierto a medida que avanzamos hacia la Sierra Nevada.

La edad de estas margas abigarradas es asunto de fácil discusión, como en otra ocasión pusimos ya de relieve, y, sin embargo, es del más alto interés científico, ya que en dilucidarlo se halla a nuestro juicio la base de esa discusión, la clave del problema. En recientes estudios hechos en la provincia de Jaén, podemos decir, lo hemos hecho constar en el trabajo que al efecto nos encargó el Instituto Geológico y Minero de España, que hallamos en estas margas, clasificadas como triásicas por Douvillé, ejemplares de *Lepidocyclinas*, que nos obligaron a llevarlas al oligoceno. Las margas yesíferas abigarradas parecen definir al menos un conjunto metamórfico en el que entren depósitos de edades varias.

Pero véase que ello tiene un alto interés, ya que, como se sabe, según Staub, la zona calcárea bética y parte de la Campiña andaluza están formadas por depósitos de mantos alóctonos que rebasaron al plegarse en colosales cobijaduras la mole de la Sierra Nevada.

Esta aparece definida por un conjunto de pizarras cristalinas; y ya a Mac Pherson y a Mallada, al comparar las estructuras complejas de Andalucía, no les pasó inadvertida la posible

relación entre los macizos paleozoico-hipogénicos que asoman entre las sierras de la Cordillera Bética, con sus homólogos aflorados al Norte del Guadalquivir en la Sierra Morena.

En todo caso, parece que de todo esto puede deducirse que cualquiera que fuesen las hipótesis tectónicas admitidas para el valle del Guadalquivir, al pensar en las grandes profundidades del paleozoico en la Campiña andaluza y las sierras béticas que adelantan al Norte de la Sierra Nevada, se deduce que o entre Sierra Morena y Sierra Nevada se extiende un amplio pliegue profundo del paleozoico, o ambas están separadas por una serie de dovelas que definen fallas en escalones; y al mismo tiempo que plegaduras o fallas se arrumban paralelamente a la línea del Guadalquivir.

A su vez, el viejo geosinclinal mediterráneo, dadas las estructuras geológicas, es indudable que al Norte es donde tectónicamente ha sido más intensamente modificado por los plegamientos sucesivos. También sismológicamente al Norte del Mediterráneo es donde parece ser la actividad sismológica actual más intensa.

Ante todas estas consideraciones, nada de extraño ha de ser que en el futuro pueda decirse que las dislocaciones sensibles seguirán en ese sentido, en esa zona de terrenos.

## VI

**Deducciones de aplicación tectónica en el caso del sismo de Montilla**

La intensidad del sismo de Montilla se ha manifestado de manera más notable en los pueblos de Montilla, Espejo y Baena, es decir, en pueblos situados en su mayoría en el borde geológico del terciario inferior. Desde esa línea al Norte se extiende el terciario superior sensiblemente horizontal hacia Córdoba; de ella al Sur, el terciario inferior.

A su vez, estos pueblos enumerados determinan una línea sensiblemente paralela a la escarpa de la Sierra Morena, hacia el valle del Guadalquivir. Con arreglo a ello, parece deducirse como si los efectos máximos del sismo fueran en una faja paralela al contacto de la Campiña y la Sierra Morena, y si se aceptase la idea de la infraestructura paleozoica de esta Campiña a expensas de escalones de sucesivas fallas descendentes hacia el Sur, no puede dudarse que se aunaba la hipótesis geológica con el hecho. Claro es que el supuesto plegamiento del terciario en sinclinal en la Campiña nos determinaría igualmente hacia su eje una línea más sensible, pero siempre reproduciría el sismo la adaptación de ese conjunto a una zona de estructura paralela al Guadalquivir que salió de un equilibrio transitorio.

Otro hecho hemos de analizar aquí, y es el de la fácil transmisión del sismo hacia Córdoba y el macizo ibérico. Un hipocentro en las margas yesíferas, en las margas arcillosas del mioceno, o en los terrenos blandos arenosos del sistema, se hubiera apagado, por decirlo así, antes de rebasar los 30 kiló-

metros que en horizontal separan Montilla de Córdoba; en la transmisión se observa, por ejemplo, que pueblos de la Campiña sitos en el cascajo o en las margas, Guadalcázar y Bujalance, están menos afectados por el sismo que Córdoba.

En este caso, es preciso buscar bloques terrestres más sólidos, en los cuales la acción tuvo efecto, y para ello hemos de pensar entonces en los bloques compactos paleozoicos infrayacentes a esa Campiña, o en una zona inferior que trasladó a éstos la vibración derivada de la ruptura de equilibrio, transmitida a la superficie o zona asequible a la observación.

A nuestro juicio, sólo este hecho obliga a pensar en el substratum rígido de tal Campiña, y en unión con el anterior observado, zonas sensibles paralelas a Sierra Morena nos demuestra una infraestructura para ese conjunto en dovelas, en fallas, descendente del Guadalquivir al Sur, a través de las cuales se transmitió el movimiento inicial, de análoga manera a como la propagación tuvo efecto desde Córdoba a Ciudad Real y Madrid por medio del bloque ibérico.

Las observaciones de Málaga y Granada se transmiten de análoga manera a como desde el conjunto precedentemente forjado pasa la trepidación a los terrenos suprapaleozoicos en toda la región considerada; ello también nos confirma en la idea de que las series secundaria y terciaria en realidad actuaron en el sismo como amortiguadores del movimiento inicial.

Dentro del conjunto, ya en el caso particular de Montilla, las líneas de intensidad secundarias resultan orientadas de Sur a Norte, aproximadamente; pero aparte de que faltan detalles para poder en definitiva concretar sobre este asunto, el hecho puede ser local y provocado por las circunstancias particulares del emplazamiento de la población citada, con una gran depresión al Norte hacia la corriente del río Guadajoz.

No obstante, este extremo no puede olvidarse ante la repercusión del sismo en el Norte, en el macizo ibérico, si bien



es cierto que el mayor número de datos en los lugares sitios a ese rumbo Norte nos podrían inducir a un error. No dejaremos, no obstante, de hacer constar que al rumbo citado se ha considerado la existencia de líneas de fracturas secundarias, como las de la zona volcánica de Puertollano, con probable relación con la similar de Almería.

El ruido que acompañó al sismo no avanza en tiempo sensible al mismo. Y ello no tiene otra interpretación más que la proximidad del foco a la superficie, confirmada porque en Montilla el ruido y el temblor se desarrollan simultáneamente.

En Montilla el terremoto, como hemos dicho, es vertical en las sacudidas; a juzgar por los efectos la traslación dirigida según líneas Sur a Norte es sumamente reducida en relación con los desplazamientos de abajo a arriba, que al golpe de ariete hacen subir el agua en los pozos desde más de 10 metros de profundidad a la superficie.

Siguiendo a R. Hoernes, y descartado el caso de que se trate de un terremoto de hundimiento, por no haber manifestación alguna que abone tal hipótesis, e igualmente el que se trate de un terremoto volcánico, necesariamente tenemos que acudir a considerar el sismo de Montilla como un terremoto tectónico, en el cual, dadas las estructuras geológicas, y asimismo el hecho de la transmisión vibratoria hacia el macizo ibérico, e igualmente los cálculos de los sismólogos respecto a la profundidad hipocentral, debe tratarse de un terremoto de falla.

Los sucesivos sismos recogidos por los sismógrafos del Observatorio de La Cartuja, de Granada, los días 4, 5 y 7, pueden hacernos sospechar como si entre ellos existiera una relación y se tratara de un desplazamiento de conjunto que se va manifestando por un movimiento inicial con réplicas sucesivas.

En efecto, si suponemos la estructura del valle del Guadalquivir de Sierra Morena a Sierra Nevada, bajo los estratos secundarios y terciarios, como integrada por una serie de dovelas

cuya manifestación externa son las fallas del paleozoico fronteras a Córdoba, y suponemos que una de estas dovelas o una serie de ellas definen esa infraestructura, entre Montilla y Granada, a una ruptura de equilibrio a rumbo N. NO. del Observatorio de La Cartuja el día 4, y a unos 30 kilómetros siguió un movimiento al descender la dovela el día 5 en el substrátum de Montilla, y la adaptación al equilibrio presente en la réplica del día 7, a unos 40 kilómetros de Granada.

Todo ello nos lleva a considerar, en unión con la intensidad del sismo de Montilla, según la línea Montilla-Baena, que la hipótesis expuesta de las fallas del substrátum del Guadalquivir gana terreno, cada vez parece más plausible.

La serie de formaciones suprayacentes a estas dovelas paleozoicas, ocultas por los plegamientos del secundario y del terciario, gracias a la menor cohesión de los materiales que las integran, ha actuado como un amortiguador de la vibración terráquea. Del análisis del sismo de Montilla no pueden deducirse elementos convincentes de juicio para juzgar de su estratigrafía tan debatida.

En efecto, se ha calculado que la distancia del hipocentro a la superficie, en el caso del sismo de Montilla, resultaba, de acuerdo con los análisis y estudios sismológicos, mayor de 10 kilómetros. Geológicamente podemos decir que siendo la distancia de Montilla a Córdoba de unos 30 kilómetros y el salto de falla que he descrito en el frontal del Guadalquivir, en el paleozoico de Córdoba, de 400 metros a lo más, debe encontrarse el paleozoico en el substrátum de Montilla a 4.000 metros, ya que la huella del escarpe colosal de la citada falla de Córdoba es a lo menos de tres kilómetros. Pero téngase en cuenta que nosotros en este cálculo sólo podemos hacer conjeturas respecto a las aristas superiores de los bloques paleozoico-hipogénicos del substrátum, adonde llegaron las manifestaciones de la formidable actividad endógena. Recordemos aquí

que Sieberg en sus investigaciones establece entre otras la siguiente ley: «En la génesis de los sismos, las fracturas y fallas desempeñan el principal papel; los plegamientos son de orden secundario. La intensidad sísmica de una comarca no estriba solamente en la edad geológica, sino más bien en el juego de las fuerzas endógenas de las zonas inmediatas y aun alejadas. Por ello resulta que las zonas de intenso plegamiento terciario, no son precisamente las de mayor sismicidad, sino las de fractura más reciente que corren paralelamente a ellas.»

## VII

### **Deducciones de aplicación tectónica general**

Ampliando ahora las consecuencias deducidas en el caso del sismo de Montilla y recogiendo lo que a nuestro juicio puede representar una orientación para análisis sucesivos, recuérdese de nuevo lo que antes se dijo respecto a zonas de sismicidad en general.

La teoría de Wegener sobre la traslación de los continentes, ya se sabe que difiere en su concepción sísmica de la geología clásica. En este caso, de aceptarse, aun será más comprensible la idea anotada con relación al llamado ecuador sísmico, alrededor del cual sucesivamente van manifestándose las vibraciones fundamentales del planeta. Sin necesidad de la contracción, en la idea del avance continental, es indudable que esa zona de fractura y plegamiento que rodea la Tierra, cuyos puntos de relación son América Central, Japón, India y el sistema alpino europeo, rompe el equilibrio general del adelanto de los continentes hacia Occidente, y parece lógico que pueda provocar avances o retrocesos de un casquete con respecto al otro; en este caso el sismo fundamental debe ocurrir con mayor o menor intensidad. La que podemos llamar onda sísmica se traslada por la zona más frágil del planeta, que se extiende alrededor de ese ecuador sísmico.

Hay compresiones, según esto, hacia Occidente, lo que origina depresiones hacia Oriente; y como a la vez pueden tener efecto diferentes movimientos de esta naturaleza, puede interferir una depresión que retrocede con una compresión que avanza, en cuyo caso la ruptura de equilibrio puede provocar el macrosismo.

Sin prejuzgar la cuestión señalaremos sólo a modo de avance sometido a la sanción experimental, que si el terremoto de Sicilia de 1693 correspondió el maremoto de Lisboa en 1755, o sea, transcurridos sesenta y dos años, pudiera intentarse llegar a avances curiosos y útiles respecto a establecer la posible periodicidad de los sismos. De análoga manera, si al sismo de Bulgaria de 1928 correspondió el de Montilla de 1930, o si aquél fué el avance del de Italia ocurrido en estos días, nuevas cifras podrían agregarse a la anterior y a las numerosas que de análoga manera pudieran irse deduciendo.

En el caso de la relación entre el sismo de Bulgaria y el de Italia en un período de tres a seis meses, debería tenerse aquí una repercusión. Pero repetimos que esto no pasa de ser una elucubración al análisis.

Lo indudable es que nos hallamos en terreno fácil a la vibración de la Tierra, como numerosas observaciones modernas y testimonios del pasado lo confirman.

## VIII

### Nota final

El sismo de Montilla (Córdoba) llegó a revestir caracteres próximos a la catástrofe, de verdadera importancia en esa población; en las poblaciones inmediatas, aunque perceptible en alto grado por los ruidos que le acompañaron, por las vibraciones del suelo, por el desplazamiento de los objetos y aun por los ligeros desperfectos ocasionados en los edificios, la intensidad del temblor de tierra fué moderada.

Ante el cristal de la fantasía andaluza, y sin perder de vista que, como hemos dicho, en Montilla se hundieron o sufrieron serios desperfectos unos 250 edificios, el sismo de Montilla dió origen a excesivos perjuicios materiales con relación a aquellos que realmente en él tienen su origen. Edificios de mediana construcción o en estado deplorable, que ya así se encontraban precedentemente, se achacó al temblor de tierra su derrumbamiento o su ruina.

La vibración terráquea derivada del desequilibrio en un hipocentro sito bajo Montilla, a distancia vertical de varios kilómetros, se tradujo intensamente hacia el macizo ibérico en Córdoba, Puertollano y Madrid. Esto en relación con la integración geológica española nos hace creer que tal desequilibrio isostático debió originarse en un macizo o conjunto tectónico de alta compacidad.

La falla del Guadalquivir, serie de fallas, separa la Campiña cordobesa y la Sierra Morena, de terrenos compactos ésta, de estratos blandos aquélla. Si el desequilibrio promotor del sismo hubiera sido muy superficial, dada la estructura geológica cita-



da, en terrenos integrados por formaciones blandas, arcillas, margas, yesos, arenas, dada la intensidad observada en Montilla, seguramente la vibración hubiera llegado muy atenuada al macizo ibérico, cuya escarpa emerge al Norte de la población de Córdoba.

Necesariamente se llega así a la convicción de que otra serie más recia y compacta fué la que dió origen a la ruptura de equilibrio, y ésta no puede ser más que la paleozoico-hipogénica que define la escarpa de la Sierra Morena; que entonces cabe sensatamente pensar que determina según una serie de escalones el substrátum de los sistemas postpaleozoicos al Sur de Córdoba.

Las ondas sonoras conjuntas con las vibraciones de la Tierra, están de acuerdo tanto con una profundidad para la infraestructura paleozoica bajo Montilla de unos 4.000 metros, como con la repercusión en la población de Córdoba y con la construcción geológica citada.

El sismo de Montilla se traduce sobre estratos blandos con la mayor intensidad hacia la depresión del Guadajoz, es decir, hacia donde la resistencia es menor. Las poblaciones situadas en una alineación paralela a la falla del Guadalquivir, como Espejo y Baena, sufren de una manera más sensible los efectos del sismo, como si las isosistas se transmitieran alargadas, según un eje mayor paralelo a la citada falla, y en relación con una falla paralela a ella y oculta, que correspondiera aproximadamente al contacto del terciario inferior y el medio. Dato de acuerdo con la historia geológica del valle del Guadalquivir.

Las poblaciones anotadas situadas en cerros de la Campiña, y asimismo las que se encuentran en caso análogo, como Aguilar, Monturque, La Rambla, Montalbán Santaella, es decir, ya en la alineación de la falla o junta citada, ya en sus proximidades y en cerros eminentes, o dando vistas a depresiones, y, por tanto, sin consistencias marginales en los terrenos que les sir-

ven de asiento, fueron aquellas donde los efectos de la vibración se manifestaron de forma más sensible.

Por el contrario, las poblaciones del valle sitas sobre formaciones recias, pero descansando éstas a su vez sobre otras blandas que le sirvieron de amortiguador, recibieron la vibración atenuada; tal es el caso de Priego, Rute y Zuheros. Otro tanto ocurrió con aquellos pueblos que se hallaban en los llanos o mesetas sobre formaciones de cascajo, como Guadalcazar y La Carlota.



**NOTA SOBRE EL TRIÁSICO  
DE ALICANTE**

POR  
MANUEL DE CINCÚNEGUI  
Ingeniero de Minas.

## NOTA SOBRE EL TRIÁSICO DE ALICANTE

El Profesor Dr. Schmidt, de Tübingen, antiguo Director del Museo de Ciencias Naturales de Stuttgart y actual colaborador del Mapa Geológico de Alemania, realizó el pasado año 1929 una excursión por España con objeto de estudiar el triásico de nuestro país, continuación y complemento de las observaciones que viene realizando sobre este mismo terreno en otras regiones de Europa.

Muy interesantes fueron los resultados de aquella primera expedición, y de ellos aparece una primera impresión en un folleto publicado por la Academia de Ciencias de Berlín y titulado *Neue funde in der Iberisch-Balearischen Trias*.

Hace constar en él la situación intermedia y como de transición del triás español, entre las facies alpina y germánica, aun cuando a esta última corresponde una buena parte de la representación de este terreno en España por el carácter continental de sus tramos superior e inferior, entre los que se intercala otro de tipo batial unas veces y otras nerítico.

Reseña brevemente el resultado de sus investigaciones en los afloramientos catalanes de Olesa y Vallizana, en el de Mora de Ebro y el de Monte Toro en la isla de Menorca, en los que encuentra los tres tramos con caracteres muy semejantes a los alemanes; estudia después los de la provincia de Alicante, que a continuación describiré especialmente, y comprueba por último análogo desarrollo estratigráfico en otros diversos afro-



ramientos, como en Algeciras sobre la carretera de este punto a Tarifa.

No ultimadas en esa expedición sus interesantes observaciones, realizó recientemente otra, a parte de la cual he podido asistir ante la imposibilidad de hacerlo el Sr. Hernández Sampelayo, a quien amablemente invitó con el deseo de ponerse en comunicación y dar a conocer su criterio al Instituto Geológico y Minero de España.

La provincia de Alicante ha sido estudiada con todo detenimiento por el docto catedrático D. Daniel Jiménez de Cisneros, quien, en el año 1917, publicó una Memoria titulada *Geología y Paleontología de Alicante* (1), trabajo reducido al territorio que abarca el partido judicial de la capital y en el cual hace una enumeración y descripción de los diferentes terrenos que integran aquella zona, figurándolos en el correspondiente mapa que acompaña a la misma.

Sienta el Sr. Jiménez de Cisneros la base de que todo el triásico que se encuentra en la provincia de Alicante corresponde al tramo superior o Keuper y sólo por excepción existe una mancha, la de Establiments, en la que pudiera encontrarse una representación del Muschelkalk inferior. Tiene que valerse para esta clasificación casi exclusivamente de las condiciones litológicas del terreno, ya que son muy escasos los fósiles existentes.

Discrepa precisamente en ese punto el Sr. Schmidt, al suponer que existe el tramo inferior, o de las areniscas abigarradas, como base en muchos puntos de los tramos medio y superior del triás.

Existe, por tanto, una gran diferencia de apreciación entre dos eminentes geólogos, especializado el uno en esta clase

(1) Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. Trabajos del Museo Nacional de Historia Natural. Serie Geológica, núm. 21.

de terrenos, que viene reconociendo en muy diferentes regiones y que han motivado dos viajes sucesivos a nuestro país, el segundo ya con un carácter oficial; compenetrado el otro con la geología de una comarca en la que hace largo tiempo reside y que ha estudiado con el detenimiento, escrupulosidad y competencia que pone en cuantos trabajos científicos acomete.

Coinciden con la del Sr. Jiménez de Cisneros las opiniones de otros geólogos que han realizado estudios en aquella comarca, y así, entre otros, el Sr. Novo, en su *Reseña geológica de la provincia de Alicante*, supone que no existen en ella más que los pisos altos del triás, el Keuper y tal vez algunas calizas atribuibles al Muschelkalk. El Sr. Hernández Sampelayo, en un informe sobre hidrología subterránea de la zona de Villena, refiere también al Carniense y Noriense los yacimientos triásicos que allí encuentra, y en otro estudio análogo de los Sres. Dupuy de Lôme y Novo en las regiones de Petrel, Novelda, Monóvar, Pinoso, Orihuela y Crevillente, se hace idéntica clasificación.

Todo ello contribuye a dar un máximo interés a las apreciaciones del Dr. Schmidt y no podían éstas dejar de ser recogidas por el Instituto Geológico, siempre atento a cuanto puede contribuir al mejor conocimiento de la constitución geológica de nuestro suelo.

Con este fin me ha cabido la suerte de acompañar al señor Schmidt en alguna de sus excursiones por la provincia de Alicante, siendo mi propósito reflejar en esta nota, con la mayor exactitud posible, las impresiones que he recogido del sabio geólogo alemán, considerándolas de gran importancia para un posterior estudio del conjunto de la formación triásica española.

Imposibilitados, por premuras de tiempo, para recorrer detenidamente todos los lugares en que, a su juicio, se pre-

senta ese tramo inferior, trazó el Profesor Schmidt el plan de visita a los puntos más salientes y de fácil acceso, con objeto de aprovechar con el mayor fruto posible los días de que pudiéramos disponer.

En la llanura cuaternaria que rodea a la estación del ferrocarril de Agost y en las proximidades de ésta, se alza un testigo triásico denominado Cabezo Negret, descrito por el Sr. Jiménez de Cisneros, no sólo en la Memoria antes mencionada, sino también anteriormente, en una breve monografía publicada en el año 1912 en el *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*. Supone en ambas que la base del cerro está constituida por margas y areniscas irisadas del Keuper, sobre las que se encuentran unas capas de calizas, margosas en un principio, negras, muy compactas y veteadas después, que clasifica como Raiblienses. La dirección de estas capas es NO.-SE., siendo su buzamiento de unos 30° al NE. Los fósiles en ellas son muy escasos y difíciles de distinguir por la naturaleza misma de la roca en que están engastados, no obstante lo cual ha encontrado, en las diferentes excursiones realizadas, restos de *Turbonella*, *Myophoria*, *Natica*, secciones de lamelibranquios y algunos *Chondrites* que también parece ha encontrado en las areniscas, juntamente con impresiones de pequeños *Calamites*.

Aparte de su significación geológica, es interesante también el Cabezo Negret por constituir un yacimiento prehistórico que, aunque de escasa importancia, conserva los restos de un muro ciclópeo y de vasijas de barro, y explica la presencia de trozos de ofita en un paraje donde no se conoce apuntamiento eruptivo alguno.

El Profesor Schmidt considera la base del cerro como la parte alta del Buntersandstein, intercalándose entre las areniscas alguna capa margosa. Siguen inmediatamente unas calizas dolomíticas muy cavernosas y sobre ellas las calizas negras



LÁMINA I



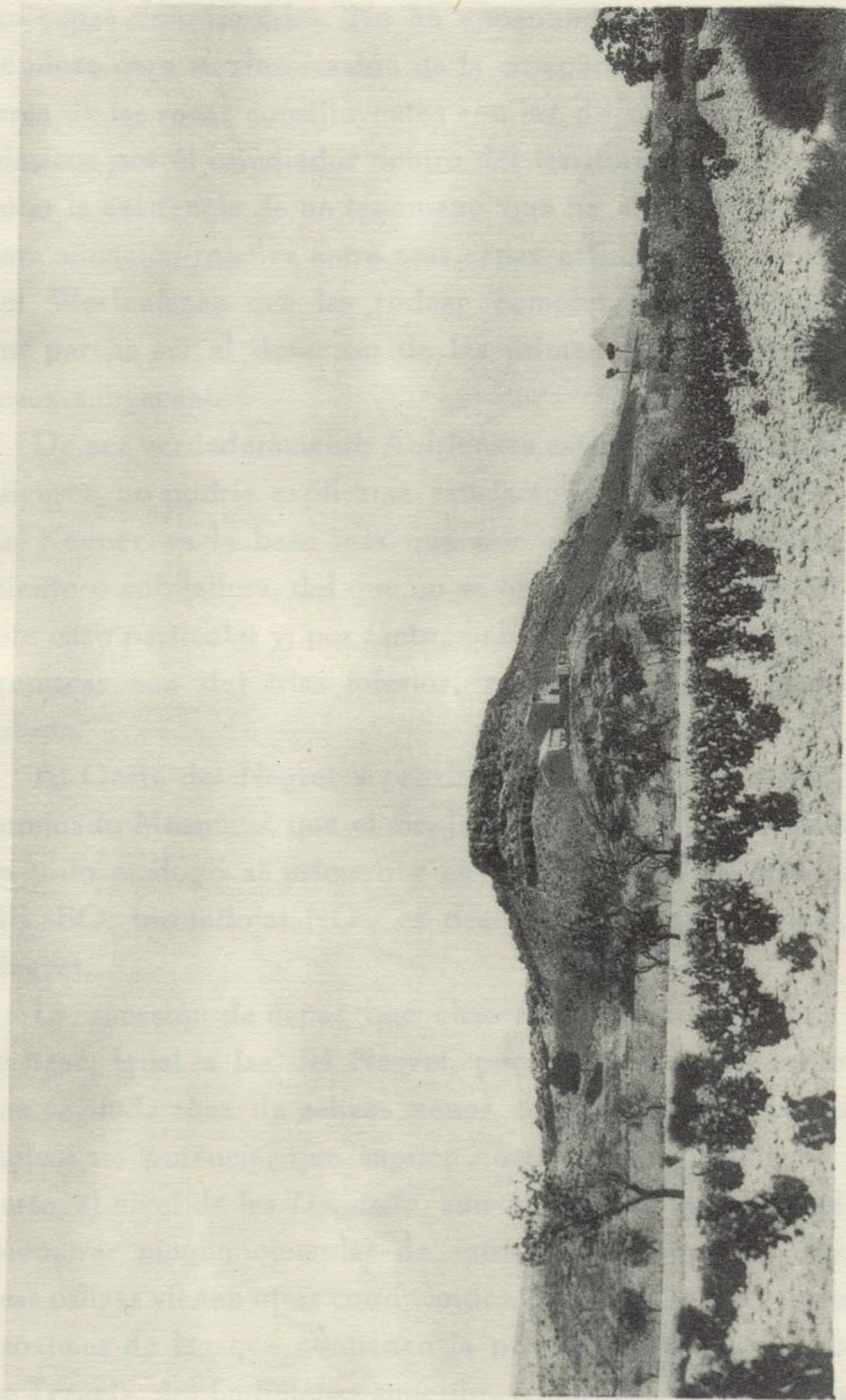
El Cabezo Negret, cerro triásico de las proximidades de Agost (Alicante)

M. CINCUNEGUI



M. CINCUNEGUI

LÁMINA I



El Cabezo Negret, cerro triásico de las proximidades de Agost (Alicante)





compactas, muy tableadas, con vetas espatizadas que supone del Muschelkalk inferior, Anisiense, y en las cuales se intercalan capas con fucoides. No ha encontrado otros fósiles, valiéndose para su clasificación de la comparación de los caracteres de las rocas constituyentes con las de otros yacimientos triásicos por él estudiados dentro del territorio español. Hace notar la existencia de un fenómeno que ha alterado la verdadera situación relativa entre esas capas calizas y las areniscas del Werfeniense que las rodean completamente, fenómeno que parece ser el descenso de las primeras al disolverse los yesos subyacentes.

De ser verdaderamente Anisienses estas calizas y no Rai-blienses, no podría explicarse satisfactoriamente la existencia del Keuper en la base más que por un fenómeno de corrimiento o cobijadura, del que no se observa síntoma alguno en este caso particular y, por tanto, habría que aceptar que esas areniscas son del triás inferior, en el cual tienen perfecta cabida.

Al Oeste del Negret y próximo a él existe otro cerro denominado Mosquito, que el Sr. Jiménez de Cisneros clasifica en todo análogo al primero y cuyas capas van en dirección NE.-SO. buzando al NO., es decir, casi normales a las del Negret.

La sucesión de capas que observa el Sr. Schmidt es, en su base, igual a las del Negret, pero después se superpone una segunda zona de calizas menos compactas, con unos diez metros de potencia, que supone corresponden, al menos en parte, al nivel de las *Daonella*, aun cuando no ha conseguido encontrar ningún ejemplar de estos lamelibranquios. Sobre esas calizas vienen otras con fucoides, precursoras más o menos próximas de las que contienen la por él denominada «fauna de Teruel», del Ladiniense superior, y, por último, unas calizas dolomíticas y dolomias del Keuper.

Entre uno y otro cerro, en unas arcillas muy finas, junto a la explanación del proyectado ferrocarril de Alicante a Alcoy, encontramos unos diminutos ejemplares de *Estheria Germari* e impresiones de *Volzia heterophylla*, que caracterizan al triás inferior.

Otro de los afloramientos visitados es del paraje denominado Establiments, que aparece entre dos cerros de constitución cretácea, que dan la sensación de las dos ramas de un anticlinal denudado, dejando en su centro al descubierto los terrenos más antiguos subyacentes.

Esta mancha es la que el Sr. Jiménez de Cisneros considera como formada por las margas irisadas, existiendo en su centro unas capas de caliza margosa, con pequeños cristales dolomíticos, que cree pueden referirse al Wellenkalk de los alemanes, o sea a la base del Muschelkalk, por las descripciones que conoce de este terreno.

Sigue el Sr. Schmidt considerando este depósito como del triás inferior, con abundancia de yesos rojos y negros, aunque con la particularidad de que entre ellos se intercalan esos bancos de calizas cenicientas con algunas hiladas color heces de vino que contienen muy abundantes secciones de tallos de un *Pentacrinus*, el *Cisnerosi* Schmidt, y que delatan un régimen marino en medio de una formación de origen lagunar.

El cerro de la Venta sigue siendo otra representación del Werfeniense, constituido por areniscas rojas y grises, con restos de equisetáceas, y en él ha sido objeto de una explotación bastante intensa una capa de carbón muy piritoso. En la actualidad están abandonadas todas las labores, siendo imposible visitarlas.

Fuera ya de la zona que abarca la Memoria publicada por el Sr. Jiménez de Cisneros, aunque muy próximo a ella, existe el manchón triásico de Espejeras, que cita, aunque no describe, por su importancia fosilífera y que nosotros visitamos por el



LÁMINA II



Cerro del Mosquito. testigo triásico de las proximidades de Agost (Alicante)

M. CINCUNEGUI





Cerro del Mosquito, testigo triásico de las proximidades de Agost (Alicante)



interés que le presta esta circunstancia, tan poco frecuente, y por presentar un gran número de niveles estratigráficos análogos en su orden de sucesión y hasta en sus espesores respectivos a los que el Sr. Schmidt ha estudiado en otras regiones españolas, tales como Mora de Ebro, Vallizana, Olesa, zona del Lluch en la isla de Mallorca, de Monte Toro en la de Menorca, etc.

Comenzando por la parte meridional del yacimiento se encuentran, en la falda de una pequeña colina, las mismas capas calizas con *Pentacrinus* que habíamos citado en Establiments.

Sobre la potente masa de yesos y areniscas del triás inferior se depositan unas capas de calizas dolomíticas cavernosas que corresponden a la base del Muschelkalk.

Se superponen otras calizas compactas grises oscuras, con vetas espatizadas y fucoides, con un espesor de poco más de 20 metros.

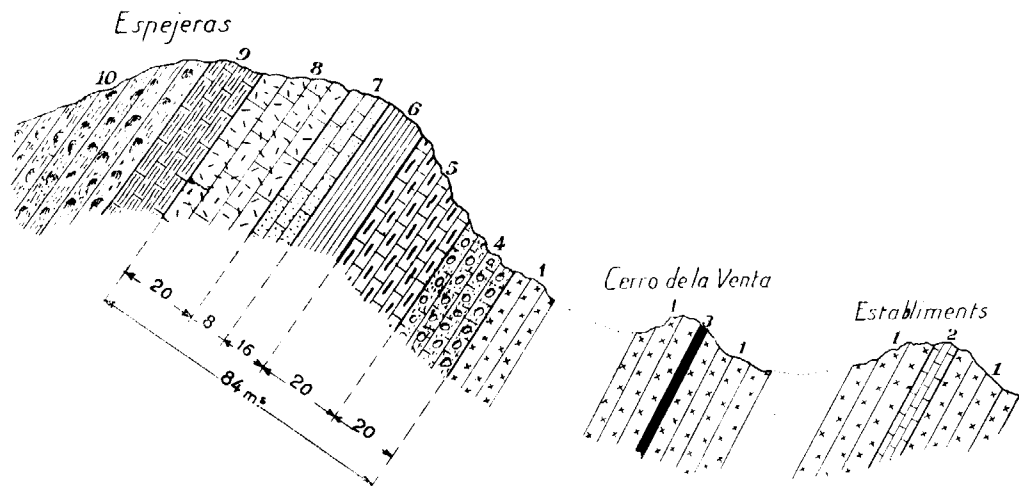
Siguen después 16 metros de calizas muy pizarrosas e inmediatamente otras calizas margosas, con ocho metros de potencia, que probablemente son las que en otros yacimientos corresponden al nivel de las *Daonellas* y que, por tanto, habría que clasificar en el Ladiniense inferior.

Se suceden encima unas alternancias de calizas margosas y compactas, con un espesor de unos 20 metros, y que son las que encierran la antes citada «fauna de Teruel», constituyendo a veces una verdadera lumaquela. Corresponden, según dije, al Ladiniense superior, y en ellas se encuentra la *Myophoria Goldfusi*, *Placunopsis Teruelensis* y ejemplares de *Gervilia*, *Nautilus*, etc.

Por último, se presentan unas calizas azuladas, margosas, y dolonias amarillentas cavernosas que probablemente constituyen la base del Keuper. A continuación y como rodeando a todo el conjunto, volvemos a encontrar la representación del Buntersandstein.

Las capas se presentan inclinadas hacia el Sur casi verticales y dando la sensación, como en el Cabezo Negret, de que les ha faltado el apoyo en su base y han sufrido un hundimiento que ha trastornado su primitiva situación.

Por carecer de planos topográficos adecuados es imposible hacer una representación exacta del interesante corte descrito arriba, el cual, como ya hemos hecho constar, se repite en



Corte de la zona triásica Espejeras-Establiments en la provincia de Alicante.

- 1. Yesos del Buntersandstein.—2. Calizas con *Pentacrinus*.—3. Capa de carbón.—4. Calizas dolomíticas cavernosas de la base del Muschelkalk.—5. Calizas compactas con fucoides y vetas de espato.—6. Calizas muy pizarrosas.—7. Calizas margosas del nivel de la *Daonella* (*Ladiniense inferior*).—8. Alternancias de calizas margosas y compactas muy fosilíferas.—9. Calizas azules margosas.—10. Dolomias amarillentas, cavernosas de la base del Keuper.

puntos muy diversos y, aunque a veces no tan completo, en otros parajes de esta región. Sirva un poco de orientación el croquis adjunto que, aunque sin sujeción a una escala determinada, puede dar una idea del conjunto.

Podría darse un mayor número de ejemplos de esa discrepancia de criterio al considerar la edad de los elementos constitutivos del triásico en Alicante, pero la cita de otros nuevos no sería más que una repetición de todo lo dicho anteriormente, y creo suficientes los ya señalados para proporcio-

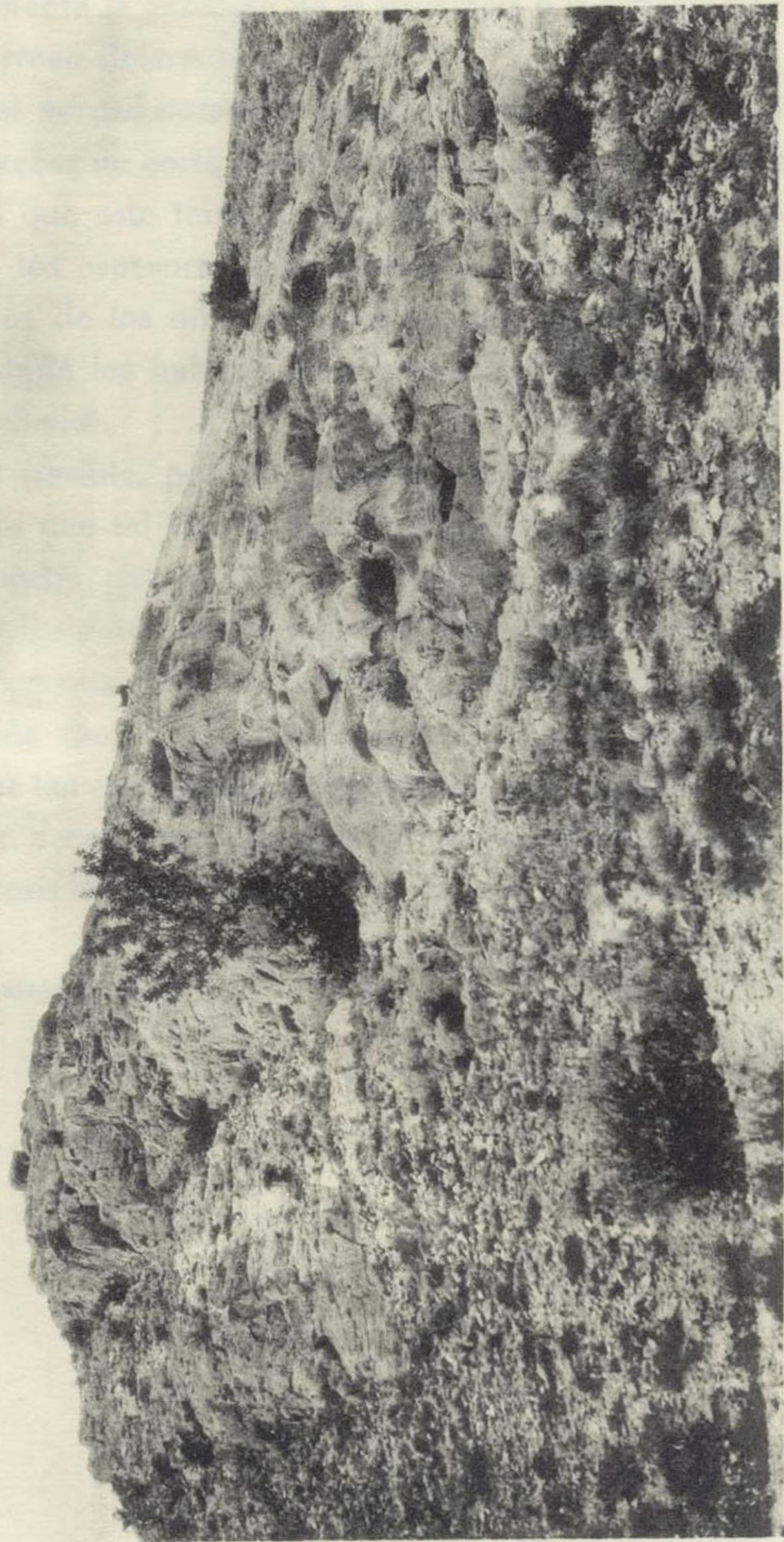
LÁMINA III



Calizas fosilíferas del Muschelkalk, en Espejeras (Alicante).

M. CINCUNEGUI





Calizas fosilíferas del Muschelkalk, en Espejeras (Alicante).



nar amplio campo de estudio a aquellos a quienes interese particularmente la geología de la provincia o la especialización en este terreno determinado.

El final verdaderamente interesante de esta nota hubiese sido el reseñar un corte del triás español en un punto hipotético en el que este terreno alcanzase su completo desarrollo, indicando los espesores aproximados de sus tramos y dentro de ellos los de los diferentes niveles, con los fósiles característicos donde los hubiese, todo ello según las observaciones del Dr. Schmidt.

No es posible, por el momento, llegar a esa conclusión práctica, lo que tal vez motive un nuevo viaje del sabio geólogo a nuestro país si de sus libretas de campo no puede entresacar los datos necesarios para ello. Puesto ya en comunicación con este Instituto Geológico, no hemos de desperdiciar ocasión de recoger el resultado de sus valiosas observaciones, que tan amablemente nos brinda y, por tanto, esperamos poder dar a conocer en su día lo que en realidad ha de ser como síntesis de todas ellas.

Madrid, mayo de 1930.

NOTICIA SOBRE EL HALLAZGO  
DEL  
**«ASPIDISCUS CRISTATUS» LAMARK**  
EN EL  
CENOMANENSE DE ESPAÑA  
POR  
FEDERICO GÓMEZ LLUECA

NOTICIA SOBRE EL HALLAZGO DEL «ASPIDISCUS  
CRISTATUS» LAMARK EN EL CENOMANENSE DE  
ESPAÑA

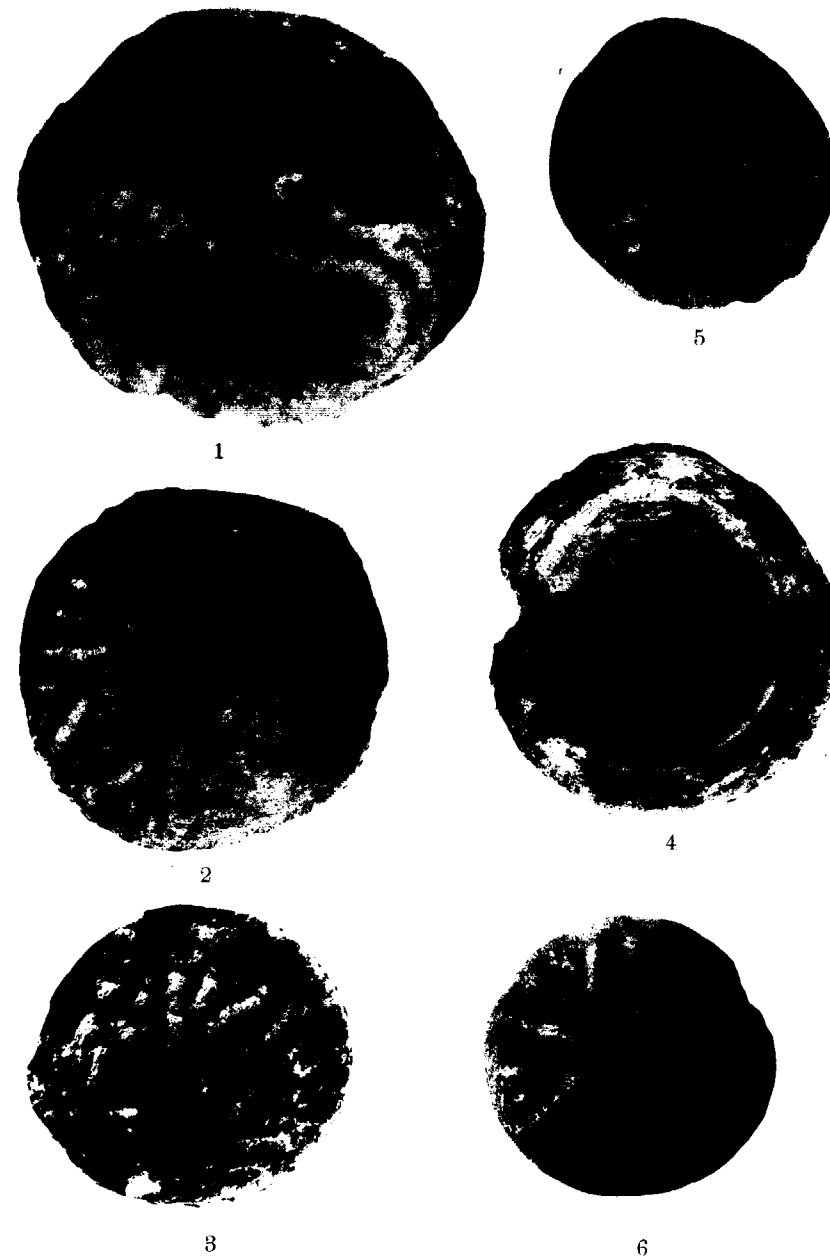
Al hacer los estudios geológicos para la hoja de Viana, que corresponden a las provincias de Alava, Logroño y Navarra, los distinguidos Ingenieros de Minas del Instituto Geológico y Minero de España Sres. Mendizábal y Cincúnegui, tuvieron la suerte de encontrar en el cretácico de aquella provincia algunos ejemplares de una especie fósil que ofrece verdadero interés. Se trata del *Aspidiscus cristatus* Lamark sp., Hexacoralario de la familia *astræidæ*, que se diferencia por su polípero libre, ciclolitoide, con la superficie inferior algo cóncava, estriada en forma concéntrica y desprovista de señales de adherencia. La cara superior es convexa y presenta unas colinas poco gruesas dispuestas en forma radiada y aparentemente bifurcadas. El borde marginal está desprovisto de ellas y en él se hacen patentes los tabiques de los cálices que dan a esta zona un aspecto estriado radialmente. Desde doble punto de vista nos interesa esta especie: 1.º, porque hasta la fecha es fósil característico del Cenomanense, y 2.º, porque hasta el presente no tenemos noticia de que haya sido citado de España. Esto último motiva la presente nota para dar cuenta de tan importante hallazgo en las formaciones cretácicas del Norte de la Península. Sin embargo, no parecen ser los primeros encontrados, pues en las colecciones paleontológicas del Instituto Geológico y Minero de España, hemos po-



dido observar un ejemplar que, según el marbete, procede de las inmediaciones de la ermita de Falgar (Barcelona). Coincide éste por su forma y aspecto con los citados más arriba. Fuera de España este fósil es conocido de varias localidades, Los Aures, Tebesa y Batna, en Argelia. En esta última localidad son muy abundantes. En Túnez, Peyssonnel parece que los observó por primera vez, y cuenta que en un valle cerca de las ruinas de Suffetula, al Mediodía del pueblo de la Caironan, la cantidad de ejemplares que se encuentran es fabulosa. También se han citado de Transjordania, Alta Baviera, y modernamente del cretáceo de Dremisa, en Grecia, en donde le acompaña otra especie nueva que Renz denomina *Aspidiscus Felixi*. Los ejemplares españoles (lámina, núms. 1-4) proceden de las orillas del camino de Bernedo a Meano, y aunque pueden clasificarse dentro de la especie, no coinciden en su aspecto externo con los clásicos del Sahara argelino (lámina, números 5 y 6), pues el número de crestas es mucho mayor, su disposición radiada no es tan clara como en aquéllos, y aunque algunas crestas son tan largas que van del centro al borde marginal, la inmensa mayor parte son cortas y hasta cónicas, presentando algunos ejemplares un estado intermedio entre el *Aspidiscus cristatus* y el *A. Felixi* que está caracterizado por sus crestas que son todas cónicas y regularmente distribuidas en la cara superior.

Estas consideraciones nos llevan a pensar que se trata de una variedad del *Aspidiscus cristatus* que proponemos designarla con el nombre de *Bernedensis* en atención a su primera localidad dada a conocer en España.

25-III-31



1 - 4 *Aspidiscus cristatus* Lamark sp. var. *Bernedensis* (var. nov.) camino de Bernedo a Meano (Alava)

(tamaño natural)

5 y 6 *Aspidiscus cristatus* Lamark sp., tipo Sahara argelino. Ejemplares del Museo Nacional de Ciencias Naturales

(tamaño natural)





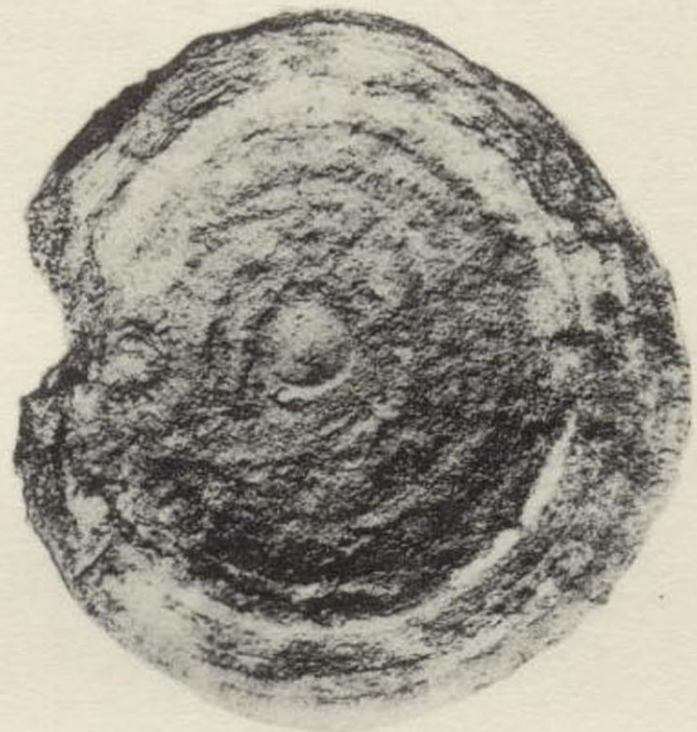
1



5



2



4



3



6

1 - 4 *Aspidiscus cristatus* Lamark sp. var. *Bernedensis* (var. nov.) camino de Bernedo a Meano (Alava)

(tamaño natural)

5 y 6 *Aspidiscus cristatus* Lamark sp., tipo Sahara argelino. Ejemplares del Museo Nacional de Ciencias Naturales

(tamaño natural)



ÍNDICE



## ÍNDICE DE MATERIAS

	Páginas
BIOGRAFÍA DE D. CÉSAR RUBIO, por D. Luis de la Peña .....	vii
PRÓLOGO .....	xi
APROVECHAMIENTO DE AGUAS EN LAS ISLAS CANARIAS, por D. Juan Gavala y D. Enrique Goded .....	1
LAS ROCAS ERUPTIVAS DE LA MANCHA GRANÍTICA AL ESTE DEL BESÓS, por D. Maximino San Miguel de la Cámara .....	105
CRIADEROS CON ESTANNINA DE LA PROVINCIA DE CÁCERES. Estudio con el material del Instituto, por D. Enrique Rubio y D. Santiago Piña.	159
VEGETALES FÓSILES DEL CARBONÍFERO ESPAÑOL, por D. Manuel Ruiz Falcó y D. Ricardo Madariaga .....	199
LAS «SPIRIFERINA» DE LAS COLECCIONES PALEONTOLÓGICAS DEL INSTI- TUTO, por D. J. R. Bataller .....	225
PIZARRAS BITUMINOSAS. DATOS OBTENIDOS EN EL SONDEO NÚMERO 1 DE PUERTOLLANO, por D. A. de Alvarado y D. L. Menéndez Puget ...	251
EL TERREMOTO DE MONTILLA, por D. A. Carbonell Trillo-Figueroa ...	293
NOTA SOBRE EL TRIÁSICO DE ALICANTE, por D. Manuel de Cincúnegui.	333
NOTICIA SOBRE EL HALLAZGO DEL «ASPIDISCUS CRISTATUS» LAMARK EN EL CENOMANENSE DE ESPAÑA, por D. Federico Gómez Llueca .....	345



## FE DE ERRATAS

PÁGINA	LÍNEA	DICE	DEBE DECIR
151	7	Tayá	Teyá
192	6	básico	bárico

Entre las páginas 124 y 125, lámina V, las figuras 3 y 4 dicen: Pórfido dicrítico. Deben decir: Pórfido diorítico.

Entre las páginas 138 y 139, lámina VII, figura 3, dice: Premiá de Dalp. Debe decir: Premiá de Dalt.

En la página 189, primera columna, los conceptos 14 y 15 dicen: <sup>97,9</sup> 2.882,9  
Deben decir: <sup>2.897,9</sup> 82,9

PUBLICACIONES  
DEL  
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO  
DE  
• ESPAÑA



**PUBLICACIONES**  
DEL  
**INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA**

**MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA**  
**Escala 1 : 50.000**

**1.º — HOJAS Y MEMORIAS PUBLICADAS**

EN VENTA		<u>Región</u>
N.º 1.	Hoja y Memoria 560, Alcalá de Henares (Madrid).....	4. <sup>a</sup>
» 2.	Hoja y Memoria 810, Almodóvar del Campo (C. Real).	5. <sup>a</sup>
» 3.	Hoja y Memoria 194, Santa María del Páramo (León)..	1. <sup>a</sup>
» 4.	Hoja y Memoria 460, Hiendelaencina (Guadalajara) ..	4. <sup>a</sup>
» 5.	Hoja y Memoria 421, Barcelona (Barcelona).....	3. <sup>a</sup>
» 6.	Hoja y Memoria 984, Sevilla (Sevilla).....	7. <sup>a</sup>
» 7.	Hoja y Memoria 559, Madrid (Madrid).....	4. <sup>a</sup>
» 8.	Hoja y Memoria 522, Tortosa (Tarragona) .....	3. <sup>a</sup>
» 9.	Hoja y Memoria 173, Tafalla (Navarra).....	2. <sup>a</sup>
» 10.	Hoja y Memoria 195, Mansilla de las Mulas (León)....	1. <sup>a</sup>
» 11.	Hoja y Memoria 836, Mestanza (Ciudad Real).....	5. <sup>a</sup>
» 12.	Hoja y Memoria 420, S. Baudilio de Llobregat (Barcelona).....	3. <sup>a</sup>
» 13.	Hoja y Memoria 886, Beas de Segura (Jaén).....	5. <sup>a</sup>
» 14.	Hoja y Memoria 792, Alpera (Albacete).....	6. <sup>a</sup>
» 15.	Hoja y Memoria 196, Sahagún (León).....	1. <sup>a</sup>
» 16.	Hoja y Memoria 547, Alcanar (Tarragona).....	3. <sup>a</sup>
» 17.	Hoja y Memoria 535, Algete (Madrid).....	4. <sup>a</sup>
» 18.	Hoja y Memoria 985, Carmona (Sevilla).....	7. <sup>a</sup>
» 19.	Hoja y Memoria 237, Castrogeriz (Burgos).....	1. <sup>a</sup>
» 20.	Hoja y Memoria 881, Villanueva de Córdoba (Córdoba).	7. <sup>a</sup>
» 21.	Hoja y Memoria 882, Venta de Cardeña (Córdoba)....	7. <sup>a</sup>
» 22.	Hoja y Memoria 567, Teruel (Teruel) .....	6. <sup>a</sup>

	<u>Pesetas</u>
Una Hoja sola .....	3,50
Una Memoria sola.....	3
La Hoja y su Memoria en rústica, juntas o separadas.....	6
Memoria encartonada.....	4,50
Memoria y Hoja encuadernadas juntas.....	7,50
Hoja encuadernada y entelada.....	10

**2.º — HOJAS Y MEMORIAS EN PUBLICACIÓN**

433, Atienza. — 791, Chinchilla de Monte-Aragón. — 817, Pétrola. 885, Santisteban del Puerto.

**3.º — HOJAS Y MEMORIAS EN PREPARACIÓN**

a) 790, Albacete. — 784, Ciudad Real. — 816, Peña de San Pedro. — 983, Posadas. — 906, Úbeda. — 103, Astorga. — 523, Buda. — 498, Hospitalet. — 161, León. — 192, Lucillo. — 1.019, Los Palacios. — 370, Toro. — 232, Villamañán. — 369, Coreses. — 448, Gavá.

b) 534, Colmenar Viejo. — 231, La Bañeza. — 785, Almagro. — 171, Viana. — 112, Vitoria. — 447, Villanueva y Geltrú. — 509, Torrelaguna. — 743, Madrigueras. — 759, Piedrabuena. — 766, Valdeangana. — 765, La Gineta.

# BOLETINES, MEMORIAS, COMUNICACIONES Y MAPAS

DEL

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

## OBRAS PUBLICADAS Y EN VENTA

### 1.º — BOLETINES (1)

Pesetas

<i>Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España</i> : tomos.....	I al XX.....	20
<i>Boletín del Instituto Geológico y Minero de España</i> : tomos.....	XXI al XXXI. XXXII al XL. XLI al LII...	17,50 17,50 15

### 2.º — MEMORIAS

<i>Descripción física y geológica de Barcelona</i> , por D. José Maureta y D. Silvino Thos y Codina .....	20
<i>Idem física, geológica y minera de Logroño</i> , por D. Rafael Sánchez Lozano .....	15
<i>Explicación del Mapa geológico de España</i> , por D. Lucas Mallada. Tomos I al VII (cada uno) .....	15

#### *Criaderos de Hierro de España:*

Tomo I (Introducción). — <i>Criaderos de la provincia de Murcia</i> .....	15
Tomo II. — <i>Criaderos de Asturias</i> .....	15
Tomo III. — <i>Criaderos de Guadalajara y Teruel</i> , por D. Vicente Kindelán y D. Manuel Ranz.....	12
Tomo IV. — <i>Hierros de Galicia</i> (tomo I), por D. Primitivo Hernández Sampelayo .....	15
Tomo IV. — <i>Hierros de Galicia</i> (tomo II), por D. Primitivo Hernández Sampelayo .....	20
Tomo V. — <i>Hierros de Almería y Granada</i> (tomos I, II y III), por D. Ricardo Guardiola y D. Alfonso de Sierra (cada uno).....	15
<i>Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda</i> , por D. Domingo de Orueta.....	20
<i>Estudio metalogénico de la Sierra de Cartagena</i> , por D. Ricardo Guardiola .....	15
<i>Monografía de los melanopsis vivientes y fósiles de España</i> , por D. Florentino Azpeitia Moros .....	15

(1) Véase el Extracto del Catálogo de estos *Boletines*, al final.

# PUBLICACIONES DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

### 3.º — NOTAS Y COMUNICACIONES

Pesetas

<i>Notas y comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España</i> . Volúmenes I y II (1928 y 1929).....	5
--	---

### 4.º — MAPAS

<i>Mapa geológico de España</i> , edición en 16 hojas y escala de 1 : 400.000; cada hoja.....	7,50
<i>Mapa geológico de España</i> , edición en 64 hojas y escala de 1 : 400.000; cada hoja suelta.....	2
<i>Mapa geológico de España</i> , mapa de conjunto, escala 1 : 1.500.000	15
<i>Atlas del Estudio stratigráfico de la Cuenca hullera asturiana</i> , por D. Luis de Adaro y Magro.....	20

## OBRAS AGOTADAS

<i>Mapa geológico</i> , en 16 hojas. Hojas números 3, 6, 7 y 14.
<i>Boletín de la Comisión del Mapa geológico</i> : tomos I al XIII.
<i>Boletín del Instituto Geológico de España</i> : tomos XXXVIII y XLVIII (1.ª parte).
<i>Descripciones física, geológica y agrológica de Soria</i> , por D. Pedro Palacios.
<i>Idem física y geológica de Zaragoza y Ávila</i> , por D. Felipe M. Donayre.
<i>Idem id. de Álava</i> , por D. Ramón Adán de Yarza.
<i>Idem id. de Cuenca, Valladolid, Teruel y Segovia</i> , por D. Daniel de Cortázar.
<i>Idem id. de Cáceres</i> , por D. Justo Egozcue y D. Lucas Mallada.
<i>Idem id. de Huesca</i> , por D. Lucas Mallada.
<i>Idem id. de Salamanca</i> , por D. Amalio Gil y Maestre.
<i>Idem id. de Valencia</i> , por D. Daniel de Cortázar y D. Isidro Manuel Pato.
<i>Idem id. de Guipúzcoa</i> , por D. Ramón Adán de Yarza.
<i>Idem id. de Vizcaya</i> , por D. Ramón Adán de Yarza.
<i>Idem física de Huelva</i> , por D. Joaquín Gonzalo Tarín.
<i>Idem geológica de idem</i> , por D. Joaquín Gonzalo Tarín.
<i>Idem minera de idem</i> , por D. Joaquín Gonzalo Tarín.
<i>Sinopsis paleontológica de España</i> . Tomos I, II y III, sistemas Siluriano, Devoniano, Carbonífero, Triásico, Jurásico e Infracretáceo, por D. Lucas Mallada.
<i>Trabajos geodésicos y topográficos de Asturias</i> .
<i>Mapa topográfico de Asturias</i> , por D. Guillermo Schulz (4.ª edición).
<i>Descripción física y geológica de Zamora</i> , por D. Gabriel Puig.
<i>Estudios hidrológicos</i> . — Cuenca del Tajo (provincia de Madrid).

**PUBLICACIONES ESPECIALES**  
DEL  
**INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA**

MEMORIAS Y GUÍAS  
RELATIVAS AL  
XIV CONGRESO GEOLÓGICO INTERNACIONAL

**OBRAS EN VENTA**

1.º — MEMORIAS

Pesetas

<i>Memorias del XIV Congreso Geológico Internacional</i> , por el Secretario general, Ingeniero de Minas, Vocal del Instituto Geológico y Minero de España, D. Enrique Dupuy de Lôme. Tomos I, II, III y IV, cada uno.....	15
<i>Las reservas mundiales de Piratas</i> , por los señores de la Comisión de Publicaciones del XIV Congreso Geológico Internacional, Ingenieros de Minas D. César Rubio, D. José de Gorostizaga, D. Enrique Dupuy de Lôme y D. Joaquín Mendizábal. Dos tomos.....	50
<i>Las reservas mundiales de Fosfatos</i> , por los señores de la Comisión de Publicaciones del XIV Congreso Geológico Internacional, Ingenieros de Minas D. César Rubio, D. José de Gorostizaga, D. Enrique Dupuy de Lôme y D. Joaquín Mendizábal. Dos tomos.....	50

2.º — GUÍA

Guías Geológicas de España, publicadas por la Comisión Organizadora del XIV Congreso Geológico Internacional para facilitar las excursiones que realizaron los Congresistas:	
GUÍA A-1. — <i>Estrecho de Gibraltar, Jerez, Tarifa, Algeciras, Ceuta, Tetuán, Melilla, Nador, etc., etc.</i> , por los Ingenieros de Minas, Vocales del Instituto Geológico y Minero de España, Sres. Marín, Valle, Dupuy de Lôme, Gavala, Miláns del Bosch e Iruegas. Un tomo de 256 páginas, 27 láminas (6 de microfots., 1 de cortes geols.), 3 mapas geológicos. — Edición española o francesa.....	10
GUÍA A-2. — <i>Los platinos de la Serranía de Ronda</i> , por los Ingenieros de Minas, Vocales del Instituto Geológico y Minero de España, Sres. Orueta y Rubio. 160 páginas, 24 láminas (2 de microfots., 1 de cortes geols.), 3 mapas. Edición española, francesa o inglesa.....	10

PUBLICACIONES DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Pesetas

GUÍA A-3. — <i>Minas de plomo y cobre de Linares y Huelva</i> , por los Ingenieros de Minas Sres. Hereza y Alvarado. 140 páginas, 3 figuras, 16 láminas (7 de cortes geols.), 2 planos y 4 mapas. — Edición española, francesa o inglesa.....	10
GUÍA A-5. — <i>La Sierra Morena y la Sierra Nevada</i> , por los Ingenieros de Minas Sres. Novo y Carbonell y los Profesores de Geología Sres. Gómez Lluca y Carandell. 248 páginas, 8 figuras, 22 láminas, 5 mapas. — Edición española.	10
GUÍA A-6. — <i>El Terciario continental de Burgos</i> , por el Doctor en Ciencias Sr. Royo y Gómez. 70 páginas, 12 figuras, 18 láminas, 2 mapas. — Edición española, francesa o inglesa.....	5
GUÍA A-7. — <i>Islas Canarias</i> , por el Profesor de la Universidad Central Sr. Fernández Navarro. 122 páginas, 46 figuras, 25 láminas, 8 mapas. — Edición española o francesa.	10
GUÍA B-1. — <i>Minas de Almadén</i> , por el Ingeniero de Minas, Vocal del Instituto Geológico y Minero de España, señor Hernández Sampelayo. 102 páginas, 22 láminas, 1 mapa. Edición española o francesa.....	5
GUÍA B-2. — <i>La Sierra del Guadarrama</i> , por los Profesores de Geología Sres. Obermaier y Carandell. 46 páginas, 13 figuras, 19 láminas, 1 mapa. — Edición española o francesa.	5
GUÍA B-3. — <i>Aranjuez</i> , por los Profesores de Geología señores E. y F. Hernández-Pacheco. 104 páginas, 31 figuras, 14 láminas, 1 mapa, 1 lámina de cortes geológicos. — Edición española.....	10
GUÍA C-1. — <i>Minas de Asturias</i> , por los Ingenieros de Minas Sres. Cueto, Junquera, H. Sampelayo y Patac. 108 páginas, 4 figuras, 21 láminas (3 cortes geols.), 5 mapas. — Edición española o francesa.....	10
GUÍA C-5. — <i>Isla de Mallorca</i> , por los Geólogos Sres. Darder y Fallot. 125 páginas, 48 figuras, 17 láminas (6 de cortes geols.), 1 mapa, 2 cuadros sinópticos. — Edición francesa.	10
GUÍA X-1. — <i>La Sierra Morena y la llanura Bética</i> , por el Catedrático de la Universidad Central Sr. Hernández-Pacheco. 150 páginas, 20 figuras, 39 láminas, 1 lámina de cortes, 2 mapas. — Edición española o francesa.....	5
GUÍA X-3. — <i>Despeñaperros</i> , por los Catedráticos de Geología Sres. H.-Pacheco y Puig de la Bellacasa. 48 páginas, 9 figuras, 20 láminas, 1 mapa. — Edición española o francesa.....	5
GUÍA F-2. — <i>Guía del ferrocarril de Madrid a Sevilla</i> , por los Ingenieros de Minas, Vocales del Instituto Geológico y Minero de España, Sres. Dupuy de Lôme y Novo. 139	



Pesetas

- páginas, 2 figuras, 26 láminas, 5 mapas. — Edición española, francesa, inglesa o alemana..... 10
- GUÍA F-3. — *Guía del Ferrocarril de Madrid a Irún*, por los Ingenieros de Minas, Vocales del Instituto Geológico y Minero de España, Sres. Dupuy de Lôme y Novo. 151 páginas, 20 láminas (1 de perfiles topográficos), 4 mapas. — Edición española, francesa o alemana..... 10

### OBRAS AGOTADAS

- GUÍA A-4. — *Línea tectónica del Guadalquivir*, por el Ingeniero de Minas Sr. Carbonell Trillo-Figueroa. 204 páginas, 7 figuras, 36 láminas (4 de cortes geols.) y 8 planos geológicos.
- GUÍA C-3. — *Cuenca potásica de Cataluña*, por el Geólogo Sr. Faura y el Ingeniero de Minas, Vocal del Instituto Geológico y Minero de España, Sr. Marín y Bertrán de Lis. 214 páginas, 5 figuras, 48 láminas (1 de sondeos y 6 de cortes) y 5 mapas.
- GUÍA C-6. — *Cuevas de Mallorca*, por el Geólogo Sr. Faura. 78 páginas, 14 láminas (4 de planos y secciones).
- GUÍA F-1. — *Guía Artística de Córdoba*, por el Ingeniero de Minas Sr. Carbonell. 155 páginas, 20 láminas, 4 planos. — Edición española.
- GUÍA C-2. — *Minas de Bilbao*, por el Ingeniero de Minas Sr. Rotache. 30 páginas, 2 láminas de cortes geológicos, 1 mapa. — Edición española.
- GUÍA C-4. — *Cataluña*, por los Geólogos Sres. Marín, Bataller, Larragán, San Miguel de la Cámara y Marcet. 214 páginas, 8 figuras, 48 láminas (1 de sondeos, 10 de bloques, 5 de cortes geológicos), 6 mapas. — Edición española o francesa.
- GUÍA C-5. — *Isla de Mallorca*, por los Geólogos Sres. Darder y Fallot. 125 páginas, 48 figuras, 17 láminas (6 de cortes geols.), 1 mapa, 2 cuadros sinópticos. — Edición española.

Estas obras se venden en las principales librerías y en el Instituto Geológico y Minero de España, Cristóbal Bordiú, 12. Madrid.

## PUBLICACIONES PERIÓDICAS DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

(Extracto del Catálogo.)

### BOLETINES (1)

#### PRIMERA SERIE

#### Tomos agotados de la primera serie

- TOMO I (1874). — Trabajos de los Sres. Castro, Bauzá, Cortázar, Caminero, Gascue, Igunza, Vidal, Olavarria, Donayre, Bayan, Araus, Maestre y Zuaznávar, páginas 17 a 201.
- TOMO II (1875). — Trabajos de los Sres. Mallada, Cortázar, Naranjo, Egozcue, Vidal, Reydeller, Maestre, Quintana y Gascue, páginas 1 a 377.
- TOMO III (1876). — Trabajos de los Sres. Castro, García, Bauzá, Sampayo, Dávila, Oriol, Parran, Centeno, Lasala, Massía, Caminero, Arévalo, Oriol, Pisani y Daubré, Sánchez Blanco, Maestre, Peña, Rubio, Leymerie, Zuaznávar, Thos y Cortázar, páginas 1 a 380.
- TOMO IV (1877). — Trabajos de los Sres. Aránzazu, Adán de Yarza, Gascue, Orueta, Herrera, Gombau, Abella, Vidal, Barrois, Zuaznávar y Donayre, páginas 1 a 385.
- TOMO V (1878). — Trabajos de los Sres. Tarín, Cortázar, Clemente, Lasala, Buitrago, Donayre, Monreal, Urrutia y H. Kuss, páginas 1 a 327.
- TOMO VI (1879). — Trabajos de los Sres. Vidal, Adán de Yarza, Calderón, Abella, Massía, Freurel, Barrois, Macpherson, Adán de Yarza, Monreal, Palacios, Drasche, Tarín y Moreno, páginas 1 a 413.
- TOMO VII (1880). — Trabajos de los Sres. Mallada, Castillo, Vidal, Molina, Barrois, Cotteau, Hermite, Salterain, Cortázar, Monreal, Karrer, Calderón y Castel, páginas 1 a 331.
- TOMO VIII (1881). — Trabajos de los Sres. Tarín, Vidal, Barrois, Castel, Vilanova, Drasche, Carez, Cortázar y Castro, páginas 1 a 357.
- TOMO IX (1882). — Trabajos de los Sres. Mallada, Vidal, Adán de Yarza, Tarín, Vidal, Castel, Centeno, Palacios, Botella, Cortázar y Calderón, páginas 1 a 333.
- TOMO X (1883). — Trabajos de los Sres. Centeno, Cortázar, Arana, Egozcue, Abella y Salterain, páginas 1 a 371.
- TOMO XI (1884). — Trabajos de los Sres. Mallada, Cortázar, Lozano, Almera, Bofill, Zeuller, Thos y Abella, páginas 1 a 405.
- TOMO XII (1886). — Trabajos de los Sres. Lozano, Tarayre, Centeno, Kilian, Nogués, Thos, Calderón, Cortázar y Tarín, páginas 1 a 631.
- TOMO XIII (1886). — Trabajos de los Sres. Abella, Bertrand, Kilian, Lévy, Bergeron, Barrois, Offret, Vidal, Almera y Bofill, páginas 1ª a 441.

#### Tomos disponibles de la primera serie

- TOMO XIV (1887). — Especies fósiles de España, L. Mallada, página 1. Cuenca hullera de Ciñara y Matallana (León), L. Mallada, página 176. — Estado del mapa geológico de España el 1887, página 209. Índice de publicaciones, mapa geológico de España, 1873 a 1887, páginas 217.
- TOMO XV (1888). — Geología de Mallorca y Menorca, H. Hermite, página 1. — El triás de Menorca y Mallorca, M. H. Nolau, página 234. Tramos senonense y danés en España, R. Nicklés, página 243. — Yacimiento de la Pistomesita en La Murria, 1888, M. Gourdon, página 247. — Geología de Santander, G. Puig y R. Sánchez, página 249.
- TOMO XVI (1889). — Geografía y geología de Tarragona, L. Mallada, página 1. — Manantiales minero-medicinales de Luzón, J. Centeno, A. Rosario y Sales, J. de Vera y Gómez, página 177. — Terremoto de Andalucía en 1884 y constitución geológica, por la Comisión de la Academia de Ciencias de París: Prólogo, página 299. — Introducción, página 305. — Exposición y discusión, página 309. — Notas de la Comisión del Mapa, página 353. — Propagación de las sacudidas, M. Fouquet, M. Lévy, página 381. — Catálogo de rocas, D. Cortázar (Facultad de Medicina), página 301.

(1) En venta en las principales librerías y en el Instituto Geológico y Minero de España, Cristóbal Bordiú, 12, a los precios siguientes: Por BOLETINES completos: De la serie 3.ª, 15 pesetas; de la 2.ª, 17,50 pesetas; de la 1.ª, 20 pesetas.

Las tiradas aparte de trabajos sueltos, que existan, referentes a estos mismos BOLETINES, se venden a los precios de 3,50, 5 y 10 pesetas, según sean de la 3.ª, 2.ª, o 1.ª serie.

- TOMO XVII (1890).—Geología de la provincia de Segovia, D. Cortázar, página 1. —Edad geológica del territorio de Morón de la Frontera, S. Calderón, página 235. —Terremoto de Andalucía en 1884 y constitución geológica, por la Comisión de la Academia de Ciencias de París. —El Sur de Andalucía, sierras de Tejada y Nevada, Ch. Barrois, A. Offret, página 243. —Serranía de Ronda, M. Lévy, Bergeron, página 325. —Región epigénica de Andalucía y origen de sus ofitas, S. Calderón, página 500.
- TOMO XVIII (1891). —Catálogo de fósiles de España, L. Mallada, página 1. —Terremoto de Andalucía en 1884 y constitución geológica, por la Comisión de la Academia de Ciencias de París, página 255. —Yacimiento titónico cerca de Cabra, W. Kilian, del Laboratorio de Geología de Sorbonne, página 449. —La cuenca hullera de Valderueda (León), Guardo (Palencia), L. Mallada, página 467.
- TOMO XIX (1892).—Geología de la provincia de Zaragoza, P. Palacios, página 1. —Fósiles de los terrenos terciarios de Cataluña, J. Almera, A. Bofill, página 115. —El terreno siluriano de Barcelona, Ch. Barrois, página 245. —Terremoto de Andalucía en 1884 y constitución geológica, por la Comisión de la Academia de Ciencias de París, página 261. —Paleontología de los terrenos secundarios y terciarios de Andalucía, M. Kilian, página 263. —Índice de la Memoria de la Comisión francesa sobre los terremotos de Andalucía, página 387.
- TOMO XX (1893). —Trabajos geológicos, M. Fernández de Castro, página 1. —Discurso acerca de la formación física de la Tierra, M. Fernández de Castro (Ateneo de Madrid), página 17. —Rocas hipogénicas de la isla de Cuba, R. Adán de Yarza, página 71. —Apuntes geológicos de Sagua de Tánamo a Santa Catalina de Guantánamo (Cuba), V. Pellitero, página 89. —Investigaciones geológicas (provincias de Alicante y Valencia), R. Nicklés, página 99. —Terreno terciario del Guadalquivir (Sevilla), S. Calderón, página 313. —Geología de los alrededores de Albarracín, D. L. Calvo, página 319. —Roca eruptiva de Fortuna, R. Adán de Yarza, página 349. —Índice general, alfabético, de autores, de la primera serie (tomos I al XX) de este Boletín, página 355. —Obras publicadas por la Comisión ejecutiva del Mapa Geológico de España, página 389.

## SEGUNDA SERIE

- TOMO XXI (1894). —Cavernas y simas de España, G. Puig y Larraz, página 1. —Notas bibliográficas (1893-1894), G. Puig, página 393.
- TOMO XXII (1895).—Los equinoides fósiles de la isla de Cuba, G. Cotteau, J. Egozcue y Cia., página 1. —Estructura geológica del archipiélago Balear, H. Noláu, página 101. —Estratigrafía y paleontología de la provincia de Burgos, M. Larrazet, página 121. —Flora pliocena de Barcelona, J. Almera, página 145. —Ofitas de la provincia de Navarra, P. Palacios, página 173. —Bibliografía, G. Puig y Larraz, página 249. —Publicaciones de la Comisión del Mapa Geológico de España (1873-1892), página 273.
- TOMO XXIII (1896).—Formaciones de origen marino de la Gran Canaria, A. Rothpletz y W. Simonelli, página 1. —La fauna pliocena del Sur de España, J. Schrod, página 8. —Huevos fósiles de Cevico de la Torre (Palencia), M. de Olavarría, página 133. —El terreno estrato-cristalino de Navarra, P. Palacios, página 139. —Los terrenos secundarios de Murcia, Almería, Granada y Alicante, R. Nicklés, página 145. —Criaderos argentíferos de la Aceveda y Robregordo (Madrid), R. Sánchez Lozano, página 151. —Moluscos eocenos del Pirineo catalán, Cossmann, página 167. —Cefalópodos triásicos de España, P. Palacios, página 199. —Hipuritos de Cataluña. Compendiado de M. Douvillé, G. Puig y Larraz, página 211. —Notas bibliográficas (1896), G. Puig y Larraz, página 279.
- TOMO XXIV (1897). —Fósiles de los terrenos pliocenos de Cataluña,

- J. Almera, A. Bofill, página 1. —Noticia de la isla Cabrera (Baleares), H. Noláu, página 225. —Exploraciones subterráneas en Baleares y Cataluña, A. Martell; traducción y notas de G. Puig y Larraz, página 229. —Notas bibliográficas (1897), G. Puig, página 259.
- TOMO XXV (1898). —Las aguas de España y Portugal, H. Bentabol y Ureta, página 11. —Cavernas de la provincia de Segovia, Cueva de la Solana de la Angostura, T. Llorente, página 349. —Notas bibliográficas (1898), G. Puig, página 337.
- TOMO XXVI (1899). —La cuenca carbonífera de Bélmez, L. Mallada, página 1. —Fósiles devonianos de Santa Lucía, P. Oehlert. Traducción R. Sánchez Lozano, página 81. —Criaderos de hierro de España, L. Mallada, página 153. —Geología de Cáceres, R. Sánchez Lozano, página 205. —Hachas de piedra pulimentada, D. de Cortázar, página 221. —Criaderos de cobre en Menorca y en Granada, R. Sánchez Lozano, página 233. —Sondeo en Linares (Jaén), G. English, página 245. —Sondeo de Valverde (Ciudad Real), C. Coello, página 253. —Notas bibliográficas (1899), G. Puig, página 257.
- TOMO XXVII (1900). —La cuenca carbonífera de Sabero (León), L. Mallada, página 1. —Fósiles devonianos de Santa Lucía, P. Oehlert. Traducción R. Sánchez Lozano, página 67. —Excursiones de la Sociedad geológica de Francia, en Barcelona, en 1898, pág. 89.
- TOMO XXVIII (1901). —Yacimientos cupríferos de Palencia, R. A. de Yarza, página 1. —Yacimientos de estaño de Pontevedra, R. Sánchez Lozano, página 11. —Yacimientos de plomo de Sierra Nevada, R. S. Lozano, página 25. —Los terrenos secundarios de Murcia, Almería, Granada y Alicante, R. Nicklés, página 35. —Fenómenos de cobijadura en la zona subbética, R. Nicklés, página 41. —El país vasco en las edades geológicas, R. Adán de Yarza, página 45. —Sobre la teoría de las zonas de cobijadura, R. A. de Yarza, página 65. —Fenómenos de cobijadura en la zona subbética, R. Nicklés, página 77. —La cuenca carbonífera de Guardo (Palencia), R. Sánchez Lozano, página 106. —Moluscos eocénicos del Pirineo catalán, M. Cossmann, página 135. —Vegetales terciarios de Cataluña, P. Fliche, profesor de Nancy, página 153. —Aguas artesianas de Figueras, por R. S. Lozano, página 167. —Alumbramiento de aguas en Madrid, A. Montenegro, Ingeniero Industrial, página 171. —Estudios hidrológicos en España, D. de Cortázar, página 177. —Estudios hidrológicos (Madrid), H. Bentabol, página 209; J. García del Castillo y C. Rubio, página 241; R. S. Lozano y M. A. Aravaca, página 265; R. Adán de Yarza, página 297. —Aguas y pozos de los barrios bajos de Madrid, L. Mallada, página 321.
- TOMO XXIX (1908). —Geología de Murcia, M. Pato y Quintana, página 1. —Estudios hidrogeológicos (Toledo), C. Rubio, E. Villate y A. Kindelán, página 159. —Estudios hidrogeológicos (Guadalajara), M. Alvarez Aravaca, página 227. —Estudios geológico-mineros (Guadalajara), E. Naranjo, página 281. —Explosión de gases no inflamables en una mina, D. de Cortázar, página 303. —Minas de tungstato de hierro en término de Casayo (Orense) y de Montoro (Córdoba), L. Mallada, página 315. —Mapa topográfico de Murcia, M. Pato. —Mapa de la cuenca del Tajo (Toledo), C. Rubio, E. Villate y A. Kindelán.
- TOMO XXX (1909). —Hidrología del Tajo (Madrid), C. Rubio, A. Kindelán, página 9. —Hidrología del Llobregat (Barcelona), L. Santamaría, A. Marin, página 31. —Yacimientos de petróleo y azufre en Cádiz, L. Mallada, página 53. —Hidrología subterránea en Villena (Alicante), L. Vidal, R. Sánchez Lozano, página 67. —Con siete láminas de estudio hidrológico de Madrid, Cuenca, Barcelona, Villena y Zaricejo. —Hidrología subterránea del Llano de Barcelona, C. Rubio, A. Kindelán, página 93. —Hidrogeología del Tajo, M. Alvarez Aravaca, página 103. —Hidrología superficial y subterránea de Gerona, H. Bentabol, página 129. —Alumbramiento de

- aguas de Nebreda para la villa de Lerma (Burgos), R. S. Lozano, página 209.
- TOMO XXXI (1910). — Congreso Internacional de Geología, Estocolmo (1910), R. Adán de Yarza y C. Rubio, página 5. — Congreso Internacional de Geología práctica de Dusseldorf (1910), R. Sánchez Lozano y A. Gálvez Cañero, página 187. — 14 láminas relativas a Escandinavia, Spitzberg, etc.
- TOMO XXXII (1911). — Estudio geológico-minero de la Guelaya (Marruecos), C. Rubio, página 33. — Aguas mineromedicinales de Vallfogona de Riucorp, J. Almera, página 95. — La intensidad de la gravedad, M. Barandica, página 101. — Mamíferos y aves del Cuaternario de la Península Ibérica, E. Harlé, página 135. — Datos hidrológicos de Guadix y Baza (Granada), M. Aravaca, página 165. — Terremotos de Murcia en 1911, R. Sánchez Lozano y A. Marín, página 179. — Estado de la minería en Murcia, R. Adán de Yarza, página 215. — Minas de Calafatita de Benahadux (Almería), A. Marín, página 223. — Publicaciones de la Comisión del Mapa Geológico de España (1893-1909), página 243. — Hidrología subterránea, página 255. — H. Bentabol. Informe sobre probabilidades de encontrar aguas subterráneas en Adahuesca (Huesca), página 259. — Aguas subterráneas de Riudoms (Tarragona), H. Bentabol, página 273. — 21 láminas relativas a topografía, geología y minería de la zona española de Marruecos, mapa gravimétrico de España, Calafatita de Benahadux, etc.
- TOMO XXXIII (1912). — Geología de Toledo, L. Mallada, E. Dupuy de Lôme, página 9. — Sondeo en la cuenca carbonífera de Guardo (Palencia), R. S. Lozano, página 103. — Microfotografía de colores en las rocas, D. Orueta, página 117. — Cavernas de la cuenca del río Iregua (Logroño), J. Garín, página 123. — Cavernas de Vizcaya, A. Gálvez Cañero, página 151. — Criaderos de wolfram en Oliva y Zainos (Badajoz), J. Sacristán, página 199. — Hidrología subterránea, página 205. — Hidrología subterránea en la cuenca del río de Almería, R. Sánchez Lozano, página 207. — Aguas subterráneas de Buñol (Valencia), M. Alvarez Aravaca, página 219. — Tres láminas relativas al mapa geológico de la provincia de Toledo, sondeo en la mina «La Constancia», de Cervera de Río Pisuerga (Palencia) y microfotografía en colores.
- TOMO XXXIV (1913). — Sondeos para investigar la prolongación de senos hulleros, L. de Adaro, página 9. — Costa de la provincia de Lugo, P. H. Sampelayo, página 81. — Sales potásicas en Cataluña, C. Rubio y A. Marín, página 173. — Cuenca hullera del Guadalbarbo, L. Mallada y A. Carbonell, página 231. — Los gases combustibles en las aguas minerales, E. Hauser, página 257. — La tectónica en relación con las aguas mineromedicinales, R. Sánchez Lozano, página 295. — Lignitos. Cuenca cretácea de Berga, L. Suárez del Villar, página 307. — Nueve láminas: cortes, planos y rías de Asturias, regiones potásicas catalanas.
- TOMO XXXV (1914). — Congreso Geológico Internacional del Canadá. XIIª Sesión, 1913. — Idea general del Canadá, página 17. — Temas discutidos, página 63. — Expedición geológica a Ontario, Sudbury, Cobalt, Porcupine, página 115. — Reservas mundiales de carbón, página 191. — Seis láminas, yacimientos mineros, mapas y mapamundi.
- TOMO XXXVI (1915). — Formación vealdense en el Pirineo, P. Palacios, página 9. — El Jurásico superior de Lérida, L. Vidal, página 17. — Geología de Alicante, P. Novo y Chicarro, página 57. — Meridiana geográfica de Santander, R. Aguirre, página 149. — Trabajos mineros romanos de Arditurri, Oyarzun, F. Gascue, página 219. — Situación de la Antigua Oiasso, F. Gascue, página 231. — La Sierra de los Filabres (Almería), A. Sierra, página 239. — Fósiles de Galicia. Fauna paleozoica de Lugo, P. H. Sampelayo, página 277. — Hidrología subterránea. — Aguas subterráneas del río de

- Almería, R. Sánchez Lozano y A. Marín, página 300. — 17 láminas, geología de Lérida, Alicante, Filabres, Serón, Villadrid y Lugo.
- TOMO XXXVII (1916). — Sondeo de Caldones (Asturias), M. Ruiz Falcó, página 1. — Regiones petrolíferas de Andalucía, J. Gavala, página 27. — Regiones petrolíferas en la Extremadura Portuguesa, P. Choffat, página 215. — Regiones petrolíferas en Huidobro (Burgos), J. Gavala, página 265. — Afloramiento de basalto en el Cretáceo de Navarra, P. Palacios, página 275. — Yacimientos prehistóricos de Lugo y Madrid, P. H. Sampelayo, página 279. — Nueve láminas, sondeo de Caldones, regiones petrolíferas de Andalucía y Huidobro.
- TOMO XXXVIII (1917). — Constitución estratigráfica del Moncayo, P. Palacios, página 3. — Geología de Marruecos. — Zona de Ceuta, E. Dupuy de Lôme y J. Miláns del Bosch, página 30. — Zona de Tetuán, E. Dupuy de Lôme y J. Miláns del Bosch, página 77. — Zona Atlántica, E. Dupuy de Lôme y J. Miláns del Bosch, página 120. — Zona de Melilla, A. del Valle y P. Fernández Iruegas, página 171. — Los minerales de Guelaya, A. del Valle y P. F. Iruegas, página 255. — Las rocas hipogénicas de Marruecos, A. Marín, página 275. — Hidrogeología, Dupuy de Lôme y P. Novo y Chicarro. En Alicante, página 375. En Lorca (Murcia), página 47. En Cieza, página 425. — 14 láminas, mapas mineros de Marruecos, Alicante, Lorca y Cieza.
- TOMO XXXIX (1918). — La Serranía de Grazalema (Cádiz), J. Gavala, página 1. — La región hullera de Burgos, R. Sánchez Lozano, página 145. — El molibdeno en Granada y Almería, J. M.<sup>a</sup> Rubio y J. Gavala, página 165. — El turbal de Roquetas (Almería), José María Rubio, página 195. — Yacimiento aurífero de Rodalquilar, A. Marín y J. Miláns del Bosch, página 209. — Criaderos de azufre de Benamaurel (Granada), G. O'Shea y E. Dupuy de Lôme, página 229. — Yacimiento de carbonato de magnesita en España, E. Dupuy de Lôme y C. F. Maquieira, página 253. — Yacimiento de mamíferos fósiles en Rincón de Ademuz (Valencia), E. Dupuy de Lôme y C. Fernández de Caleyá, página 297. — Sales potásicas de Cataluña, C. Rubio y A. Marín, página 349. — Hidrología subterránea de Almería, J. M.<sup>a</sup> Rubio, página 387. — Yacimiento de lignito en Arenas del Rey, Jatar y Jayena (Granada), A. Alvarado, página 421. — Operaciones en Palencia, Barruelo, San Sebastián, Palma de Mallorca, por la Comisión de Meridianas, página 433. — Los terrenos secundarios del Estrecho de Gibraltar, E. Dupuy de Lôme y J. Miláns del Bosch, página 561. — 30 láminas correspondientes a Grazalema, Burgos, Roquetas, Benamaurel, Ademuz, Cataluña, Arenas del Rey y Gibraltar.
- TOMO XL (1919). — Los terrenos mesozoicos de Navarra, P. Palacios, página 3. — Formación cambriana en el Pirineo Navarro, P. Palacios, páginas 159. — El cretáceo y el eoceno de Guipúzcoa, V. Kindelán, página 165. — La Serranía de Ronda, D. Orueta, página 201. — Índice Geográfico de publicaciones del Instituto Geológico. — Índice alfabético de autores del Instituto Geológico. — Láminas. Geología: Navarra, Guipúzcoa, Pasajes y Gadetavia. Fotografías panorámicas y de fósiles.

TERCERA SERIE

- TOMO XLI. — Los yacimientos catalanes de bauxita, P. H. Sampelayo, página 1. — Versión española de la obra de Suess «La Faz de la Tierra», P. Novo y Chicarro, página 149. — Los terremotos de Alicante y Murcia en 1919. — V. Kindelán y J. Gorostizaga, página 247. — La prolongación oriental de la cuenca de Bézmez, A. Carbonell, página 279. — El carbonífero de Tamajón (Guadalajara), L. Pérez Cossío, página 311. — Zona oriental de Málaga: Estratigrafía y yacimientos metalíferos, A. Alvarado, página 385. — Rocas



- ornamentales de la Serranía de Ronda, E. Rubio, páginas 423. — Yacimientos de hierro de Riaza (Segovia), J. Miláns del Bosch, página 449. — Ocho láminas: Bauxitas catalanas. — Cuenca carbonífera de Bémez. — Carbonífero de Guadalajara. — Sondeos de Retiendas. — Mapa minero de Nerja. — Rocas de Ronda. — Criaderos de hierro de Riaza.
- TOMO XLII. — Necrología: D. Lucas Mallada, D. de Cortázar, página XV. — Publicaciones de D. L. Mallada en el Instituto Geológico, página XXV. — Geología de Marruecos, A. Marín, página 1. — Geología Norte Marroquí, E. Dupuy de Lôme y J. Miláns del Bosch, página 27. — Hidrología del Rif Oriental, A. del Valle y P. Iruegas, página 143. — Geología de las Chafarinas, A. Marín, página 224. — Xexauen, J. Miláns del Bosch, página 251. — Los lignitos y pizarras bituminosas de Rubielos de Mora (Teruel), J. Gavala, página 263. — Las canteras de Vallecas (Madrid), H. Obermaier, P. Wernert y J. Pérez de Barradas, página 303. — Aguas subterráneas en el terciario de la bahía de Cádiz, J. Gavala, página 333. — Meridianas de Huelva, Riotinto, Bilbao, Puertollano, Granada, Teruel, Hien-delaencina, Sevilla, Jerez, Vitoria, Pamplona, Santa Cruz de Tenerife, Las Palmas (Canarias) y Córdoba, Geología de Beni-Said (Rif), A. del Valle y P. F. Iruegas, página 396. — Geología de Monte Mauro (Beni-Said), A. Marín, página 399. — Láminas: Mapa de la Península Norte Marroquí. — Cortes transversales. — Mapas hipsométrico, pluviométrico e hidrográfico del Rif Oriental. — Pozos existentes en la llanura del Garet. — Hidrogeología de las llanuras del Garet y el Guerruau. — El terreno entre Tetuán y Xexauen. — Mapa del Puerto de Santa María y Puerto Real. — Mapa de Rubielos de Mora (Teruel). — Geología de Beni-Said.
- TOMO XLIII. — Petrografía de Sierra Almirajara, de Sierra Nevada y las Alpujarras, D. de Orueta, página 1. — Las blendas de Cartagena, R. Guardiola, página 159. — Procedimiento óptico para estudio de minerales isotópos y maclas múltiples, D. de Orueta, página 197. — Sondeo en el carbonífero de León, R. de Urrutia, página 217. — Límite de manchas arcaicas en los confines de Huelva con el Alemtejo, E. Dupuy de Lôme, P. Novo, página 233. — Caracteres ópticos de los feldespatos triclinicos, D. de Orueta, página 277. — Métodos del Instituto Geológico sobre petrografía cuantitativa, E. Rubio, página 299. — Formación y composición de los fosfatos del Norte de Africa y de España, L. Menéndez Puget, página 329. — Láminas: Geología de Sierra Almirajara. — Corte de la Sierra de Cartagena. — Estratos primarios de Asturias y León. — Estratigrafía de Guardo, Brañuelas y Sabero. — Recubrimientos. — Manchas frontizas con Portugal.
- TOMO XLIV. — La cuenca potásica de Cataluña, A. Marín, página 3. — Sales de la cuenca potásica de Cataluña, L. M. Puget, página 79. — Sondeos en la cuenca potásica de Cataluña, A. de Larragán, página 101. — Los fosfatos del Norte de Africa y del levante de España, P. H. Sampelayo, página 211. — Yacimientos de fosfato de cal del protectorado francés en Marruecos, J. Miláns del Bosch, página 255. — Tectónica y formaciones filonianas de plomo en la región Este de Sierra Morena, A. de Alvarado, página 297. — Deslinde del Eoceno en Guipúscoa, J. Mendizábal, página 447. — Láminas: Cuenca potásica de Cataluña y corte. — Valle del Cardoner (Suria) y cortes 2 al 5. — Corte del yacimiento. — Sondeos en Puigreig, Aviñó y en Mongay. — Potasímetro Puget. — Riqueza de las muestras de los tres sondeos y distribución del tiempo. — Cortes de los sondeos de Cardona, Castellfullit, Balsareny y Torá. — 21 microfotografías de fosfatos. — Los criaderos de fosfatos de Marruecos. Trincheras de reconocimiento en Uad-Zem. — Geología de Villanueva del Río. — Filones de El Mimbres, San Miguel y filón principal de la Cruz, Grupo minero «Virgen de Araceli». — Filón de los Guindos. — Minas del Centenillo. Filón Mirador.

- TOMO XLV. — La edad de la tierra por la radioactividad, J. Meseguer, página 3. — El Carbonífero oculto bajo el Secundario de Palencia y Santander, E. Dupuy de Lôme y P. de Novo, página 23. — Topografía glaciaria del macizo del Trampal-Calvitero (Béjar), J. Carandell, página 73. — Zona argentífera en Somosierra, R. F. Aguilar, página 97. — Los yacimientos de azufre en Murcia y Albacete, J. Meseguer, página 131. — Métodos del Instituto Geológico sobre petrografía cuantitativa, E. Rubio, página 215. — El pantano de Bárcena y Posada en el río Sil, P. H. Sampelayo, página 233. — Las cuencas del Navia y del Ibias, P. H. Sampelayo, página 251. — Sotos de Urroz. Embalses en la Regata Leutza, J. Gavala, página 263. — Pantano de Lerate, J. Gavala, página 285. — Aprovechamiento de aguas torrenciales en Canarias, A. Marín y J. Mendizábal, página 303. — Cuenca hidrológica de la Sierra de Mijas, E. Dupuy de Lôme, página 315. — Abastecimiento de aguas de Sevilla, J. Gavala y J. Miláns del Bosch, página 341. — Láminas: el Carbonífero oculto bajo el Secundario de Palencia y Santander. Espesores y cortes geológicos que cubren el Carbonífero. — La zona argentífera de Somosierra. — Serrata de Lorca. — Coto menor de Hellín. — Minas de Cenajo. Cuenca de Sil y cortes. — Pantano de Lerate. Plano y cortes. — Aguas torrenciales de Canarias. — Lámina micrográfica. — Hidrología de la Sierra de Mijas, manantiales y corte. — Cuenca del Guadaira, manantial de Zecatin, cañada de Fuensanta.
- TOMO XLVI. — Necrología. Orueta, por V. Kindelan, página IX. — Esquistos bituminosos de Ribesalbes (Castellón), P. H. Sampelayo y M. de Cincúnegui, página 1. — Yacimientos manganesíferos de Huelva, J. Hereza, página 165. — Restos fósiles de tortugas, J. R. Bataller, página 145. — Petrografía sideral, J. Meseguer, página 179. — Cuenca del Tajo (Guadalajara), V. Kindelan, página 197. — Prospección geofísica, J. Miláns del Bosch, página 215. Láminas: Ribesalbes. — La mina «Concha». — Cuenca neogénica del Vallés-Panadés. — Cuenca del Tajo (Guadalajara).
- TOMO XLVII (1.ª parte). — Congreso Geológico Internacional. XIV Sesión. Madrid, 1926. — Memoria acerca del mismo, E. Dupuy de Lôme. — Introducción, Reseña histórica y Organización. — El Congreso de Madrid, página 81. — Excursiones, página 259.
- TOMO XLVII (2.ª parte). — Tectónica cántabro-asturiana, E. Cueto, página 7. — La cuenca terciaria del Ebro, A. Marín, página 111. — Terciario continental ibérico, J. Royo, página 129. — Vertebrados del cretácico español, J. Royo, página 169. — Posibles depósitos de hidrocarburos en terrenos azufreros del SE. de España, V. Kindelan, página 177. — Foco del megasismo japonés de 1923, V. Inglada, página 215. — Sismo del Bajo Segura de 1919. Coordenadas del foco, V. Inglada, página 247. — Fracturas metalizadas de Andújar, A. de Alvarado, página 265. — Foraminíferos terciarios de Córdoba, A. Carbonell, página 281. — Estudio petrográfico de la provincia de Córdoba para la interpretación de la línea tectónica del Guadalquivir, A. Carbonell, página 289. — Vertebrados terciarios de Córdoba, A. Carbonell, página 299. — *Archeocyathidos* de la Sierra de Córdoba y análisis tectónico, A. Carbonell, página 309. Fósiles vertebrados en el Plioceno de Logroño, E. Carvajal, página 137. — Sobre anomalías de la gravedad en España y compensación isostática probable, G. Sans Huelin, página 335. — Estudio geofísico de la cuenca potásica de Cataluña, M. Barandica, J. G. Siñeriz, J. M. del Bosch, R. Gil y G. Sans Huelin, página 349. Anomalías de la gravedad y constitución geológica de España, M. Barandica y J. M. del Bosch, página 381. — Génesis de criaderos metalíferos, P. Fábrega, página 405. — Estratigrafía y mamíferos miocenos de Nombrevilla (Zaragoza), F. H. Pacheco, página 439. — Láminas: Región cántabro-asturiana. — Cuenca del Ebro entre Fayón y Caspe. — Región Sureste de Logroño y corte. — La cuenca potásica de Cataluña. — Alrededores de Nombrevilla.

- TOMO XLVIII (1.<sup>a</sup> parte). — La Potasa, A. Marín. — Prólogo, introducción y orígenes. — Cuenca de Alsacia, página 65. — Criaderos de Alemania, página 103. — Cuenca española, página 149. — Yacimientos potásicos, página 287. — Láminas: Cuenca potásica de Alsacia. Cuencas alemanas. — Cuenca de Cataluña, con cinco cortes.
- TOMO XLVIII (2.<sup>a</sup> parte). — La Potasa, A. Marín. — Explotación de minas potásicas, página 10. — Tratamiento de las menas. — La potasa como abono. — La potasa en la industria química. — Producción y mercado.
- TOMO XLIX. — Necrología, D. Daniel de Cortázar, por V. Kindelan, página I. — Reorganización del Instituto, página XXI. — Mapa geológico. Memoria de la Hoja de Cantillana, J. Gavala, página I. — Geología y tectónica andaluza, A. Carbonell, página 81. — Cádiz y su bahía, J. Gavala, página 217. — Zona diamantífera de Carratraca (Málaga), E. Rubio, página 247. — Hundimientos de la Frontera (Cuenca), V. Kindelan, A. Alvarado y A. Larragán, página 267. — Importancia minera de la zona española de Marruecos, A. Marín, página 287. — Formación geológica de Cabo de Agua, A. del Valle, página 321. — Láminas: Minas de la Reunión. — Corte A-B. — Cortes transversales. — Pozo número 5. — Cuenca del Biar (corte). — Fósiles del Biar y de Cantillana. — Mapa y corte geológico. — Estuario del Guadalete: época de su excavación y época actual. — Croquis geológico de Carratraca.
- TOMO L. — Métodos Geofísicos de Prospección, J. García Siñeriz. — El método gravimétrico, página 5. — El magnético, página 92. — El eléctrico, página 183. — El sísmico, página 314. — Láminas: Plano geológico de Villanueva de las Minas. — Cortes geológicos de Villanueva de las Minas. — Sondeo eléctrico. — Corte del pozo número 7 y perfiles eléctricos. — Plano de Piedra de la Sal. — Curvas equipotenciales. — Curvas de equirresistividad. — Conclusiones geofísicas. — Investigación gravimétrica. — Líneas isógamas. — Líneas isodinámicas de la intensidad horizontal y vertical. Líneas de la misma declinación.
- TOMO LI. — Geología del Estrecho de Gibraltar, J. Gavala, página I. Cuenca potásica del NO. de España, A. Marín, página 71. — Sales potásicas de Navarra, A. del Valle, página 87. — Yacimientos de plomo, cinc y aines, A. Alvarado, página 109. — El fosfato de Sierra de Espuña, J. Gorostizaga, página 133. — Yacimientos prehistóricos de Madrid, J. Pérez Barradas, página 153. — Los combustibles líquidos nacionales. Estadísticas, L. Montesino, página 323. — Estudio geofísico de la falla del Guadalquivir, J. G. Siñeriz, página 367. — XV<sup>o</sup> Congreso Geológico de Pretoria, J. G. Siñeriz y J. Mendizábal, página 401. — Láminas: Mapa tectónico de Gibraltar. — Cuenca potásica de Cataluña. — Corte teórico de las Salinas de Olaz. — Corte de Sierra Espuña. — Mapa geológico de Sierra Espuña. — Fósiles, cerámica y hachas prehistóricas de Madrid.
- TOMO LII. — Biografía de D. César Rubio, por Luis de la Peña, página VII. — Prólogo, página XI. — Aprovechamiento de aguas en las islas Canarias, Juan Gavala y Enrique Goded, página I. — Las rocas eruptivas de la mancha granítica al Este del Besós, Maximino San Miguel de la Cámara, página 105. — Criaderos con estannina de la provincia de Cáceres. Estudio con el material del Instituto, Enrique Rubio y Santiago Piña, página 159. — Vegetales fósiles del Carbonífero español, Manuel Ruiz Falcó y Ricardo Madariaga, página 199. — Las «Spiriferina» de las colecciones paleontológicas del Instituto, J. R. Bataller, página 225. — Pizarras bituminosas. Datos obtenidos en el sondeo número 1 de Puertollano, A. de Alvarado y L. Menéndez Puget, página 251. — El terremoto de Montilla, A. Carbonell Trillo-Figueroa, página 293. — Nota sobre el Triásico de Alicante, Manuel de Cincúnegui, página 333. — Noticia sobre el hallazgo del «Aspidiscus cristatus» Lamark en el Cenomanense de España, Federico Gómez Lluca, página 345.