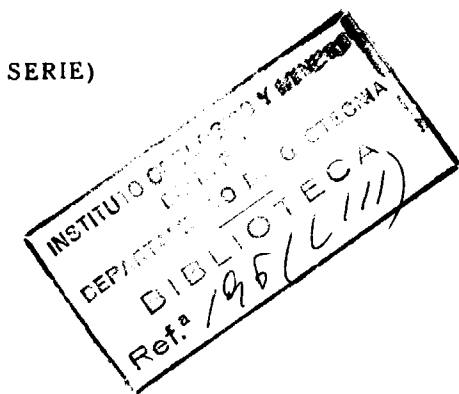


BOLETÍN
DEL
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

BOLETÍN
DEL
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO
DE
ESPAÑA

TOMO LIII
(13.º DE LA TERCERA SERIE)
1933



MADRID
GRÁFICAS REUNIDAS, S. A.
HERMOSILLA, 96
1933

DATOS PARA EL ESTUDIO PALEONTOLÓGICO

DEL

FLYSCH DE LA COSTA CANTÁBRICA

Y DE ALGUNOS OTROS PUNTOS

DE ESPAÑA

POR

FLORENTINO AZPEITIA MOROS

Ingeniero de Minas

ÍNDICE ALFABÉTICO

DE LAS ESPECIES DESCRITAS Y MENCIONADAS

- Arenicola* sp. ? — Pág. **26**.
Catillus Cuvieri. — Pág. 40.
Conferva reticulata *Lin.* — 27-28-29-31.
 Crustáceo (Pista de ?). — **24**.
Cyclops neriteum *Lin.* — 17.
Cylindrites montanus *Heer.* — 44-45.
 — *submontanus* *Azp.* — **44-54**.
 — *vermicularis* — 45.
 — *zickzack* *Heer.* — 52-53.
Halymentes lumbricoides *Heer.* — 56.
 — *sublumbricoides* *Azp.* — **56**.
Helicolithus *Fabregæ* *Azp.* — 45-**52-54**.
 — *Delgadoi* *Azp.* — **53**.
 — *Sampelayoi* *Azp.* — **48-49**.
Helminthoida appendiculata *Heer.* — 38-**61-62**.
 — *crassa* *Schafh.* — **57-59-60-62**.
 — *labyrinthica* *Heer.* — **59-60-62**.
Helminthopsis concentrica *Azp.* — **46-47**.
 — *labyrinthica* *Heer.* — 46-47 (por errata, *laberyntica*).
 — *sinuosa* *Azp.* — **45**.
Hydrodictyon majus *Roth.* — 28-31.
 — *pentagonum* *Vancher.* — 28.
 — *reticulatum* *Linné.* — **27**.
 — *tenellum* *Roth.* — 28-31.
 — *utriculatum* *Roth.* — 28-33.
Inoceramus Brongniarti *Orb.* — 8.
 — *Cuvieri* *Sowerby.* — **7-40**.
 — sp. — **8**.
Lophoctenium Richteri. — 51.
Lorenzina apenninica *de Gabelli* — 4-10-**18-21-22-37-51**.
Münsteria bicornis *Heer.* — **54**.
Nereites cambrensis *Mac Leay.* — 14.
 — *Rœmeri* *Nery Delgado.* — 14 nota.
Nereograpsus cambrensis *N. Delgado.* — 14 nota.
Operculina ammonica — 6.
Palæodictyon alpinum *Heer.* — 32.
 — *giganteum* *Peruzzi.* — 36-40-**41-42-43**.
 — *Gomezii* *Azp.* — **43-54**.
 — *magnum* *Heer.* — 32.
 — *majus* *Meneghini.* — 6-33-35-36-**38-39-40-41-42**.
 — *minutum* *Kindelán.* — 30-**34-37-42**.
 — *Sbrozil* (err., por *Strozzii*) — 36.
 — *singulare* *Heer.* — 32.
 — *Strozzii* *Meneghini.* — 33-35-**36-37-40-42-61**.
 — *textum* *Heer.* — 32.
Purpura lapillus — 14-16.
Scolicia prisca *Quatrefages.* — 5-6-**9-15-17-38-40**.
Spirulina oscillarioides *Turpin* — 49.

DATOS PARA EL ESTUDIO PALEONTOLÓGICO DEL FLYSCH DE LA COSTA CANTÁBRICA Y DE ALGUNOS OTROS PUNTOS DE ESPAÑA

Curioso y sumamente interesante es todo lo que se refiere al conocimiento de los indelebles vestigios que los seres organizados dejaron en las rocas que actualmente constituyen el litoral cantábrico, al tiempo mismo en que se solidificaban los estratos de esa formación que los geólogos llaman Flysch por su característico aspecto, aunque en realidad puede corresponder a diferentes edades.

Los indicios de la vida coetánea a la consolidación de esas capas rocosas, pululan por todas partes, pero no como en los otros terrenos donde abundan fósiles en la acepción más corriente de la palabra, es decir, las partes duras de los seres, más o menos transformadas en su naturaleza pétreo y englobadas en la masa de los estratos. Aquí los organismos en tal estado son verdaderamente rarísimos (1). Prescindo por el momento de los carapachos de *Foraminíferos* hallados cerca de Guetaria, pues ellos se han encontrado solamente en un pequeño asomo o isleo, que en nada se parece al conjunto de caracteres del Flysch y que por ningún concepto se puede incluir dentro de esta denominación.

En el mencionado Flysch de que ahora se trata, lo que se

(1) Se encuentran muy escasos restos de conchas, y éstos principalmente de *Inoceramus*.

encuentra con frecuencia, son huellas de animales que se arrastraron sobre un suelo excesivamente plástico, que modelaba todo cuerpo (por blando que fuera) que hiciese contacto con él, muy probablemente a orillas del mar, y aun mejor de un estero, y cuando por el juego de las mareas se desecaba y endurecía la roca, quedaba la impresión de aquel arrastre en la cara superior del estrato.

Otras veces se trata de perforaciones en el terreno o galerías hechas por gusanos u otros animales, que al rellenarse ulteriormente, producen cuerpos cilíndricos alargados, que se han confundido con *fucoïdes* (1); por lo cual se denomina ese horizonte *Maciño de Fucoïdes*, muy característicamente desarrollado en la provincia de Huesca. (Véase la correspondiente Memoria geológica escrita por D. Lucas Mallada.)

Se encuentran igualmente con relativa abundancia, verdaderas *jacillas*, en la exacta acepción que da a esta palabra el diccionario de nuestra lengua, «*señal o huella que deja una cosa sobre la tierra en que ha estado por algún tiempo*». Al permanecer un cuerpo cualquiera, bien sea duro o blando, en el limo tierno, se incrusta en parte en su masa, y una vez endurecida ésta y desaparecido el cuerpo por descomposición u otra causa, queda un vaciado, que puede rellenarse por la materia del estrato que se va a formar inmediatamente encima. Ulteriormente podrá destruirse quizás con mayor facilidad el banco que recibió la primera impresión, y si el superior es más resistente, conservará en su cara inferior el *contramolde* del organismo que dejó el vaciado. Deben mencionarse como ejemplos de esta forma de fosilización en el terreno de que ahora se trata, las diversas especies de *Palæodictyon*, así como también la *Lorenzina apenninica*, las cuales siempre se observan en el yacente de las capas.

(1) En algún caso particular lo son realmente.

Una gran parte de los fósiles que se presentan en el Flysch son de naturaleza desconocida, y las opiniones de los paleontólogos están muy divididas respecto al particular; podría citarse una larga lista de nombres genéricos y específicos de todas las edades geológicas que no se sabe si referirlos al reino animal o vegetal, y en algunos casos a fuerzas puramente físicas, sin intervención de ningún organismo, aun cuando simulan pistas de animales. Zittel (1) dice con razón que a estos nombres no se les puede atribuir una significación zoológica, y puede agregarse que ni botánica, porque no se trata de los seres mismos, sino de una prueba de que allí han estado, y a veces con interpretaciones tan variadas como las de los célebres *Cololithos*, considerados como intestinos fósiles de peces, como masas intestinales arrojadas por las *Holothurias*, como restos de vermes desnudos, o lo que parece más probable, como excrementos de *Annelidos*.

El año 1849 publicó Quatrefages la *Scolicia prisca* encontrada a las mismas puertas del San Sebastián de entonces, pues hoy son muchas las construcciones que se apoyan en los estratos que contienen este fósil; el cual fué considerado por su fundador como perteneciente al *Cretáceo*, describiéndolo detalladamente y con bastante exactitud, salvo la errónea interpretación de suponer que se trataba no de la pista de un animal, sino del ser mismo que la había producido, aunque debidamente petrificado. No dió figura de su nueva especie.

Durante bastante tiempo continuó creyéndose que el horizonte en cuestión pertenecía al *cretáceo*, y así consta en el Mapa Geológico de España publicado bajo la dirección del Excmo. Sr. D. Manuel Fernández de Castro, y en la Memoria geológica de Guipúzcoa del Ingeniero de Minas D. Ramón

(1) *Traité de Paléontologie*, traduit par le Dr. Ch. Barrois, t. I, 1883, página 576.

Adán de Yarza, advirtiendo en su página 66, que no acepta el nombre de Flysch con que M. Stuart-Menteath designa capas similares, porque bajo tal denominación se comprenden estratos cretáceos y terciarios.

Hace muy cerca de cuarenta años que encontré yo la *Scolicia prisca* en la carretera que bordeando el mar va de Zarauz a Zumaya pasando por Guetaria, y a corta distancia de este último pueblo había una cantera en plena explotación por aquella época, de la cual extraían la piedra para el firme del mismo camino. En la masa de la roca se observaban nódulos margosos que contenían *Alveolina*, y rebuscando por el terreno encontré una *Operculina ammonia* perfectamente conservada y dos o tres *Nummulites* bastante rodados y dudosos que no pude determinar específicamente. A esto hay que agregar, que siguiendo adelante y ya más cerca de Zumaya, tuve la suerte de encontrar buenos ejemplares de *Palæodictyon majus*, que llevados a la «Comisión del Mapa Geológico de España» y determinados por mí como tal especie atribuida al *Eoceno superior*, hizo que todos los compañeros adscritos entonces a dicho Centro creyeran de buena fe que aquellos estratos pertenecían al *Eoceno*, aun cuando yo no publiqué nada sobre el particular. Pero vinieron estudios ulteriores, y otros y yo mismo, encontramos diferentes formas de *Inoceramus* mezclados con los organismos más o menos problemáticos, pero característicos del Flysch, y quedó demostrado que también había materiales cretáceos en la zona del Cantábrico.

El título con que se encabeza este artículo dice bien claramente que su finalidad es la descripción de las petrificaciones exclusivamente desde el punto de vista paleontológico, dejando intacto el problema de la estratigrafía, que en esta región se presenta bastante oscuro por lo muy trastornadas que se hallan sus capas; su resolución podrá abordarse solamente tras largo y concienzudo estudio, y principalmente por comparación con

otros sitios donde se presente el mismo terreno en condiciones más favorables, pues aquí ya dejo sentado que hay pruebas de la presencia del *Cretáceo* y del *Eoceno*, pero no existe ningún signo que pueda servir para señalar dónde acaba uno y empieza el otro. Me refiero especialmente al *Flysch* bien caracterizado, que es donde se encuentran los fósiles de que voy a tratar.

Prescindo en este trabajo de los numerosos *Chondrites*, abundantísimos en esta formación, para ocuparme solamente por ahora en otros organismos que resultan más o menos problemáticos, salvo ligeras excepciones.

Comienzo mi labor por dos formas de *Inoceramus*, que aunque incompletas y de poco interés como fósiles, las presento como *documentos fehacientes* de la parte alta del *Cretáceo*, ya que los *Nummulites* y los otros *Foraminíferos* no permiten dudar de la presencia del *Eoceno*.

INOCERAMUS CUVIERI Sowerby.

Lám. II, fig. 6.

La mayor parte de las veces se encuentran los *Inoceramus* fosilizados en estado de *molde interno*, pero el que yo represento, aunque sólo es un fragmento del ejemplar, conserva bien el trozo de valva con su característica escultura, pudiendo seguirse con la imaginación la curvatura de las líneas de crecimiento para llegar a formarse idea aproximada de lo que era esta gran bivalva, la cual, por incompleta que sea, puede referirse con bastante seguridad a la especie *Cuvieri*.

Recogí este fósil casi a las puertas de Zumaya, quizás a menos de 500 metros de la población, entre ésta y Arrona.

Había sido ya citada la especie por Stuard-Menteath en su trabajo *Sur les gisements métallifères des Pyrénées occidentales*, página 4, como encontrada al Sur de Pasajes y mencionada con referencia a éste por el Sr. Kindelán el año 1919 en la página 25 de *El Cret. y el Eoc. de Guipúzcoa*. En el Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España de don L. Mallada no consta este *Inoceramus*, aunque sí el *In. Brongniarti* Orb., que algún autor incluye en su sinonimia.

El fragmento que representa la figura 6 es interesante también por otro concepto: en su reverso conserva una impresión de *Scolicia*, aunque algo borrosa, que se puede reconocer; lo cual no deja lugar a duda de que ambos seres vivían en la misma época.

El Sr. Sampilayo ha traído de San Sebastián enormes individuos de esta gigantesca especie; por su extraordinario tamaño y la fragilidad de su concha se comprenderá lo difícil que es encontrar ejemplares bien conservados, lo que expresó D'Orbigny el año 1843 en la *Paléont. Franc., terr. cretac.*, t. III, página 520, diciendo que no conocía la especie más que por fragmentos informes y que no podía figurarla.

Brongniart creó para este grupo el género *Catillus*, fundándose principalmente en la estructura de la concha, que en el citado nuevo grupo era fibrosa en su capa externa; carácter perfectamente visible en mi ejemplar.

INOCERAMUS, sp.

Lám. III, fig. 8.

Es, igualmente que el de la figura 6, un fragmento de otra especie de tamaño corriente, del género *Inoceramus* sin duda alguna, pero indeterminable específicamente, porque hay va-

rios con ese aspecto; y por estar demasiado mutilado no puede apreciarse la forma ni ningún otro carácter.

Ya he dejado sentado anteriormente que figuraba estas dos especies de moluscos exclusivamente para demostrar que entre los estratos del *Flysch* había representantes de la parte alta del *Cretáceo*, puesto que de la presencia del *Eoceno* son más numerosas y concluyentes las pruebas paleontológicas.

Por otra parte, hechas ya las figuras y redactada la casi totalidad del texto, ha recogido el Sr. Sampilayo otras formas bien distintas y conservadas de *Inoceramus* que podrán dar lugar a una publicación posterior, porque este trabajo ha sido inspirado por el propósito de dar a conocer unos cuantos datos que tenía almacenados desde hace bastante tiempo sobre ciertos organismos más o menos discutibles que abundan en el *Flysch*, pero sin pretender dejar resuelto del todo el problema de esta litigiosa formación, que necesita mucho estudio todavía.

Este fragmento de molde fué encontrado también en las cercanías de Zumaya.

SCOLICIA PRISCA Quatrefages.

Lám. XI, fig. 22.

Lám. XV, fig. 25.

1849. — *Scolicia prisca* Quatr. — «Note sur la *Scolicia prisca*, annélide fossile de la Craie» in *Annales des sciences naturelles*; troisième série, tome 12, Paris, pág. 265 y 266 (sin fig.).
1854. — *Scolicia prisca* Quatref. — Pictet, *Traité de Paléontologie*, 2^e ed., tome deuxième, pág. 572. Dice que Quatr. ha observado un individuo de 2,20 metros de longitud con una anchura de 4 milímetros (errata por 4 centímetros).

1883. — *Scolicia prisca* Quatref. — Zittel, *Traité de Paléontologie*, traduit par le Dr. Ch. Barrois, tomo I, Paléozoologie, pág. 576; la señala como uno de los cuerpos absolutamente indeterminables.
1892. — *Scolicia prisca* Quatr. — Mallada, «Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España» (*Boletín de la Comisión del Mapa Geológico*, tomo XVIII, correspondiente al 1891, pero publicado el 92. La Memoria ocupa el primer lugar; por consiguiente, la paginación de la tirada aparte es la misma del tomo), pág. 185, número 2.576 — Adscrita al *Cenomanense* con interrogante.
1919. — *Scolicia prisca* Quatref. — Palacios, «Los terrenos mesozoicos de Navarra», en: *Boletín del Instituto Geológico de España*, tomo XL; XX de la segunda serie, pág. 143, mencionado el fósil como indicios de *Scolicia prisca*, incluido en el terreno eoceno juntamente con *Alveolina* y *Nummulites*.
1919. — *Scolicia prisca* Quatref. — Kindelán, «El cretáceo y el Eoceno de Guipúzcoa», en el *Boletín del Instituto Geológico de España*, tomo XL (XX de la segunda serie), mencionada la especie varias veces en la pág. 30 de la tirada aparte, pero sin descripción (1); en cambio, aquí es donde primeramente se figuró en las fotografías 5 a 10, alguna aumentada y la mayoría reducidas; todas sin escala (2).
1922. — *Scolicia prisca* Quatrefages. — Azpeitia, «Discurso leído en su recepción en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales», págs. 38 y siguientes.
1927. — *Scolicia prisca* Quatr. — F. Gómez Llueca, «Noticia sobre el hallazgo de la *Lorenzina apenninica* da Gabelli en el Eoceno de Guipúzcoa»; *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natu-*

(1) La Memoria ocupa en el citado volumen las páginas 163 a la 198, correspondiendo a las páginas propias del trabajo 1 a 36 que van a la cabeza de las mismas. En la tirada aparte han introducido una hoja más como anteportada, de manera que han corrido todos los números dos lugares, así es que resultan tres paginaciones distintas para este artículo.

(2) Las fotografías 5.^a y 6.^a están ligeramente reducidas. — La 7.^a está aumentada, pues mide 104 mm. y el ejemplar solamente 82. — La 8.^a, muy reducida, puesto que su altura es 96 mm. y la del ejemplar es 260 mm., más de dos veces y media. — La 9.^a es un poco menos de la mitad de su tamaño natural. — De la 10.^a no conozco el original.

ral, tomo XXVII, sin texto, pero con las figuras 3.^a y 4.^a en la página 48, reducidas a $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{4}$, respectivamente; la última tan oscura que hay que prescindir de ella, por inservible.

He aquí la traducción del texto de Quatrefages:

La bahía de San Sebastián está formada en todo su contorno de rocas hojosas que pertenecen a la gran formación cretácea de los Pirineos. Sobre uno de los puntos de esta bahía, cerca de la iglesia de la «Antigua», encontré impresiones muy notables que pertenecen evidentemente a un Anélido de gran talla. Impresiones semejantes se encuentran enfrente, al pie de la montaña en que está situado el faro. En este punto es donde he recogido el ejemplar, del que voy a dar la descripción sucinta.

La piedra que yo he traído, y que forma parte de las colecciones del Museo, tiene cerca de 0,50 metros de longitud por 0,45 de anchura. Su superficie está recorrida en diversos sentidos por los repliegues de la impresión del animal. A pesar de que no se distingue ni la cabeza ni la cola, y que, por consiguiente, este Anélido está lejos de ser entero, sus revueltas representan una longitud de cerca de 2,20 metros.

El cuerpo parece haber tenido una anchura media de 0,04 metros; sus paredes son espesas. Sobre algunos puntos se perciben exteriormente denticulos, que me ha parecido que provenían más bien de algunos pliegues del cuerpo que de verdaderos pies. El contorno liso de la más grande porción de la impresión, me lleva a pensar que este Anélido debía ser apodo.

Dentro de las paredes del cuerpo se ven muy netamente los tabiques interanulares tan próximos los unos a los otros como lo están en nuestros grandes Eunices. Estos tabiques incompletos no llegan al intestino. El intervalo que los separa comunica con la cavidad general del cuerpo, que es perfectamente distinta.

En medio de esta cavidad se ve el intestino que está libre

y reina en toda la extensión del cuerpo. Su diámetro varía generalmente de 0,005 a 0,009 metros. Está plegado transversalmente, y sus pliegues parecen casi por todas partes imbricados; pero sobre algunos puntos donde este intestino ha sido dilatado transversalmente y ha adquirido cerca de 0,015 metros de diámetro, se ve que estos pliegues no llegaban de un lado al otro del intestino y que formaban especie de rombos. La cavidad general del cuerpo no encierra, evidentemente, ningún otro órgano. Esta circunstancia aleja pues este Anélido de los *Lumbricina* (*Lombriciens*), *Hirudinea* (*Hirudinées*) y de los *Nemertea* (*Nemertiens*). Me parece pues probable que el grupo a que se aproxima más entre los actuales es el de los Anélidos errantes.

Se sabe bien lo poco numerosos que son los fósiles de Anélidos desnudos. Ninguno de los conocidos me permitía, yo creo, formarme una idea de la anatomía de estos antiguos habitantes de los mares primitivos. En este concepto, me parece que tiene un interés real el ejemplar que me ha proporcionado la bahía de San Sebastián. (Quatr., l. c.).

De la lectura de la descripción se deduce que Quatrefages, al hacerla, estaba firmemente persuadido de hallarse ante el cuerpo petrificado de un gusano de extraordinaria longitud e incompleto, pues no había podido ver ni la cabeza ni la cola.

Por mi parte he de añadir algunas apostillas.

Claro es que no tratándose del ser mismo, sino de la huella de su arrastre, no hay límite para su longitud, y recuerdo yo haber visto una gran losa en la que no medí las pistas que contenía, pero seguramente pasaría alguna de los dos metros y quizás de los cuatro.

En cuanto a la anchura media, señala el autor de la especie cuatro centímetros, que a mí me parece algo exagerada, pues sólo debe aceptarse como límite máximo. El de mi figura 22, que en algún punto alcanza 30 mm., puede considerarse como

una buena huella producida por un individuo adulto. El fósil de Quatrefages debía ser excepcional, por cuanto los cuatro centímetros indicados se dan a título de *anchura media*.

Desde luego es preciso modificar la terminología de la descripción, porque no hay *intestino*, ni *cavidad del cuerpo*, ni *tabiques*, ni siquiera puede asegurarse que la pista en cuestión sea debida al arrastre de un *vermes* o de otro animal.

El eje de la impresión está formado por un semicilindro, a veces muy poco elevado, todo él surcado por fuertes estrias transversales bastante irregulares y tan marcadas, que podría decirse que estaba constituido por anillos dobles puestos a continuación unos de otros. Este es el llamado *intestino* según la peregrina interpretación dada al fósil por su descubridor.

A uno y otro lado del mencionado eje se ven los efectos de los movimientos musculares del pie, que en cada pequeño avance rechazaba la correspondiente porción del lodo plástico sobre el cual se deslizaba el animal, y esto es llamado por Quatrefages *tabiques interanulares*. Agrega que son incompletos y que no llegan al intestino. Pero la poca exactitud de esta afirmación se pone bien de manifiesto en mi figura 22, en la cual se ve que llegan a tocar el eje en la mayor parte de la longitud. Sólo en determinados puntos (y en otros ejemplares igualmente recogidos por mí) he visto espacios lisos interpuestos entre los llamados tabiques y el eje (1).

Esos trozos lisos (que no son constantes), se interpretan erróneamente por el autor de la especie como *cavidad general del cuerpo*.

En cuanto al animal que pudo desarrollar esa huella, debo comenzar por llamar la atención acerca de la semejanza con

(1) Lo cual puede ser debido a irregularidad en las contracciones del pie, o a relleno ulterior, o también a diferentes grados de plasticidad en el fango que recubre el suelo.

los *Nereites* de todo el Paleozoico, y muy principalmente con el *Nereites cambrensis* Mac Leay (1), que prescindiendo de su tamaño menor, tiene un eje central y apéndices laterales dispuestos en forma bastante análoga, a lo que hay que añadir un aspecto del conjunto suficientemente próximo en las dos huellas, para que dentro del convencionalismo que pueda suponer el concepto de género en este caso particular, quizás debieran considerarse ambos fósiles agrupados bajo la misma denominación genérica.

No se me oculta que aparte de las diferencias morfológicas, es un obstáculo de mucha transcendencia para esta reunión la enorme distancia en tiempo que hay desde el *Cambriano* al *Flysch*; pero he debido señalar la afinidad apuntada, porque ciertas consideraciones aplicadas a una forma podrán adaptarse a la otra.

Mac Leay y otros paleontólogos suponen que los *Nereites* son impresiones de *Anélidos* (2), pero también se han considerado como pistas de *Vermes*, de *Moluscos*, de *Crustáceos*, y ciertas formas como *Graptolitos*.

Bernard (3) dice que el *Nereites cambrensis* presenta la más grande analogía con las huellas que dejan los *Gasterópodos*, y en particular la *Purpura lapillus* (4) arrastrándose sobre

(1) Cfs. Zittel, *Paléont.*, trad. par Barrois, t. I., fig. 415, en la pág. 574. Véase también Nery Delgado, *Étude sur les foss. des schistes a Nereites de San Domingos*. Lisbonne, 1910, pág. 15, *Nereites Ræmeri*, sp. n., sobre todo la fig. 3.^a de la lám. I, que el mismo Delgado había dado el año 1876 como *Nereograpsus cambrensis*.

(2) Zittel, l. c., pág. 575.

(3) *Elém. de Paléont.* París, 1895, pág. 442.

(4) Yo he visto siempre dicha especie adherida a las rocas y protegiéndose en sus grietas, pero esto no quiere decir que al trasladarse de un sitio a otro no pueda atravesar un trayecto lodoso y dejar impresa la huella en cuestión.

un lodo blando; siendo la *Scolicia* parecida al *Nereites* mencionado, también podría suponerse debida a un gasterópodo, pero volveré a tratar de este asunto un poco más adelante, después de haber presentado el fósil de *Quatrefages* bajo un nuevo aspecto, no citado por nadie todavía.

Hasta aquí se ha conocido siempre la *Scolicia prisca* (una vez descartada la falsa interpretación de su autor) como el resultado del arrastre de un animal sobre la superficie de un suelo compuesto de una pasta blanda y plástica capaz de conservar la huella recibida.

Pero mi figura 22 demuestra con toda evidencia que el animal que la produjo, gustaba en ocasiones caminar subterráneamente, aunque a pequeña profundidad, excavando durante su marcha una galería en la que la bóveda que cubría su espalda apenas tenía el espesor de dos o tres milímetros. Por la *semi-consistencia* del barro que la formaba se rompía después del paso de quien la produjo, dejando una grieta a todo lo largo de la clave del túnel. Es evidente que también debía romperse en los arranques de dicha bóveda, lo cual debía facilitar su desprendimiento, y por esta razón, suele conservarse únicamente la impresión de los movimientos del pie al marchar; pero como excepción muy instructiva puede verse en mi figura 22 la región *ABCD* constituida por un trozo del *trasdós* del arco roto, apreciándose bien la entrada y la salida de la pista.

En la parte superior de la misma figura, la región comprendida entre las letras *EFGHI* es otro fragmento de bóveda más largo, también conservado en su sitio. El ejemplar de esta figura es el mismo de la fotografía 9.^a de Kindelán, que yo he repetido en su escala natural, por lo interesantes que resultan los detalles que acabo de reseñar.

He podido observar en otros ejemplares la *Scolicia* en el mismo estado de marcha por el interior de una galería y no por la superficie; pero no se reducen a esto exclusivamente las

pruebas del camino subterráneo del animal que dejó esa huella, pues muy recientemente, en una excursión geológica realizada por el Sr. Sampelayo a San Sebastián y Zarauz, ha recogido el ejemplar de mi figura 25, que representa el molde interno de dos galerías que se cruzan, excavadas por el mismo incógnito ser de que se trata, y vistas por su cara inferior; es decir, que lo que muestra el dibujo es el *contramolde* de la *Scolicia*, aunque resulta la impresión un poco borrosa, pero sin dejar ningún género de duda.

Por la parte inferior del ejemplar (que es la no vista en la fotografía), hay indicios de la raja central del trasdós de la bóveda.

En la parte superior de la derecha, se ve el molde de un gasterópodo algo confuso por mal deslindado, que por su forma y tamaño, pudiera ser de una *Paludina* si se llega a demostrar que se trata de una formación de agua dulce; pero podría pertenecer a una *Nática* si los estratos fueran de origen marino. Ahora bien: como asimismo cabe sospechar que esos sedimentos se hayan depositado en un estuario, resulta como muchas de las cosas cencernientes al Flysch, verdaderamente litigiosa y sin poderse resolver de una manera definitiva. Desde luego, conviene llamar la atención sobre la circunstancia de que no se haya citado anteriormente ninguna concha de gasterópodo en estos bancos, o, por lo menos, yo no tengo noticia de ello.

Sin embargo, esto se relaciona íntimamente con mi referencia anterior, al parecido con las huellas que dejan ciertos gasterópodos al deslizarse por el fango, insinuando con cierta preferencia el nombre de la *Purpura lapillus*, como lo hace Bernard en su obra de Paleontología.

Claro es, que el arrastre subterráneo se aviene mal con la idea de que el animal estuviese provisto de una concha relativamente voluminosa como la *Purpura*, *Paludina* o *Nática*, pero en cambio podría suponerse que se debía la pista a un molusco desnudo.

Yo puedo citar un caso observado por mí mismo hace muchos años de *gasterópodo testáceo*, que caminaba subterráneamente en una playa de la bahía de Santander durante el reflujo de una marea viva. Se trataba del *Cyclops neriteum* Linné, pequeño gasterópodo cuya concha mide unos 10 mm. de diámetro, y en los momentos de más baja mar se veían en su orilla pequeños montoncitos de arena que caminaban con cierta velocidad en distintas direcciones; recogidos varios de ellos, pude comprobar que el núcleo de cada montón lo constituía un individuo del citado molusco, que era el que se movía. Como la playa estaba formada por arena muy fina y suelta, la galería y huella se borraban conforme avanzaba el animal, sin quedar la menor señal de su paso por aquel punto; así es que no puede compararse con la *Scolicia prisca*; pero cito el hecho para demostrar que efectivamente hay gasterópodos con concha que pueden trasladarse de un sitio a otro por camino cubierto. Ahora bien: si esta playa en lugar de componerse de elementos disgregados y sin cohesión hubiese estado dotada de cierta plasticidad, podía haberse obtenido una pista o huella más o menos próxima a la enigmática *Scolicia*.

Además de la zona del Flysch Cantábrico, donde se ha encontrado en muchos puntos, ha recogido el Sr. Sampelayo este fósil en Ubeda (Jaén), por cierto, ejemplares con la anchura máxima conocida de 4 centímetros.

El ejemplar de la figura 22 fué recogido por mí a kilómetro y medio de Zumaya.

LORENZINIA APENNINICA De Gabelli.

Lám. III, fig. 7.

En un folleto titulado *Resumen de los datos Paleontológicos recogidos en algunos museos de Italia, Suiza y Francia, durante el mes de agosto de 1913*, por D. Daniel Jiménez de Cisneros, publicado por la *Junta para ampliación de estudios e investigaciones científicas, Anales*, tomo XV, Memoria 1.^a, año 1914, páginas 6 y 7, hace constar que con motivo de una visita al Museo del Instituto de Geología y Paleontología de Pisa, tuvo ocasión de examinar un ejemplar análogo a otro que él había encontrado hacía muchos años en el Nummulítico de Alicante, sin haber podido llegar a su determinación genérica y específica.

Parece que el primer ejemplar del fósil en cuestión había sido descrito por De Gabelli con el nombre de *Lorenzinia apenninica*, considerada como la impronta o jacilla de una *Hydromedusa* procedente de la arcilla cretosa de Porretta.

Agrega el Sr. J. de Cisneros que el ejemplar original había sido reproducido en la obra de Paleontología de P. Vinassa (Milán, 1902). Asimismo continúa diciendo que el Sr. Fucini, en un opúsculo titulado *La Pania di Corfino*, cita y reproduce el ejemplar existente en el Museo de Pisa, encontrado en una arenisca nummulítica, y la fotografía es semejante y de tamaño algo mayor que la forma española, si bien ésta tiene la ventaja de conservar mayor limpieza y también la de ir acompañada de impresiones paralelas muy manifiestas, que en concepto del señor Capellini, de Bolonia (al que comunicó sus observaciones), pudieran ser muy bien la impronta de los apéndices de la hidromedusa al ser arrastrada en el fondo lodoso.

No facilita dimensiones ni otros detalles y ni siquiera hace alusión a las dos figuras (1.^a y 2.^a) de la lámina II, que con otro par de ellas acompaña este trabajo.

Las mencionadas figuras resultan insuficientes por varios conceptos. Ambas representan el mismo ejemplar en escalas diferentes. La 2 un poco menos de la mitad de la figura 1, puesto que la línea vertical de la derecha, que limita la roca que contiene el fósil, mide en la figura 1 cerca de 55 milímetros y en la figura 2 unos 25. La leyenda de la lámina dice:

Figs. 1 y 2. — Impresiones de la *Lorenzinia*, **af.** *apenninica* Da Gabelli. Del Nummulítico del Norte de Alicante.

Hay que advertir que no es una figura ampliación de la otra, sino que las dos se han tomado directamente (1) del ejemplar, pero en distintas escalas; aunque como no se indica cuáles sean éstas, no puede deducirse cuál es la verdadera dimensión del objeto fotografiado.

El tamaño del individuo, tal como está representado en la figura 1, es todavía más pequeño que el de mi figura 7. Ya se indicó anteriormente que el ejemplar de Cisneros era algo menor que los italianos, pero sin señalar la cuantía de la diferencia. Si realmente es la magnitud verdadera del fósil alicantino la que aparece en la figura 2.^a, hay que confesar que está justificada la partícula de *afinidad* que antecede al nombre específico en el pie de la lámina del mencionado autor español, porque es muy dudosa la identidad con las fotografías de la especie incluídas en el trabajo del Sr. Gómez Llueca que voy a reseñar inmediatamente, e igualmente con mi figura reproducida en tamaño natural.

En el *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, tomo XXVII, año 1927, página 46, aparece un ar-

(1) Lo cual se reconoce fácilmente, porque la figura 1.^a ha recibido una luz más oblicua, más intensa y de distinto lado que la 2.^a

título con el lema «Noticia sobre el hallazgo de la LORENZINIA APENNINICA da Gabelli en el Eoceno de Guipúzcoa», por Federico Gómez Lluca. Aquí se hace alusión al trabajo del señor Jiménez de Cisneros, a cuyo paleontólogo le fueron presentados los ejemplares recogidos entre Zarauz y Guetaria, el cual comprobó que eran idénticos al encontrado por él en la provincia de Alicante. Nada se indica de los tamaños respectivos, pero de los ejemplares guipuzcoanos se dan cuatro fotografías intercalados en el texto con la escala de cada uno registrada cuidadosamente, lo cual permite formar cabal idea de las dimensiones de todos los individuos representados.

La figura 6.^a incluida en la página 50 representa un trozo de roca triangular, que contiene hacia su centro dos *Lorenzina* casi juntas y muy bien definidas; todo en escala de $\frac{1}{3}$. El círculo liso del centro, de donde parten los apéndices subradiales, mide unos 6 mm. de diámetro; y la dimensión máxima medida entre las puntas *distales* de dos apéndices opuestos (en la posición horizontal del individuo inferior), 12 mm. (1), lo cual equivale a 18 y 36 mm. las magnitudes reales en el ejemplar, o sea bastante aproximadamente las del fotografiado en mi figura 7. La figura 7.^a de G. Lluca está situada en la misma página 50, pero reducida a $\frac{1}{6}$ de su tamaño; así es que las diversas *Lorenzinas* que contiene sólo se aprecian bien con la ayuda de una lente, y prescindo de ella. La figura 8.^a del precitado autor, se inserta en la página 51 y presenta un sólo ejemplar algo desvanecido y reducido a algo más de un medio. El círculo liso del centro tiene unos 12 mm. de diámetro, medido entre los extremos *proximales* de dos apéndices opuestos, de modo que al individuo éste, correspondería un diámetro interior de más de 24 mm., lo cual quiere decir que

(1) Estas medidas sólo deben considerarse como aproximadas, porque todos los elementos que integran el fósil son irregulares.

es el mayor de todos los reseñados. Por fin, la figura 9.^a, cuarta y última de las presentadas en el trabajo que ahora se examina y en la misma página 51 que la anterior, exhibe una impresión tan borrosa que no es aprovechable.

En cuanto al ejemplar que doy a conocer en mi figura 7, está contenido en un trozo de roca subrectangular de una anchura casi exactamente dupla de su altura. En la mitad de la derecha se ve el círculo algo irregular de los apéndices que siguen una dirección más o menos radial y de longitudes sumamente desiguales. De todos ellos, el más largo es el que ocupa la posición que se podría decir Sur-Oeste (mide 6,5 milímetros); el inmediato a su derecha, es en cambio puntiforme; y no hay interés en seguir reseñándolos, porque en el supuesto de que se trate efectivamente de una *Hydromedusa*, lo que se ve en el fósil no es el animal petrificado, sino el contramolde de la impresión que un órgano blando (apéndice, tentáculo o lo que fuera) había dejado en el limo plástico, y según lo que se extendiera o profundizara, el mismo órgano podía en diferentes circunstancias dejar improntas muy distintas. De estos apéndices se cuentan en mi ejemplar 13, pero en la parte de la derecha hay un espacio liso en el que se han borrado y que con la imaginación se podían colocar 3, que hacen en total 16.

El mismo número (aproximadamente) se cuentan con un lente en la figura 2 de J. Cisneros, e igualmente sucede en la figura 8 de Gómez Lluca; y digo aproximadamente, porque en todas ellas hay alguno dudoso.

No conozco la descripción y figura originales de la *Lorenzina apenninica* porque no he podido consultar los primeros libros que se ocuparon en ellas (mencionados por el Sr. Cisneros), y, por consiguiente, ignoro las razones en que el autor pudo fundar su opinión de que se trataba de la impronta de una *Hydromedusa*, cosa que yo no rechazo, pero en la cual me

permiso poner un punto de duda apoyándome en los argumentos que expongo a continuación:

En mis múltiples expediciones para recoger moluscos he tenido ocasión de ver en distintas playas las huellas de animales que habían pisado o se habían arrastrado por un suelo blando, echando de menos sobre el particular la abundante literatura que en otras ramas existe; por eso he acogido con interés y simpatía algunos trabajos dados a luz en la revista *Natur und Museum* que se publica en Frankfurt a. M., sobre los cuales ha llamado la atención el Sr. G. Llarena en un sugestivo artículo dado a luz en el tomo V, número 2, de *Conferencias y Reseñas Científicas de la R. Soc. Esp. de Hist. Nat.*, páginas 81 y siguientes, bajo el epígrafe de «*Un Instituto de Geología y Paleontología Marinas en Wilhelmshaven*». En este opúsculo reproduce algunos fotograbados de la revista alemana antes mencionada, de los cuales, dos son verdaderamente interesantes en relación con la *Lorenzina apenninica*.

El primero y principal a que me refiero, es la figura 2.^a situada en la cabeza de la página 82; su contenido está claramente explicado en la leyenda que le acompaña en su pie:

«*Fig. 2.^a Pistas esteliformes actuales en el fango de la marisma de Jade. Un gusano (NEREIS o género afín) ha inclinado su cabeza en distintas direcciones al extremo del agujero en que vive. Si se sedimenta después un estrato de arena sobre la superficie de este fango quedará en su cara inferior la contra-huella semejante a la de la fig. 1.^a*» Este fotograbado se ha reproducido con el mismo clisé que sirvió para la figura 6.^a, en la página 86, del cuaderno 2.^o, tomo LX (febr. 1930) de *Natur und Museum*. No lleva escala el dibujo, pero han colocado un martillo de geólogo cerca de las impresiones para que se puedan relacionar las magnitudes.

Desde luego, el aspecto general de las dos o tres huellas mejor definidas que se observan en el dibujo, es el mismo de

la *Lorenzina*. Por lo que puede colegirse de la comparación con el martillo, su tamaño viene a ser igual o más bien algo mayor que el de la supuesta *Hydromedusa*. Como ella, tiene un círculo irregular de apéndices subradiales y desiguales, pero debe señalarse como diferencia esencialísima que se ve claramente el agujero en que vivía el gusano en el centro del círculo, hecho no observado absolutamente en ninguna de las improntas fósiles. Otra distinción de menor cuantía es que tampoco tiene tantos apéndices. Pero en el tercio superior de la precitada figura 2.^a, aparece otra pista esteliforme, en la que no se aprecia ni el círculo central de donde parten los radios, ni el agujero vivienda del incógnito animal. Estas circunstancias desorientan, y es bastante difícil interpretarlas satisfactoriamente, aunque también es cierto que el dibujo es pequeño y no se deslinda todo lo bien que fuera de desear.

En la misma página 82 del Sr. Gómez Llarena, se incluye el segundo dibujo a que antes me referí, también interesante porque trata del asunto. Va acompañado de la siguiente explicación:

«*Fig. 3.^a Otro ejemplo de huellas estelares actuales en una playa tropical (Daressalam, Africa oriental) creadas por un cangrejo arenícola.*» Da otros detalles que no copio, porque aquí sólo interesan las que tienen forma de estrella, por la afinidad posible con la *Lorenzina*. Tampoco se indica escala en esta figura, y como elemento de comparación se ha colocado en el suelo un reloj de bolsillo, en lugar del martillo empleado en la figura 2.^a El clisé empleado en este fotograbado es el que sirvió para la 7.^a, incluida en la página 13 del cuaderno I, tomo LIX, enero de 1929, de *Natur und Museum*.

El dibujo está en escala muy pequeña; el reloj que sirvió de módulo no llega a medir 6 mm. de diámetro. Las huellas esteliformes exceden un poco del tamaño de ese reloj, pero se aprecian bastante medianamente, aunque parecen semejantes a

la reseñada en último lugar de la figura 2.^a, pues no se distingue ni círculo central ni agujero.

Aunque ninguna de estas huellas confronta exactamente con la *Lorenzina*, he creído que debía recordarlas, porque son bastante similares, y, sobre todo, porque marcan un derrotero a seguir para que algún día se puedan interpretar con grandes probabilidades de acierto.

El ejemplar de mi figura 7, estaba entre los que recogí primeramente hace muchos años, y no recuerdo el punto exacto donde lo encontré, pero seguramente fué entre Zarauz y Zumaya.

PISTA DE CRUSTÁCEO ?

Lám. XVIII, fig. 33.

Recogida en una de las torrenteras del Flysch, entre Zumaya y Guetaria, parece indudable que se trata de la pista de un animal. Comparada con la figura 4.^a (en la pág. 84) del cuaderno II, tomo LX, en la revista *Natur und Museum*, incluida en un artículo del profesor Dr. K. Hummel, titulado *Tierfährtenbilder von TROPENSTRAND*, cuya figura representa la huella de un crustáceo conocido vulgarmente con el nombre de Ermitaño (*Pagurus*) que, para protegerse, se había cobijado en la concha de una *Nática*.

El precitado dibujo está en escala muy reducida, pero muestra suficientemente claras las tres series de puntos alargados lo mismo que mi figura 33, y aunque la *Nática* no puede reconocerse y no haya ningún otro dato para orientarse respecto al tamaño, puede sospecharse que la magnitud de ambas pistas no debe ser muy diferente.

Es verdaderamente asombroso, que seres del mismo grupo

hayan producido pistas tan distintas como la *estelliforme* indicada en la forma anterior, y la que ahora se reseña compuesta de tres series paralelas de puntos alargados; lo más extraño de este tema es que el Sr. Gómez Llarena, en el trabajo mencionado en la especie anterior, acoge con mucha oportunidad en su figura 4.^a otro fotograbado, también de *Natur und Museum*, con dos formas distintas de la pista de un mismo crustáceo. La explicación del dibujo dice así:

«Fig. 4.^a Huellas de un cangrejo (COROPHIUM) en el fango de la marisma de Jade. Obsérvese cómo se transforma la huella de su paso, que forma una raya continua en la superficie húmeda, y que se resuelve en una serie de puntos en la seca.»

Estas dos nuevas formas de huellas de crustáceos, sumadas a las dos anteriores, serían más que suficientes para recomendar la mayor cautela en la interpretación de las debatidas improntas; sobre todo si se tiene en cuenta que la forma de cordón o cilindro continuo se presenta en toda la serie sedimentaria referida a los animales y a los vegetales, y con multitud de nombres distintos, pero casi sin caracteres morfológicos que sirvan para diferenciarlos.

Además, viene a complicar el problema en lo que se refiere a mi figura 33, el caso antitético que define la figura 5.^a, siempre del trabajo del Sr. Gómez Llarena, e igualmente tomada de *Natur und Museum*, en la que se presenta una huella algo confusa, integrada por tres (?) series de puntos, pero que no son debidos al movimiento de ningún animal, sino al arrastre o más bien rodadura de un vegetal con varias ramificaciones más o menos mutiladas, cuyas puntas podrán dejar en un suelo blando series de depresiones que simularán la pista de un animal.

ARENICOLA ?

Lám. XIX, fig. 34.

En todas las edades geológicas aparecen algunas rocas perforadas por galerías en forma de tubos, que se rellenan después, las cuales han recibido multitud de nombres (1). Entre ellas hay unas, llamadas *Arenicolas* por Salter, que consisten en una perforación normal a los estratos, que se profundiza cuatro o seis centímetros para doblarse en forma de U y dar lugar a una segunda abertura próxima a la primera. Para poner de manifiesto la dobladura es preciso serrar la roca según un plano perpendicular a las capas, que pase por las dos aberturas. He tenido ocasión de observar muchísimos ejemplares en el Cambriano y Ordoviciano en los alrededores de Ateca, provincia de Zaragoza, donde en ciertos bancos abundan extraordinariamente.

En el ejemplar que presento, procedente del Flysch, entre Guetaria y Zumaya, no puede hacerse la comprobación indicada, porque no se trata de la galería propiamente dicha, sino del contramolde impreso en el yacente de la capa inmediatamente superior y solamente de la embocadura de las perforaciones.

Claro es que no habiendo seguridad de la dobladura en U de los tubos, podrían estimarse como aberturas de simples *Scolithus*, pero se aprecia bastante bien la disposición en parejas, que permite sospechar que se trata de *Arenicolas*.

(1) Cfs. Zittel, *Traité de Paléontologie*, trad. p. Barrois, París, 1883, t. I, págs. 575 y 576, advirtiendo que hay muchas más denominaciones para galerías tubulares.

Considero de poco interés e innecesario darles una denominación específica.

* * *

Antes de entrar en el estudio de los *vegetales fósiles* del Flysch, debo comenzar por reseñar una curiosísima alga que *únicamente se ha encontrado en estado viviente* en las aguas dulces y tranquilas de los lagos, o en corrientes muy lentas, de casi toda la Europa y parte de América del Norte, la cual, aun habiendo sido conocida ya por Linné y alguno de sus predecesores, no se ha divulgado todo lo que merecía por su excepcional forma y belleza.

Botánicos anteriores a Linné denominaron esta criptógama *Conferva reticulata*, nombre acogido más tarde por el inmortal naturalista el año 1753 para sancionarlo en último término en su *Systema Naturæ*, ed. X, punto de partida de toda la nomenclatura binominal.

Actualmente es el *Hydrodictyon reticulatum* Linn. sp., que ha recibido también otros varios nombres, como luego se verá, pero que todos hay que referirlos a la única especie conocida hoy en el género, de la cual voy a dar la bibliografía, figuras y todos los antecedentes necesarios para poder establecer la comparación con el género fósil *Palæodictyon*, bastante enigmático todavía, pero con el que desde luego se aprecia un paralelismo bien acentuado.

HYDRODICTYON RETICULATUM Linn. sp.

Lám. I, figs. 1 a 5.

1759. — *Conferva reticulata* Linn. — *Systema Naturæ*, editio decima (1758-59), tomos II (paginación seguida a la del I), Regnum vegetabile (año 1759), pág. 1346. — Nombre solo porque la refiere a otra obra suya anterior.

1767. — *Conferva reticulata* Linn. — *Systema Naturæ*, editio duodecima, tomus II, Regnum vegetabile, pág. 720 de este tomo. — Nombre solo.
1800. — *Hydrodictyon utriculatum* Roth. — *Tent. Flor. germ.*, pág. 531, tom. III, P. I (según Kützing, Rabenhorst y De-Toni, porque yo no lo he visto).
1803. — *Hydrodictyon pentagonum* Vaucher (Jean-Pierre). — *Histoire des Conferves*, Genève, An. XI, pág. 82, lám. I, fig. 4 y toda la lámina IX con seis figuras.
1849. — *Hydrodictyon utriculatum* Roth. — Kützing, *Species Algarum*, página 448. — Le reúne como sinónimos *Hydrodictyon pentagonum* Vaucher, *Conferva reticulata* Pluk (*Phyt.*, Tab. 24, fig. 2) (1), *Hydr. tenellum* Roth (statu minori), Cat. II (2), pág. 239, *Hydr. majus* Roth, l. c., pág. 238 (statu majori).
1857. — *Hydrodictyon utriculatum* Roth. — Arthur Hill Hasall, *A history of the British freshwater algae*, pág. 225, lám. LVIII (completa), figs. 1 a 5. — Mi lámina I es reproducción fotográfica de ella.
1867. — *Hydrodictyon utriculatum* Roth. — Colmeiro, *Enumeración de las Criptógamas de España y Portugal*, parte II, pág. 235.
1868. — *Hydrodictyon utriculatum* Roth. — Rabenhorst (Ludovico), *Flora Europæa Algarum aquæ dulcis et submarinæ*, Sectio III, pág. 66, y ocho figuras señaladas con el número 35 en la página 16. — Por ser especie única, sus caracteres son los del género y familia, agregando después de la sinonimia: «*Magnitudo aut retium aut gonidiorum maxime variat, pendet a conditione locis natalis*».
1870. — *Hydrodictyon utriculatum* Roth. — Del Amo y Mora (D. Mariano), *Flora Cryptogámica de la península ibérica*, pág. 38.
1883. — *Hydrodictyon utriculatum* Roth. — Griffith and Henfrey, *The Micrographic Dictionary*, 4.ª ed. por Griffith, Berkeley y Jones, página 401, con la figura 338 en dicha página del texto, que representa una fronde, red o cenobio completo en escala $\frac{1}{4}$, de forma cilíndrico-ovoide-alargada, algo irregular por una ligera hinchazón en el centro, y además en el atlas, lám. 47, fig. 24, un detalle ampliado con el microscopio a 250 diámetros.

(1) También citada por Linn. en su *Spec. plant.*, en la forma de *Conferva reticulata crispa*. Pluk., *alm.* 113, t. 24, f. 2.

(2) *Catalecta Botanica*, tres tomos, años 1797 a 1806.

1889. — *Hydrodictyon reticulatum* (L.) Lagerh. — De-Toni (Doct. J. Bapt.), *Sylloge Algarum omnium hucusque cognitarum*, vol. I, «Sylloge Chlorophycearum», pág. 561. — Después de importante bibliog. y sinonim., incluye la diagnosis latina «*Cænobio ad 6 et ultra dm. longo, areolis reticuli circa 1 cm. diam.; cellulis (in speciminibus juvenilibus) 1-2, (in speciminibus maxime evolutis) 4-10 mm. longis, 100-200 μ latis*».
1928. — *Hydrodictyon reticulatum* (L.) Lagerh. — González Guerrero (P.). «Algas de los alrededores de Montemayor (Cáceres)», en *Bolet. de la R. Soc. Españ. de Hist. Nat.*, t. XXVIII, pág. 297; nombre y localidad solamente.

Se ve en la sinonimia anterior que la edición X del *Systema Naturæ*, de Linné, figura a la cabeza por contener la fundación de la especie, y forzosamente tenía que ser así, pues en todo el mundo se ha aceptado la regla de desechar los nombres anteriores a ese libro, aunque el propio Linné hace llamada a su *Species plantarum* publicada en dos tomos de paginación seguida en *Holmiæ* año 1753, página 1165, que corresponde al tomo II (el cual comienza en la página 561).

Pero esta obra no es la que puede ostentar la primicia en el nombre de tan interesante planta, pues en la mencionada página 1165 se incluyen varias citas bibliográficas, de las cuales, la primera y principal, es «*Dill. musc. 20., t. 4., f. 14*»; raro libro bajo el título de *Historia Muscorum &&. Opera Jo. Jac. Dillenii, M. D. in Universitate Oxoniense Botanices Professoris Sherardini — Oxonii MDCCXLI* —, en cuya mencionada página 20 se lee:

«**Conferva reticulata** Doody Raj. Fasc., p. 5. Syn. St. Brid., Ed. I, p. 15, n. 4. II, p. 24, n. 4. III, p. 59, n. 10. Hist., vol. II. App. p. 1852. The Net Conferva.» Y a continuación del epígrafe marginal «**Descript. Rajo**» reproduce entre comillas la diagnosis latina de unas cuantas líneas, en la cual consta, entre otros caracteres, *maculis sæpe pentagonis, interdum exagonis, aut etiam tetragonis, colori viridi*.

Sigue a éste otro epígrafe, también marginal, «**Descriptio propr.**», donde se desarrolla con bastante extensión una descripción en latín. En cuanto a la figura 14 de la lámina IV, es interesante, porque toda la parte izquierda señalada con la letra *A* tiene una reticulación muy pequeña, comparable por su tamaño a la del *Palæodictyon minutum*, y la región de la derecha, que se indica con la letra *B*, tiene sus areolas de tamaño aunque variable, bastante mayor. En ninguna de las otras figuras de la especie de que yo tengo noticia existe una separación tan marcada de tamaños en las mallas de la red, como en ésta de que ahora se trata. De todas suertes se ve que tampoco Dilleni fué el primero que trató de este organismo, puesto que da citas bibliográficas anteriores a él; en cambio no conozco iconografía alguna que preceda a la suya.

Vaucher estudió esta interesante y extraña planta el año 1803 en su *Historia de las Confervas*, dando todo género de detalles acerca de su germinación, que había seguido paso a paso, para demostrar que cada uno de los lados que integran los polígonos o mallas de la red, es en principio algo que por el desarrollo sucesivo y después de separarse del conjunto, ha de convertirse en un nuevo *cenobio*, en un todo idéntico al primitivo de que se desprendió. Esto permitiría decir que se trataba de un organismo de segundo grado, en el que sus elementos componentes eran semejantes al ser totalmente desarrollado.

Las láminas de Vaucher, Hassall y Rabenhorst, aunque son distintas, están inspiradas en idéntico criterio: un fragmento grande del *cenobio* en tamaño natural, acompañado de varios detalles con diferentes ampliaciones microscópicas, para poner de manifiesto la semejanza de la *parte* con el *todo*. Mi lámina I, es reproducción fotográfica de la lámina LVIII de Hassall. Una ojeada sobre ella basta para darse cabal cuenta de la constitución de esta bonita alga, y no creo necesario entrar en

mayores detalles, puesto que no se trata aquí de un estudio monográfico de tal *chlorophyceae*; el único fin ahora perseguido, es el de destacar entre los datos apuntados, aquellos en que consta que la reticulación es muy variable en cuanto al tamaño y forma de las areolas, unas veces por las condiciones del medio en que vive la planta (cf. Rabenhorst, l. c.), y otras, por la manera de crecer y desarrollarse el *cenobio* (cf. Vaucher, l. c.), lo cual ha dado lugar a que la *Conferva reticulata* Lin., en su *statu minori*, recibiera el nombre de *Hydrodictyon tenellum* Roth, y en su *statu majori* el de *Hydr. majus* Roth (cf. Kuetzing, l. c.). La variación de tamaño no se circunscribe solamente a las mallas de la red, sino que también atañe al propio *cenobio*, que en casos extraordinarios llega a medir más de 6 dm. (cf. De-Toni, l. c.), cuya dimensión es tres o cuatro veces mayor que la ordinaria.

Por el examen de las figuras se ve que las areolas pueden ser *exagonales*, *pentagonales* o *tetragonales*, lo cual consta ya en las descripciones más antiguas (cf. «*Descript. Rajo*», antes mencionada).

Género *Palæodictyon* Meneghini.

No he podido consultar la obra original en que se instituyó este género; en cambio he visto y examinado con detenimiento un trabajo titulado «*Osservazioni sui generi Paleodictyon e Paleomeandron dei terreni Cretacei ed Eocenici dell' Appennino sett. e centrale, per il D. G. Peruzzi*», que fué publicado en las «*Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, residente in Pisa*». *Memorie*, vol. V, 1880, págs. 3 a 8 y lámina I.

En la página 6 de este importante artículo, consta que el profesor Heer, en su clásico libro «*Urwelt des Schweiz*», dibuja en la lámina 10, figura 10, un organismo con el nombre de *Paleodictyon* (1) *singulare*, que tampoco he visto yo en ese libro, pero sí en otro más moderno del mismo autor Heer, *Worweltliche Flora der Schweiz* (Zürich, 1877), donde describe y figura además del *singulare* (pág. 160, lám. XLIII, fig. 21, y lámina LXIV, figs. 5 a 8), los *Pal. alpinum* Hr. (pág. 118, lám. XLIII, figura 17), *Pal. magnum* Hr. y *Pal. textum* Hr., estos dos últimos incluídos en la página 160, y figurados: el primero, en la lámina LXIV, figura 9, y el segundo, en la lámina XLIII, figuras 18 a 20 (2) y lámina LXIV, figuras 1 a 4.

El género *Palæodictyon* queda definido por Heer en la segunda de sus obras mencionadas, página 118, con la diagnosis latina «*Fasciolæ vel fila membranacea, en rete coadunata, areolis polymorphis, valde inæqualibus*».

Pero recuerda también Peruzzi que ya en el año 1851, el profesor Meneghini, en el apéndice de la traducción de la

(1) Así escrito por Peruzzi, aun cuando Heer lo escribe más correctamente: *Palæodictyon*.

(2) No figura 17, que es el *Pal. alpinum*, como queda ya dicho.

obra de Murchison (*Constitución geológica de los Alpes*, etc.), había propuesto el género *Paleodictyon* con la frase «*Frons reticulata, areis exagonis*», y llama la atención en forma de nota al pie de la página, sobre la última palabra, que por error tipográfico decía en el texto del original «*pentagonis*»; aunque el autor del género y de sus dos especies *Strozzi* y *majus*, reconocía que se trataba seguramente de organismos, no se atrevía a indicar la familia a que pudieran pertenecer.

Por su parte, dice Peruzzi, que aparece perfectamente claro de las descripciones y figuras que son bien distintos los géneros *Palæodictyon* de Meneghini y de Heer, y que debe retenerse sólo el primero, con lo cual estoy yo conforme.

En cuanto a su situación en las clasificaciones, he dicho ya en otra ocasión (1) que para mí era el antecesor indudable del *Hydrodictyon reticulatum* Linn., sp.

Compárese la figura 1 de la lámina I que reproduce el *Hydrodictyon reticulatum* con la figura 16 de la lámina VI, que representa una var. *minor* del *Palæodictyon majus*; desde el primer momento se aprecia ya la gran semejanza de ambas; pero puntualizando más la atención, se observa que en la primera figura predomina la irregularidad de las areolas o mallas, siendo exagonales sólo una parte de ellas; en el *Palæodictyon*, por el contrario, la totalidad tienen los seis lados, pues si bien algunas (muy pocas) no los tienen, hay que considerarlas más bien como deformaciones casuales.

Esta diferencia es esencialísima para darse cuenta de la manera de crecer y desarrollarse el *cenobio*, pues en el *Hydrodictyon*, que es de forma ovoide más o menos irregular, fácilmente puede cubrirse una superficie de esta naturaleza con polígonos de diferente número de lados, mientras que si todas las mallas

(1) Véase el «Discurso de mi recepción en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales», año 1922, págs. 38 y 39.

son exagonales y conservan las dimensiones próximamente iguales entre sí, es imposible adaptar esta red a una superficie redondeada por todas partes. Lo más que podría cubrirse sería un cilindro, pero sin casquetes hemisféricos terminales. Entrando en el terreno de la hipótesis, podría suponerse que los extremos estaban compuestos de una sustancia blanda y fácil de descomponer, para no haber quedado indicio de ella en la fosilización. Como esto no pasa de una teoría bastante aventurada, hay que confesar que a pesar de la semejanza morfológica entre los dos géneros, quedan en el *Palæodictyon* muchos puntos enigmáticos todavía; pero yo no conozco otro organismo con que poderlo comparar.

PAPLÆODICTYON MINUTUM Kindelán.

Lám. III, fig. 9.

Lám. IV, figs. 12 y 13.

1919. — *Palæodictyon minutum* Kindelán. — «El Cretáceo y el Eoceno de Guipúzcoa.» Publicado en el *Boletín del Instituto Geológico de España*, tomo XL (XX de la segunda serie). Fotografía 13 (sin texto).

Ha sido fundada la especie exclusivamente por la mencionada fotografía 13, que representa un pequeño ejemplar formado por 10 ó 12 *areolas* que apenas se ven. Además, la base de la roca que lo contiene mide en el dibujo 82 mm. de longitud y en el ejemplar 107 mm., lo cual quiere decir, que la figura se ha reducido muy aproximadamente a las tres cuartas partes de su verdadera dimensión.

En el texto no se menciona la especie, aunque si su fotografía, pero englobada con las otras del género y de una manera bastante secundaria e incidental, en la página 30 de la tirada

aparte (1); a continuación transcribo los dos párrafos que tratan del asunto:

«El género *Palæodictyon* se halla representado en Guipúzcoa en variedad de especies, la mayoría nuevas. Las hay cuyo tejido apenas puede distinguirse sin auxilio de la lente, y otras en las que se distinguen claramente todos los detalles (fotografías 11, 12, 13 y 14).

»Entre las recogidas son perfectamente clasificables el *Palæodictyon Strozzi* y el *P. Majus*, característico éste del *eocono superior*. El primero le colocan los paleontólogos entre el *cenomanense* y el *eocono superior*.»

Aplicando una lente a la mencionada fotografía 13 de Kindelán, se puede medir con suficiente aproximación cuatro areolas en fila, que dan una longitud total de 5,5 mm., y teniendo en cuenta la reducción en tamaño que ha sufrido la figura, resulta como promedio del diámetro de las mallas 1,83 mm.; y por consiguiente la longitud de cada célula o lado del exágono inscrito viene a ser 0,91 mm. El grueso o anchura del mismo elemento viene a ser de unas tres décimas de milímetro, sin que sea necesaria una mayor precisión, que para obtenerla sería preciso el uso de los micrómetros ocular y objetivo de un microscopio, lo cual considero innecesario.

En realidad, con la longitud del lado del exágono, que es igual al radio del círculo circunscrito a él, y su grueso, hay lo suficiente para establecer la diagnosis, porque la única característica usada es el tamaño, aunque si se llegara a demostrar que el desarrollo de estas plantas era idéntico al descrito por Vaucher para el *Hydrodictyon*, perdería todo su valor la dimensión de las areolas, que indicaría solamente el *estado de*

(1) Esta misma página se señala en el tomo arriba indicado con el número 28, llevando al mismo tiempo al pie el número 190 que corresponde a la paginación del volumen.

desarrollo del *cenobio*, quedando sólo para la diferenciación específica la relación entre la longitud del elemento y su grueso, que puede ser muy distinta, como puede apreciarse entre el *P. Majus* y el *P. Giganteum*.

Mi figura 12 tiene las dimensiones anteriormente marcadas para las mallas de la red y es un ejemplar bastante mejor que el representado primeramente; puede considerarse como tipo.

El individuo de la figura 13 es casi idéntico, ligeramente menor, en cantidad casi inapreciable.

Y la figura 9 tiene la reticulación de la misma magnitud que la fotografía original, pero hay que tener en cuenta que el fotograbado de Kindelán está reducido, mientras que mi figura está en escala natural, por consiguiente se trata de una *forma minor*.

Los tres fueron recogidos en el *flisch* entre Guetaria y Zumaya. La roca que los contiene es maciño perfectamente típico.

PALÆODICTYON STROZZII Meneghini.

Lám. IV, fig. 14.

Lám. V, fig. 15 A.

1851. — *Pal. Strozii* Menegh. — He hecho constar anteriormente que no he podido ver la traducción de la obra de Murchison, sobre la Constitución geológica de los Alpes, donde Menegh. publicó el género y la especie, ni he visto citada la página y figura donde apareció.
1880. — *Paleodictyon Strozii* Menegh. — Peruzzi, «Osservazioni sui generi *Paleodictyon* e *Paleomeandron* dei terreni cretacei ed eoceni, etc.», publicado en *Atti della Soc. Toscana di Scienze Naturali* residente in Pisa, Memorie, vol. V, pág. 7, lám. I, figura 8.
1919. — *Paleodictyon Sbrozil* (1) Mgh. — Kindelán, *El Cretáceo y el Eoce-*

(1) Errata tipográfica por *Paleodictyon Strozii*.

no de Guipúzcoa, fotografía 11 y pág. 30, el nombre con la edad geológica, entre el *Cenomanense* y el *Eoceno superior*.

1927. — *Paleodictyon Strozii* (p. err. *Sbrozzii*) Mgh. — Gómez Lluca, «Noticia sobre el hallazgo de la *Lorenzina apenninica* da Gabelli en el Eoceno de Guipúzcoa», *Bol. Soc. Esp. de Hist. Nat.*, tomo XVII, figura 1 en la pág. 47, reducida a $\frac{1}{2}$ (sin texto); un buen ejemplar.

Peruzzi dice en su página 7 que algunos ejemplares de esta especie provienen de *Ponte a Sieve*, pero el que figura unido a una valva de *Inoceramus* es de *Pratolino* y pertenece al *cretáceo superior*. Cita otro ejemplar que afirma que no difiere del dibujado, sino por la menor dimensión de sus *mallas*, procedente de un terreno que pertenece probablemente al *eoceno superior*, y que es presumible no se trate de una especie distinta, sino simplemente de una variedad del *P. Strozii*.

Como no da dibujo ni dimensiones de este segundo ejemplar resulta la noticia de una extremada vaguedad, de la que únicamente se puede deducir que se trata de una forma intermedia al *P. Strozii* y al *P. minutum*, y hasta podría referirse a este último, entonces desconocido todavía.

En la figura del *P. Strozii* dada por Peruzzi, se pueden medir las *mallas*, que son bastante diferentes, pero como promedio puede calcularse unos cuatro milímetros para el diámetro del círculo circunscrito a ella.

La fotografía 11 de Kindelán, que tiene las mallas muy poco inferiores en diámetro a las de la figura de Peruzzi, puede muy bien representar la especie, pero sólo en el sentido esquemático, es decir, tal como consta en el fotograbado, no como es en realidad en el ejemplar, que mide en la línea de la base de la roca que lo contiene 215 mm., exactamente el doble de su homóloga en el dibujo, que sólo cuenta 107,5 milímetros. Las mallas resultan así demasiado grandes para poderlo incluir en el *P. Strozii*, siendo una forma intermedia a éste y

al *P. majus*, pero más próxima al último, que es al que yo lo refiero como var. *minor* (véase la especie siguiente).

Mi figura 14 de la lámina IV es un ejemplar que procede de las torrenteras en la carretera de Guetaria a Zumaya y cuya reticulación es absolutamente idéntica a la de la figura de Peruzzi.

La figura 15 A de la lámina V está unida a un ejemplar de *Helminthoida appendiculata* Heer, recogida por mi amigo y compañero D. Pablo Fábrega, a 500 metros al Sur de la Venta del Chocolate, en término de Bédar (Almería). Entre los vainos de la *Helminthoida*, se vislumbran otras mallas algo borrosas, de tamaño bastante menor, que quizás podrían referirse a la forma mencionada por Peruzzi como dudosa en el eoceno superior.

De todas suertes es indudable que mi ejemplar (piedra suelta) lo encontré en sitio donde también se veían *Palaedictyon majus* y *Scolicia prisca*, y es lógico suponer que todas eran especies coetáneas, porque desde San Sebastián hasta Zumaya se hallan mezcladas en varios puntos.

PALÆODICTYON MAJUS Meneghini.

Lám. VIII, fig. 19.

Lám. XV, fig. 26.

Lám. VI, fig. 16, var. *minor*.

1851. — *Pal. majus* Menegh. — Publicada en la traducc. de la obra de Murchison sobre la Const. geológ. de los Alpes, pero debo repetir lo dicho en la especie anterior, que no he visto citada la página y figura donde apareció la primera vez.

1880. — *Palaedictyon Majus* Menegh. — «Peruzzi, Osservazioni sui generi *Palaedictyon* e *Palaomeandron* dei terreni cretacei ed eoceni», etc., publicado en *Atti della Soc. Toscana di Scienze Naturali*, residente en Pisa, Memorie, vol. V, pag. 7, fig. 1.

1919. — *Palaedictyon Majus* Menegh. — Kindelán, «El Cretáceo y el Eoceno de Guipúzcoa», en el *Bolet. del Inst. Geol. de España*, tomo XL; XX de la 2.^a serie; pág. 30 nombre y edad geológica, *Eoceno superior*, fotografía 12, reducida la figura aproximadamente a los dos tercios del natural.

1922. — *Palaedictyon majus* Menegh. — Azpeitia, «Discurso leído en la recepción de la R. Acad. de Cienc. Exact., Fis. y Nat.», páginas 38 y 39.

Peruzzi da una típica figura de la especie, que por sí sola sirve para reconocer este singular fósil desde el primer momento. Mi figura 26 en la lámina XV, procedente de cerca de Guetaria, tiene pocos exágonos, pero éstos concuerdan perfectamente en tamaño y aspecto con los del mencionado dibujo de Peruzzi. En la página 7 dice que las mallas son evidentemente exagonales de 6 a 7 mm. de diámetro, en lo cual creo que hay una errata, pues esas dimensiones corresponden más bien a la longitud de los lados del exágono, aunque como límite máximo, pues los hay también de 5 mm. El verdadero diámetro de las mallas medido en el dibujo, varía de 10 escasos a 13 mm. El grueso de los elementos dice que es de 1 a 2 mm., que a mí me parece exagerado, y su altura es variable, porque algunos apenas tienen relieve sobre la piedra que los contiene. Agrega que uno de los ejemplares del Museo de Pisa proviene del Monte Santa María sobre Firenze, de la zona que pertenece ciertamente a la parte más reciente del *Eoceno superior*. Cita otro del Monte Fiesole, dudando si su horizonte pertenece al *Eoceno medio* o *superior*.

Menciona también otros que aquí no hacen al caso, pero termina el mismo párrafo diciendo que:

«*Nella collezione del Marchese Strozzi esistono esemplari identici di uno dei quali riproduco la figura (Tav. 1, fig. 6).*»

No hay que tomar en consideración tal figura, porque no tiene relación alguna con el *Palaedictyon majus*, puesto que sus

mallas, aun siendo sólo un poco mayores que las de éste, pero menores que las del *Giganteum* que describe inmediatamente, presentan el grueso más grande que yo conozco, pues en algunos puntos miden hasta 7,5 mm., y aun las más delgadas pasan de los 4 mm.

El magnífico ejemplar que doy en la figura 19, tiene las mallas de la derecha algo más pequeñas que las de la izquierda, y estas últimas vienen a ser equivalentes en tamaño a las dibujadas por Peruzzi, pero como se ve, el grueso no pasa en mi fotografía de un milímetro; por eso dije que los dos milímetros anteriormente apuntados me parecían exagerados. Lo recogí hace unos cuantos años en una torrentera a un par de kilómetros de Zumaya donde no escaseaban las pistas de la *Scolicia prisca*, y como esta última la he encontrado unida al *Inoceramus (Catillus) Cuvieri*, resulta que mi ejemplar pertenece al *Cretáceo superior*; lo cual no quiere decir que no haya podido la especie prolongar su vida hasta el *Eoceno superior*, pero hay que admitir también que ya existía en la parte más alta del *Cretáceo*, o invertir el problema, reconociendo que el género *Inoceramus* no se había extinguido con el secundario, y que continuó viviendo hasta el *Eoceno superior*, cosa que nadie ha comprobado, ni yo lo creo tampoco.

El segundo ejemplar que figuro en la lámina VI, como *var. minor*, procede de sitio próximo al anterior, y es el mismo que Kindelán reprodujo en su fotografía 11 a mitad de su tamaño; ahora lo doy en sus verdaderas dimensiones para que se pueda apreciar que su reticulación es intermedia a la del *Strozzii* y el *majus*, aunque se aproxima más al último, del cual lo considero variedad, aunque más adelante quizás se demuestre que es solamente un estado de crecimiento del cenobio.

El Sr. Sampelayo recogió este fósil de idéntica reticulación en la carretera de Baños cerca de Alfaro (pr. de Almería).

He visto diversos ejemplares con las mallas de ese tamaño

aproximado, pero creo innecesario fundar un nombre nuevo para él, porque no resolvería ningún problema, pues aceptado el principio de separar como especies las formas intermedias, no se acabaría nunca de crear nuevas denominaciones.

Todo el Flysch de la costa Cantábrica es adecuado yacimiento para el *Palæodictyon majus* Meneghini; los buenos ejemplares no abundan, pero areolas sueltas, disgregadas, rotas, se encuentran por doquier.

En Castiello (Huesca), parte baja del valle de Canfranc, y en el de Tena, por encima de Biescas y antes de llegar al fuerte de Santa Elena de la misma provincia, he recogido también la especie con reticulación de diferentes magnitudes.

En Bédar (Almería) encontré esta alga petrificada, hace bastantes años, y de las provincias de Murcia y Jaén he visto ejemplares, aunque sin localidad determinada.

La edad geológica de este bonito fósil figura en todos los escritos como *Eoceno superior*, **cosa que yo no niego**, pero ya he hecho constar que se encuentra también en la parte alta del *Cretáceo*.

PALÆODICTYON GIGANTEUM Peruzzi.

Lám. VII, fig. 18.

Lám. XV, fig. 27.

1880. — *Paleodictyon, Giganteum*, Peruzzi. — «Osservazioni sui generi *Paleodictyon* e *Paleomeandron* dei terreni Cretacei ed Eocenici dell'Apennino sett. e centrale; presentata all'Adunanza del 7 Luglio 1877.» — Publicada en *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali*, residente in Pisa, Memorie, vol. V, pág. 8, tav. I, fig. 3.

Red de 15 a 16 áreas irregularmente exagonales casi redondeadas de 12 a 14 mm., muy profunda; los lados del exágono miden de 5 a 6 mm. de longitud y de 3 a 4 de anchura.

El ejemplar del Museo de Pisa proviene de Monte Ripaldi, de un terreno que no sé si es Cretáceo superior o Eoceno, y he visto una figura idéntica a esa de un ejemplar de la colección del Marqués Strozzi. — (Per., l. c.)

Esta descripción, tomada de la original, tiene los datos numéricos (que son los únicos utilizables como caracteres específicos de este género), algo más conformes con mis dos figuras que con la propia del autor, pues éste señala como diámetro de una areola o malla, de 12 a 14 mm., y en su dibujo se miden 19 ó 20; claro es que la longitud de los lados es dependiente de ésta e igual a la mitad de dicho diámetro, en el supuesto de que el exágono fuese completamente regular.

Las formas españolas son algo más pequeñas, pero en su conjunto se aprecia desde luego que pertenecen a la misma especie, corroborada esta opinión por la coincidencia de las medidas. La discrepancia señalada entre el texto y el atlas de Peruzzi, que después de todo no es exagerada, sería quizás explicable por el amaneramiento y poca exactitud de los artistas, que con frecuencia se observa en bastantes casos parecidos a éste.

En el Flysch de la costa Cantábrica no he visto nunca esta forma, ni creo que nadie la haya señalado todavía, la cual se distingue perfectamente de todas las demás conocidas en el género por el grueso excesivo de sus mallas en relación con las otras dimensiones. Por eso, aunque se quisiera asimilar el crecimiento del *cenobio* en el género *Palæodictyon* al desarrollo estudiado por Vaucher para el *Hydrodictyon*, lo cual arrastraría como consecuencia el considerar que los *Palæodictyon minutum*, *Strozzii* y *majus* eran sólo distintas edades de una especie, jamás podría reunirse a ellas el *P. giganteum*, porque pertenece a una serie de tipo completamente distinto.

Los dos ejemplares figurados han sido recogidos por mi amigo y compañero D. Pablo Fábrega en los llanos al Oeste de

Antas, provincia de Almería, y en la Escuela de Ingenieros de Minas existe un ejemplar algo borroso de una *var. minor*, que hay que referir a la especie *giganteum* por el grueso de las mallas, aunque su diámetro sea relativamente pequeño; aproximadamente el mismo de mi figura 16. La localidad de su marbete es *Almería*.

PALÆODICTYON GOMEZI Azpeitia, n. sp.

Lám. IX, fig. 20.

La red de esta nueva especie está formada por exágonos de insospechada magnitud, tan extraordinariamente grandes, que los lados de cada polígono alcanzan por término medio de 32 a 33 mm. de largura (alguno llega a 40 mm.) y su grueso, bastante uniforme, suele ser de unos 2,5 mm., lo cual quiere decir que son muy delgados en proporción a la longitud.

El gran tamaño de este interesante fósil permite apreciar bien la desigualdad de los elementos que lo integran, resultando sus exágonos algo irregulares. En el dibujo pueden medirse 12 ó 13 de esos lados; sumadas sus longitudes y dividido el resultado por el número de sumandos, se obtiene para media diferencial 32,75 mm., que daría para diámetro de las mallas (en el supuesto de regularidad absoluta) 65,5 mm., que es la dimensión aproximada de la areola central completa de mi fotografía.

El ejemplar fué encontrado en el Flysch (Cretáceo?, Eoceno?) entre Zarauz y Guetaria (Guipúzcoa), por D. Joaquín Gómez Llarena, Catedrático del Instituto de Gijón y entusiasta naturalista, que en el mes de agosto de 1929, hallándome yo veraneando en la primera villa antes citada, me comunicó haberlo visto en lo alto de los acantilados que bordean la carre-

tera que una esas poblaciones. Juntos fuimos a examinarlo, ascendiendo por una torrentera casi inaccesible, en la que muy cerca de la cabeza yacía un gran bloque desprendido de la masa montañosa, el cual contenía el preciado fósil. Fué preciso enviar dos canteros con las herramientas necesarias que pudieron arrancar el trozo figurado, y otro más incompleto. Ambos se conservan hoy en las colecciones del Instituto Geológico de España.

El relieve de las mallas de la red, algo desgastado por el roce, tiene un color ocráceo sucio que lo destaca bastante bien del gris más o menos oscuro de la roca; pero ambos tonos tienen casi el mismo valor fotogénico, y en la fotografía directa se ha desvanecido algo el dibujo en ciertos puntos, lo cual ha obligado a retocarlo un poco, a título de una restauración moderada, para dar una idea más completa, pero siempre guiado por los indicios existentes en la piedra de una manera indudable.

La especie está dedicada al descubridor del ejemplar.

CYLINDRITES SUBMONTANUS *Azpeitia*, n. sp.

Lám. X, fig. 21 B.

Fronde, repetidas veces e irregularmente dicotomo-ramosa, ramas cortas y moderadamente curvas, cilíndricas, 1 $\frac{3}{4}$ mm. de diámetro.

Es un organismo de constitución muy sencilla, y variable sin sujeción a reglas determinadas, así es que la falta de caracteres no permite una descripción larga y detallada, pues en todo caso serviría más bien para suscitar dudas.

Su nombre alude al parecido con el *Cylindrites montanus*

publicado por Heer en «*Die Worweltliche Flora der Schweiz*», año 1877, pág. 159, lám. LXVIII, fig. 11, especie del Flysch que el propio autor dice que tiene afinidad con el *Cylindrites vermicularis* del mismo Heer (l. c., pág. 115, lám. XLV, figuras 12 y 13), fósil del Jurásico; semejanza que podría convertirse en igualdad sin gran violencia, a pesar de la distinta edad geológica de las petrificaciones.

Prescindiendo de la forma del Jura (por el terreno en que se ha encontrado), hay que separar mi nueva especie del *Cylindrites montanus*, porque en este último las ramificaciones son en número bastante menor, están mucho más alejadas unas de otras, dando al conjunto un aspecto diferente, sin llegar a perder la analogía necesaria para continuar incluido el organismo dentro de la misma denominación genérica.

En el pedazo de roca que he figurado, está contenido el *Cylindrites* nuevo desde la letra B hacia abajo. La letra A sirve para designar el punto donde hay un pequeño trozo del *Helicolithus Fabregæ* Azp., n. sp.

Recogido el ejemplar entre Guetaria y Zumaya, en el Flysch característico.

HELMINTHOPSIS SINUOSA *Azpeitia*, n. sp.

Lám. XIV, fig. 24 B.

Fronde simple, muy larga, cilíndrica, 2,5 milímetros de diámetro, toda ella flexuosa, con las inflexiones a uno y otro lado muy semejantes, y siguiendo generalmente una orientación constante; sólo como excepción se observa alguna dobladura o cambio de dirección.

Se trata de una forma abundante y siempre con caracteres idénticos, recogida en el Flysch no lejos de Zumaya. En el

Instituto Geológico se conservan unos cuantos ejemplares, todos con el mismo aspecto y difíciles de confundir con los otros fósiles de ese horizonte.

En cambio, su afinidad es grandísima con la *Helminthopsis labyrinthica* Heer, del Jura, publicada por ese autor en «*Die Worweltliche Flora der Schweiz, año 1877*», pág. 116, lámina XLVII, fig. 4. Aparte de la mayor antigüedad de esta última especie, se distingue bien de la *sinuosa* por ser más contorneada en distintas direcciones y más irregular en sus inflexiones, pero genéricamente deben ir reunidas por el aspecto del conjunto y la propia definición del género que hace Heer en la mencionada página 116.

Debo hacer la confesión de que ambos organismos, y entre ellos muy especialmente el que ahora publico como nuevo, me cuesta mucho trabajo aceptar que sea un vegetal y no la pista o huella de un incógnito animal; pero quede así provisionalmente, y con el tiempo y más investigaciones podrá decirse la última palabra en el asunto.

HELMINTHOPSIS ? CONCENTRICA Azpeitia, n. sp.

Lám. XII, fig. 23.

He aquí un organismo de conjunto bien típico y que, sin embargo, es problemático por todos los conceptos imaginables.

No sabía a qué género referirlo, porque se aproxima a varios y no concuerda con ninguno. Por otra parte, no me seducía la idea de crear un nuevo nombre genérico para un fósil tan dudoso, y voy a dar la razón que me ha decidido a clasificarlo aquí.

Al fundar el género *Helminthopsis*, Heer, en la página 116

de la obra mencionada en la especie anterior, da la siguiente diagnosis:

«*Frons simplex, valde elongata, fistulosa, cylindrica, gyrosa.*» A continuación describe tres especies nuevas, todas pertenecientes al Jurásico, que por cierto tienen poca semejanza con mi figura 23, pero me parece indudable que esta última encaja mejor, o por lo menos igual, en la frase latina que las tres formas de Heer. Podrá objetarse que esas son especies jurásicas y la *concentrica* es del Flysch, pero lo mismo sucede con la *sinuosa* y de ésta nadie se atreverá a negar la afinidad indudable con la *H. laberyntica* de Heer.

Por otra parte, tengo que repetir en la especie *concentrica* las mismas reservas que hice en la *sinuosa*, quizás sólo por intuición, sin poder alegar un fundamento serio; pero es lo cierto que a mí me parecen estas impresiones de origen animal mucho mejor que atribuir las a vegetales. Partiendo de esta hipótesis, su situación en un determinado género forzosamente ha de ser provisional y transitoria.

Pero meditando en consonancia con esta opinión, podría interpretarse esta impronta producida por un animal que había encontrado alimento de su gusto en el punto que representa la fotografía, y durante su comida había trazado círculos concéntricos, renovando constantemente su pasto.

Sin prejuzgar su origen vegetal o animal, véase su descripción:

Impronta en forma de cordón, de diámetro medio entre dos y tres milímetros, simple, o sea careciendo en absoluto de ramificaciones, desarrollándose en círculos concéntricos bastante irregulares y con frecuentes interrupciones no sujetas a regla alguna. En el ejemplar se cuentan nueve o diez círculos, separados como cosa de un centímetro uno de otro, y se indican estas cifras sólo para dar una idea aproximada, pues como

todos los elementos de este fósil son irregulares e incompletos, es imposible fijar los datos con toda precisión.

Procede el ejemplar del Flysch, en una torrentera a dos o tres kilómetros de Zumaya.

El único fósil que yo conozco que tenga algún parecido con éste, es la fototipia número 1 de la lámina XLVI en la obra póstuma de Nery Delgado, titulada «*Étude sur les foss. des schistes a Nereites de San Domingos et des schist. a Nereites et a Graptolites de Barrancos*», Lisboa, 1910. De todas suertes, aparte de su edad geológica mucho más antigua, los círculos no son concéntricos sino que se cortan unos a otros, son continuos sin ninguna interrupción y el aspecto de su conjunto es completamente distinto. Además, esa lámina carece en absoluto de explicación y, por consiguiente, no hay nombre ni otros datos referentes a ella.

HELICOLITHUS, n. gen., Azpeitia.

La etimología del nombre define el género. *Hélice de piedra*, porque efectivamente se trata de un organismo fosilizado que tiene la forma de un pequeño tirabuzón convertido en piedra. Como a continuación publico dos especies con figuras, en ellas se verán los detalles necesarios.

HELICOLITHUS SAMPELAYOI Azpeitia, n. sp.

Lám. IV, fig. 11.

Lám. XIII, fig. 24 A.

En ciertas algas confervoides microscópicas se presentan con alguna frecuencia formas heliciformes más o menos regularmente rodeadas de una materia gelatinosa; entre ellas, debo

hacer especial mención de la *Spirulina oscillarioides* Turpin, a la cual asigna *Kützing* en *Species Algarum*, página 236, un espesor de $\frac{1}{1200}$ de línea al delgadísimo pelito que forma esta alga de las aguas estancadas, y de $\frac{1}{700}$ a $\frac{1}{600}$ de línea al diámetro de la espira en la elegante y muy regular hélice de esta especie. No conozco la primera figura que dió el propio *Kützing* en su *Tabulæ phycologicæ* (Nordhausen, 1849-69), página 26, lám. XXXVII, fig. 8.^a, pero he tenido que consignar todos esos datos que acreditan la pequeñez de tal planta porque es la única circunstancia que impide identificarla con el fósil que ahora describo y represento como género y especie nuevos.

En «*Micrographic Dictionary*», por J. W. Griffith and Arthur Henfrey, pág. 718, lám. VII, fig. 15, consta un filamento de la *Spirulina oscillarioides* con la ampliación de 500 diámetros, del cual, olvidando por un momento que se tratara de un dibujo tan enormemente agrandado, y suponiéndolo de tamaño natural, *podía representar perfectamente el Helicolithus Sampelayoi*.

Ahora bien: como entre mis ejemplares fósiles hay alguno casi de doble dimensión que la figura 15 mencionada, yo no creo que puedan considerarse ni siquiera próximos dos organismos, que aunque tengan igual silueta, sea el volumen del uno mil millones de veces mayor que el otro.

DESCRIPCIÓN. — Filamento heliciforme muy largo y con gran número de espiras (en el de la fig. 11, que no se ven ninguno de los extremos por estar rota la roca, se cuentan con cierta duda cerca de 40). El espesor de dicho filamento, bastante difícil de medir con exactitud, puede suponerse que es de un milímetro aproximadamente, y el diámetro de la espira de 2,5 mm. a tres; el paso de la hélice es algo variable, porque no se trata de un cuerpo completamente rígido, y puede presentarse más o menos estirado, como sucede en los resortes

helicoidales de alambre, pero puede tomarse como promedio de diversas mediciones, de 2,5 a 3 milímetros, es decir, igual al diámetro.

La especie está dedicada a mi amigo y compañero D. Primitivo Hernández Sampelayo, distinguido y entusiasta geólogo, que ha recogido algunos de los materiales que me han servido para este estudio.

OBSERVACIONES. — No cabe duda de que se trata de un organismo en forma de hélice, aunque al primer golpe de vista, sobre todo en algunos puntos, simule una línea quebrada en zigzag repetido; pero mirando con atención, se aprecia en muchísimos puntos el relieve de la tal curva, con una parte de la espira elevada sobre la superficie de la roca y la región contraria más profunda. Precisamente en la figura 11 de mi lámina IV, se aprecia lo que acabo de indicar, pero donde se pone de manifiesto de una manera completamente evidente, es en varios puntos de la lámina XIII, figura 24 A, y muy principalmente hacia el centro de la gran placa cuadrangular, donde hay en dirección diagonal una hélice compuesta por cuatro o cinco vueltas de espira, en las que se distingue admirablemente la curvatura en el espacio (y no plana) de esta curiosa petrificación.

En otros puntos de la misma placa, y también en distintos ejemplares que tengo a la vista, no se aprecia más que la mitad de la hélice, cual si ésta hubiese sido cortada longitudinalmente por un plano que pasara por el eje del cilindro que la contiene. En este caso sólo quedan del zigzag los lados de una dirección, y esto podría explicarse por el grado de hundimiento del organismo en el lodo blando.

El trabajo de Nery Delgado sobre los fósiles de las pizarras con *Nereites* y con *Graptolites* de Portugal, obra póstuma incompleta, contiene muchas láminas y figuras que carecen en absoluto de texto, pero en varias de las fotografías aparecen or-

ganismos fosilizados, bastante parecidos a la forma que se acaba de mencionar del *Helicolithus* cuando no muestra más que los lados de una sola dirección del zigzag. Puede señalarse a este fin la figura 2.^a de la lámina X, que en el texto consta como representante del *Lophoctenium Richteri* (1), pero en el gran trozo de pizarra existen en la mitad superior unas cuantas impresiones, que comparadas con algunas de las de mi figura 24 A, se aprecia desde luego cierta semejanza; por más que el examen de otras huellas algo mejor marcadas en el mismo ejemplar, deja sospechar que se trata de pistas de *Nereites* borradas en parte. De todas suertes, la muy diferente edad geológica, hace que no entre en más detalles para señalar diferencias.

Por fin, buscando afinidades en organismos que hubiera alguna probabilidad de poder referir a ellos el *Helicolithus*, se observa en determinadas *Hydromedusas* (por ejemplo, género *Physalia*) que de su flatador cuelgan, entre otros apéndices, cierto número de filamentos pescadores que tienen la forma de hélices más o menos regulares. La circunstancia de ser órganos delicados y blandos, no excluye la posibilidad de formar improntas en los estratos del Flysch, como lo demuestra la presencia de la *Lorenzina apenninica* en esos bancos. En cambio, llama la atención la extraordinaria abundancia de tales impresiones en los varios ejemplares recogidos por mí, al mismo tiempo que resultaría también chocante que ninguno de los

(1) Considerado como un Graptolito próximo al género *Dendrograptus*, porque en ciertas figuras, y principalmente en la esquemática al trazo de la lám. V, fig. 6.^a, se ve bien el canal común lateral que une las células. En el gran trozo de pizarra que representa la fig. 2.^a de la lám. X, se ve un pequeño grupo de este fósil (situado en la parte inferior de la izquierda), pero en el resto de la roca hay otras improntas, y entre ellas, una muy esfumada, también en la parte inferior y bastante a la derecha, en la que me ocuparé en la segunda especie de *Helicolithus* que aparecerá a continuación.

otros apéndices y elementos que integran el animal hubieran dejado la menor huella de su existencia.

Por estas razones, me parece más lógica la naturaleza vegetal del *Helicolithus*, y aun cuando ya he hecho constar la enorme diferencia de tamaño con la *Spirulina*, podría quizás considerarse como un gigantesco antecesor de ella, caso análogo al que se presenta en las Diatomeas, donde el género *Bactryllum* del *Triás* (1) contiene alguna especie que excede algo de los 4 mm., mientras que hay formas de *Navicula*, *Achnanthes*, etc., vivientes y fósiles en el *terciario*, que sólo miden 2 micras.

Encontrados los ejemplares a no larga distancia de Zumaya.

HELICOLITHUS FABREGÆ Azpeitia, n. sp.

Lám. III, fig. 10

Lám. X, fig. 21 A.

Si se confiara en la primera impresión, quizás alguien supusiera que este fósil era una variedad o un pequeño individuo del *Cylindrites zickzack* Heer (2); pero examinado con atención se ve que no se trata de un cilindro bien calibrado que se quiebra varias veces en zigzag adaptado a un plano, sino que, como en la especie anterior (aunque no aparece con tanta claridad), es un cordoncillo o *funículo* arrollado en *hélice*, que por estar subordinada a un cilindro de mayor diámetro, el aplastamiento sufrido por la presión entre dos estratos ha hecho que se acumule más materia en los puntos correspondientes a los

(1) Véase Azpeitia, *La Diat Españ. en los Com. del siglo XX*, pág. 6.

(2) *Die Vorweltliche Flora der Schweiz*, von Dr. Oswald Heer, Zürich, 1887, pág. 159, lám. LXVIII, fig. 10.

ángulos entrantes y salientes, lo cual irregulariza algún tanto las vueltas de espira.

En el *Cylindrites zickzack*, además de su mayor tamaño, tiene los lados de la línea quebrada rectilíneos, cilíndricos, de igual diámetro en toda su longitud, los ángulos sensiblemente agudos y terminados por un diminuto apéndice o *pezoncito*, que se prolonga hacia fuera en la dirección de la bisectriz.

En mi figura 21 A, donde sólo se conservan un par de espiras (quizás no completas), se desprenden de la masa de los vértices una especie de cortos apéndices terminados en punta, muy oblicuos (en lugar de ser prolongación de la bisectriz), que parecen más bien debidos a la casualidad, puesto que en la figura 10 no existen, y que de todas suertes no tienen ninguna semejanza con los pezoncitos del *Cylindrites zickzack*.

Se debe recordar respecto a las pistas, improntas y organismos problemáticos, que hay cierto paralelismo entre los observados en el *Flysch* y los que existen en otras épocas anteriores, desde el *Paleozoico*, inclusive.

En una nota insertada por mí en la especie anterior, he aludido a la figura 2.ª de la lámina X, de la clásica obra póstuma de Nery Delgado, donde en el mismo trozo de pizarra paleozoica aparecen fotografiados diferentes organismos, y entre ellos, cerca del borde inferior de la roca, y bastante a la derecha, se ve en posición casi horizontal (ligeramente inclinada) un organismo en *hélice* perfectamente regular, aunque algo borrosa. Su tamaño es aproximado al del *H. Fabregæ*, pero su curvatura está mucho mejor definida como *hélice*, por cuya razón hay que considerarlo como un verdadero y típico *Helicolithus* que denomino *H. Delgadoi* Azp., porque no se menciona en el texto ni con nombre ni sin él, o por lo menos yo no lo he encontrado.

Es una especie que tiene afinidad con el *H. Fabregæ*, pero se distinguen perfectamente porque el *H. Delgadoi* está forma-

do por un cordón o funículo de igual diámetro todo él, el paso de su hélice es menor y su edad geológica mucho más antigua.

La posición genérica del *H. Fabregæ* la considero bastante litigiosa, pero yo rehuyo alargar la lista de nombres en Historia Natural, y por eso lo incluyo en este género sin estar bien convencido de que es su verdadero sitio, así como su diferencia específica está fuera de toda duda según mi criterio, pues no puede unirse a ninguna de las otras formas conocidas.

La especie está dedicada a mi amigo y compañero D. Pablo Fábrega, que ha sido durante bastantes años Profesor de Geología en la Escuela especial de Ingenieros de Minas.

Ya queda indicado anteriormente, al tratar del *Cylindrites submontanus*, que el trozo de roca que contiene la figura 21 A fué recogido en el Flysch, entre Guetaria y Zumaya.

El ejemplar de la figura 10, lo encontró el Sr. Gómez Llarrea en Zarauz, casi junto al punto donde halló el gigantesco *Palæodictyon Gomezi*.

MÜNSTERIA BICORNIS Heer.

Lám. XVI, figs. 29 y 30.

Lám. XVII, fig. 31.

1877. — *Münsteria bicornis* Hr. — *Die Vorweltliche Flora der Schweiz*, página 165, lám. LXVI, fig. 1 b y 2.

1919. — *Münsteira bicornis*. — Kindelán, «El Cretáceo y el Eoceno de Guipúzcoa.» (En el *Bol. del Inst. Geol. de Esp.*, t. XL, XX de la 2.ª serie), pág. 31, nombre solo.

Heer define esta forma del Flysch, con la breve frase siguiente:

«*M. fronde simplici, valde flexuosa utrinque circinatim involuta, striis transversis obsoletis.*»

De las dos figuras que da, la 1 b, representa una de las dos ramas solamente, bastante arrollada en espiral y comparable a mi figura 31, aunque esta última es algo mayor.

La figura 2 de Heer, representa un ejemplar completo, con sus dos ramas o cuernos, que en conjunto toman la forma de una U bastante abierta, en la que sus dos extremidades terminan arrollándose en espiral hacia fuera.

Bueno es advertir que los dibujos originales parecen bastante amanerados, y que el último carácter de la diagnosis «*striis transversis obsoletis*», está tan borrado en mis ejemplares que las tales *estriás* han desaparecido por completo.

Mi figura 29 se aproxima bastante por su forma general a la 2 de Heer, diferenciándose en que la primera es un poco más gruesa y su rama inferior no llega a formar espiral completa, como la superior.

En la figura 30, de la lámina XVI, se representa otro ejemplar, que obedeciendo a idéntica ley de curvaturas, se irregulariza la forma, llegando a tocarse las dos ramas. En la misma placa de roca de esta figura 30, se ve en la parte superior, limitada por la rotura del ejemplar, que había otra *M. bicornis*, de la que no quedan más que pequeños fragmentos.

Aunque no hay identidad absoluta con los dibujos de Heer, creo que mis figuras no pueden referirse a otro organismo.

En cuanto a la naturaleza de tales petrificaciones, no rechazo que puedan proceder de vegetales, pero tampoco estoy convencido de que lo sean, porque creo que admiten distintas interpretaciones, y entre ellas, sin ser verdaderos *coprolitos*, podrían considerarse como contramoldes de impresiones de los excrementos de algún animal no conocido por ahora.

Recogí abundantes ejemplares aquí y allá en el Flysch, principalmente entre Guetaria y Zumaya.

HALYMENTITES SUBLUMBRICOIDES Azpeitia, n. sp.

Lám. XVIII, fig. 32.

Heer, en la obra repetidas veces citada en las especies que anteceden, trata del *H. lumbricoides* en la página 166, lámina LXIV, figuras 11 y 12, aplicándole como sinopsis: «*H. fronde cylindrica 2-4 milímetros lata, simplici, flexuosa, sporangiis densissime repleta.*»

Durante algún tiempo he considerado mi ejemplar como variedad de la especie *lumbricoides*, pero después de maduro examen, y teniendo en cuenta que en organismos tan sencillos y con tan pocos caracteres, la variación de los principales debe tomar mayor importancia, me he decidido a denominar esta nueva forma, relacionándola hasta en el nombre con su similar más próximo.

Se diferencian estas dos especies, a pesar de su afinidad, en que la *sublumbricoides* es bastante más gruesa, pues mide su diámetro de 5,5 a 7,8 milímetros, y su escultura es completamente distinta, pues mientras en el *H. lumbricoides* simula el dibujo un empedrado irregular que cubre totalmente el tallo, en la nueva especie, examinada con un lente, se ven numerosas arruguitas cortas y oblicuas, que se entrecruzan en dos direcciones, dando por resultado una ornamentación poco marcada, pero con carácter propio.

También este organismo me parece problemático, y procede del Flysch en las inmediaciones de Zumaya.

HELMINTHOIDA CRASSA Schafhäütl.

1877. — *Helminthoida crassa* Schafh. — Heer, *Die Worweltliche Flora der Schweiz*, pág. 167, lám. LXVIII, figs. 1.^a-5.^a

No doy figura de esta forma por no haber visto ningún ejemplar típico procedente de España, pero me ocupo en su estudio a causa de haberse citado en el Flysch de la costa Cantábrica, y porque es discutible su naturaleza vegetal y será preciso relacionarla con las otras formas comprendidas bajo la misma denominación genérica.

Heer, en el lugar citado, da para ella la diagnosis siguiente:

«*H. funiculis 1 1/2 — 4 mm. latis, parte interna circinatim convolutis, parte externa inflexis.*»

Como aclaración a esta corta descripción, después de examinadas todas las figuras que se citan, puede agregarse que el funículo que integra este organismo describe una trayectoria de ida y vuelta repetida muchas veces, pero siempre seguida, sin inflexiones intermedias, las cuales se presentan únicamente en los extremos, en donde cambia el sentido de la marcha, conservando en el resto cierto *paralelismo curvilíneo* que hace que la parte cóncava de la no pronunciada curvatura del funículo esté orientada en el mismo sentido en todas las vueltas. Las excepciones a todo esto son raras.

Compárense los dibujos de Heer con la figura 5 de la lámina III de la obra póstuma de Nery Delgado tantas veces mencionada (1), que en la página 56 del texto se refiere con

(1) Prescindo de las indicaciones del texto, donde consta que esta pista no tiene relieve alguno y que se presenta en una superficie de fractura reciente que no corresponde al crucero de la pizarra, sino al interior de la roca, etc., etc. Nada de esto tiene importancia ni relación con la silueta de la pista, que es a lo que yo me refiero en esta ocasión.

interrogante a *huella de gasterópodo*, y se verá que es innegable la analogía de las figuras 1 y 3 de Heer, con la supuesta pista de gasterópodo que ahora se ha comparado.

Viene a robustecer esta hipótesis, aunque sólo de una manera indirecta, pues no hay paridad completa en ambos casos, uno de los muchos e interesantes estudios que modernamente se están publicando en alemán en la revista *Natur und Museum*, de Franckfurt. Me refiero a un trabajo del Dr. W. E. Ankel que apareció en el tomo LIX, número de febrero de 1929, página 95, que trata de las huellas de un gasterópodo pateloide (el *Helcion pellucidum* Linné) que se mantenía viviente en un acuario de cristal del Instituto Zoológico de Giessen: al comer de las microscópicas algas que recubrían los cristales de su cárcel, dejaba una zona más o menos estrecha y serpenteante en la que cada uno de sus trozos están todos arqueados en la misma dirección. Como por procedimientos especiales pudo reproducir fotográficamente este hecho, en su figura 1 intercalada en el texto (pág. 95), se comprueba indubitablemente que el animal, al pastar, seguía un itinerario en un todo conforme con la figura de la *Helminthoida crassa*, si bien el tamaño y naturaleza de ambas impresiones son bien diferentes, puesto que debieron producirse por causas distintas, la última quizás sólo por el arrastre del animal por un suelo blando, y la del acuario porque las pequeñas plantas adheridas al cristal eran arrancadas por la radula del gasterópodo.

En el mismo artículo se recuerda (pág. 96) que Richter indica ya que el caracol de agua dulce *Lymnaea* produce en el acuario figuras análogas cuando padece en las paredes algosas. Lo mismo sucede también con la *Melanopsis Dufouri* Fer., de cuyo caso da Ankel el fotograbado número 3 en la página 97.

De lo expuesto deduce ese autor que moluscos distanciados en parentesco dejan huellas análogas al buscar su alimento, y esta conclusión me parece que podría ampliarse al caso en

que el animal hubiera de arrastrarse en un suelo blando, y entonces, si su pie era más o menos estrecho podría quedar una impronta idéntica a la *Helminthoida crassa*. Esto no es una afirmación, pero es una hipótesis que, a mi modo de ver, tiene tanta o más fuerza que la idea de que esa petrificación represente un vegetal.

HELMINTHOIDA LABYRINTHICA Heer.

Lám. VII, fig. 17.

Lám. XV, fig. 28.

1877. — *Helminthoida labyrinthica* Hr. — *Die Worweltliche Flora der Schweiz*, página 168, lámina LXVIII, figuras 6.^a a 9.^a — (Con la referencia bibliográfica que no he podido consultar. «Heer, *Urwelt der Schweiz*, página 246, taf. X, figura 12.»)

DIAGNOSIS DE HEER. — *H. funiculis* $\frac{1}{2}$ — 1 mm. latis, gyris plerumque valde approximatis.

Se trata de una forma que presenta grandes afinidades con la anterior, de la cual está insuficientemente deslindada por su autor. Hay que prescindir de las figuras 7 y 8 por su exiguo tamaño, que no permite apreciar la forma del conjunto donde residen los pocos caracteres distintivos que hay.

Desde luego, en cuanto a la interpretación de la verdadera naturaleza del organismo, todo lo dicho en la especie anterior tiene aplicación aquí; por tanto, la considero forma tan problemática como aquélla.

He hecho resaltar en la *Helm. crassa* que los trozos del funículo entre los cambios de dirección eran seguidos, sin inflexiones intermedias y conservando cierto paralelismo en la pequeña curvatura de las vueltas. En realidad, esta es la única diferencia que separa las dos especies. En la *Helm. labyrinthica*, entre los cambios de dirección no se conserva el parale-

lismo, por la presencia de inflexiones irregulares, a veces tan pronunciadas, que se convierten en dobladuras. Otra diferencia podría deducirse de la diagnosis, la cual dice que las vueltas por lo común son muy próximas; pero el examen de las figuras quita mucha fuerza a este carácter, que no sólo se presenta con bastante variabilidad, sino que en algún caso es francamente contradictorio, como sucede en la figura 4 de Heer en la lámina LXVIII que representa la *H. crassa*, y la figura 9 de la misma lámina, que es la *H. labyrinthica*, estando en la primera las vueltas muy próximas entre sí, y en la segunda doblemente más separadas, o sea todo lo contrario de lo que parece derivarse de las descripciones.

La figura 6 de Heer no presenta gran concordancia con la 9, y dudo mucho que pueda demostrarse la identidad específica de ambas, aunque su autor lo crea así.

En el trabajo del Sr. Kindelán sobre el Cretáceo y el Eoceno de Guipúzcoa, aparece en la fotografía 17 representado un ejemplar que yo considero bien típico de la *Helminthoida labyrinthica* Heer, aunque allí aparece a su pie el nombre de *H. crassa* con interrogante. La figura está ligeramente reducida, pues el trozo de roca que hace muchos años recogí yo cerca de Zumaya mide como cosa de un centímetro más. En el mencionado texto, página 31, se indica que hay muchas más especies de este género, y se señalan como correspondientes a él, aunque sin nombre, las fotografías 18 y 19, que yo interpreto de distinto modo, porque son pistas de cuerpo doble muy parecidas a las *Cruziana*; por ahora prescindo de su estudio porque no tengo ejemplares a la vista de esos *Pseudobilobites*.

Mi figura 17 es otro individuo bien caracterizado de *Helminthoida labyrinthica* Heer, que procede de los «Llanos de Turre», juzgado de Vera, provincia de Almería. Sobre ese trozo de roca hay en varios puntos una delgada incrustación

ferruginosa que manchaba la fotografía de tal manera, que ha sido preciso pintar la superficie de un color gris claro uniforme para que destacara el verdadero relieve del fósil.

La figura 28 de mi lámina XV, es una muestra, aunque bastante mutilada, que se refiere bien a la de Kindelán y a la 17 de que se trata en el párrafo anterior, y fué recogida en las torrenteras que hay entre Guetaria y Zumaya.

HELMINTHOIDA APPENDICULATA Heer

Lám. V, fig. 15 B.

1877. — *Helminthoida appendiculata* Heer. — *Die Worweltliche Flora der Schweiz*, pág. 168, lám. LXVI, fig. 1 a.

«*H. funiculis*, 2 mm. latis, cylindricis, multoties recurvatim inflexis, geniculatis, geniculis appendiculatis.» (Hr., l. c.)

En la figura original, los funículos más largos exceden un poco de los 12 cm., sin contar los apéndices. En cambio, hay uno en la parte alta que sólo mide unos 4,5 cm. Los 2 milímetros de diámetro señalados en la diagnosis se presentan bien escasos en el mencionado dibujo; pero en mi fotografía 15 B, más bien se aproximan a los 2,5 mm., grueso que resulta más exagerado comparado con la longitud de las ramas, que en el ejemplar español no llega la más larga a los 4,5 cm. que tiene la más corta de la petrificación original.

A pesar de estas diferencias, el aspecto del conjunto es tan semejante que no creo que haya nadie que dude en la reunión de estas dos formas.

Al tratar del *Palæodictyon Strozzi* se ha dicho ya que este ejemplar fué encontrado a 500 metros al Sur de la Venta del Chocolate, Bédar (Almería).

Se ha visto que al investigar la naturaleza de las dos espe-

cies anteriores, incluídas en el género *Helminthoida*, se ha emitido la hipótesis de que fuesen pistas o huellas de moluscos. Pues bien: la presencia de los largos apéndices que hay a uno y otro lado de esta forma, son un serio obstáculo para aplicar esa teoría a la especie *appendiculata*, pues no se comprende con facilidad de qué manera se había de mover el animal para seguir esa trayectoria.

Por consiguiente, se deduce que a pesar de la ficticia semejanza de las petrificaciones, quizás se trate de organismos de muy distinto origen, y si así llegara a demostrarse algún día, no podría continuar la *appendiculata* sostenida bajo la misma denominación genérica que la *crassa* y la *labyrinthica*.

Explicación de las láminas.

TODAS EN TAMAÑO NATURAL

Lámina I.

Figs. 1 a 5. — *Hydrodictyon reticulatum* Linn. sp. — Reproducción fotográfica de la lámina LVIII de Hassall. — 1, Fragmento grande del *Cenobio* en tamaño natural. — 2 a 5, varios detalles con diferentes ampliaciones microscópicas, para demostrar la manera de desarrollarse (véase pág. 27).

Lámina II.

Fig. 6. — *Inoceramus Cuvieri* Sowerby. — Fragmento grande de esta bivalva recogido muy cerca de Zumaya (véase pág. 7).

Lámina III.

Fig. 7. — *Lorenzina apenninica* de Gabelli. — Entre Zarauz y Zumaya (véase pág. 18).

Fig. 8. — *Inoceramus* sp. — Molde mutilado de una especie indeterminada, de las cercanías de Zumaya (véase pág. 8).

Fig. 9. — *Palæodictyon minutum* Kindelán. — Entre Guetaria y Zumaya (véase pág. 34).

Fig. 10. — *Helicolithus Fabregæ* Azpeitia, n. sp. — Cercanías de Zarauz (véase pág. 52).

Lámina IV.

Fig. 11. — *Helicolithus Sampelayoi* Azpeitia, n. sp. — Entre Guetaria y Zumaya (véase pág. 48).

Figs. 12 y 13. — *Palæodictyon minutum* Kindelán. — Dos ejemplares procedentes de la carretera de Guetaria a Zumaya (véase pág. 34).

Fig. 14. — *Palæodictyon Strozzi* Meneghini. — Entre Guetaria y Zumaya (véase pág. 36).

Lámina V.

Fig. 15 A. — *Palæodictyon Strozzi* Meneghini. — 500 metros al Sur de la Venta del Chocolate, Bédar, Almería (véase pág. 36).

Fig. 15 B. — *Helminthoida appendiculata* Heer. — Localidad indicada en la fig. 15 A (véase pág. 61).

Lámina VI.

Fig. 16. — *Palæodictyon majus* Meneghini, var. minor. — Entre Guetaria y Zumaya (véase pág. 38).

Lámina VII.

Fig. 17. — *Helminthoida labyrinthica* Heer. — Llanos de Turre, prov. de Almería (véase pág. 59).

Fig. 18. — *Palæodictyon giganteum* Peruzzi. — Llanos al Oeste de Antas, prov. de Almería (véase pág. 41).

Lámina VIII.

Fig. 19. — *Palæodictyon majus* Meneghini. — A dos kilómetros de Zumaya (véase pág. 36).

Lámina IX.

Fig. 20. — *Palæodictyon Gomezi* Azpeitia, n. sp. — Cerca de Zaraus (véase pág. 43).

Lámina X.

Fig. 21 A. — *Helicolithus Fabregæ* Azpeitia, n. sp. — Entre Guetaria y Zumaya (véase pág. 52).

Fig. 21 B. — *Cylindrithes submontanus* Azpeitia, n. sp. — Entre Guetaria y Zumaya (véase pág. 44).

Lámina XI.

Fig. 22. — *Scolicia prisca* Quatrefages. — A kilómetro y medio de Zumaya (véase pág. 9).

Lámina XII.

Fig. 23. — *Helminthopsis ? concentrica* Azpeitia, n. sp. — A dos o tres kilómetros de Zumaya (véase pág. 46).

Lámina XIII.

Fig. 24 A. — *Helicolithus Sampelayoi* Azpeitia, n. sp. — Entre Guetaria y Zumaya (véase pág. 48).

Lámina XIV.

Fig. 24 B. — *Helminthopsis sinuosa* Azpeitia, n. sp. — Bastante abundante no lejos de Zumaya (véase pág. 45).

Lámina XV.

Fig. 25. — *Scolicia prisca* Quatrefages. — Curioso ejemplar de San Sebastián, que es el molde interno de dos galerías que se cruzan excavadas por la marcha subterránea del animal. Para más detalles véase la pág. 9 y también las 15 y 16.

Fig. 26. — *Palæodictyon majus* Meneghini. — Cerca de Guetaria, forma que concuerda bien con la figura de Peruzzi (véase pág. 38).

Fig. 27. — *Palæodictyon giganteum* Peruzzi. — Llanos al Oeste de Antas, prov. de Almería (véase pág. 41).

Fig. 28. — *Helminthoida labyrinthica* Heer. — Ejemplar algo mutilado, pero que puede reconocerse. Procede de las torrenteras entre Guetaria y Zumaya (véase pág. 59).

Lámina XVI.

Figs. 29 y 30. — *Münsteria bicornis* Heer. — Individuos algo deformados como todas las que he visto, y un poco más grueso que el tipo. — Repartidos por todo el Flysch del Cantábrico (véase pág. 54).

Lámina XVII.

Fig. 31. — *Münsteria bicornis* Heer. — Una rama aislada. — Mismo sitio y página (véase pág. 54).

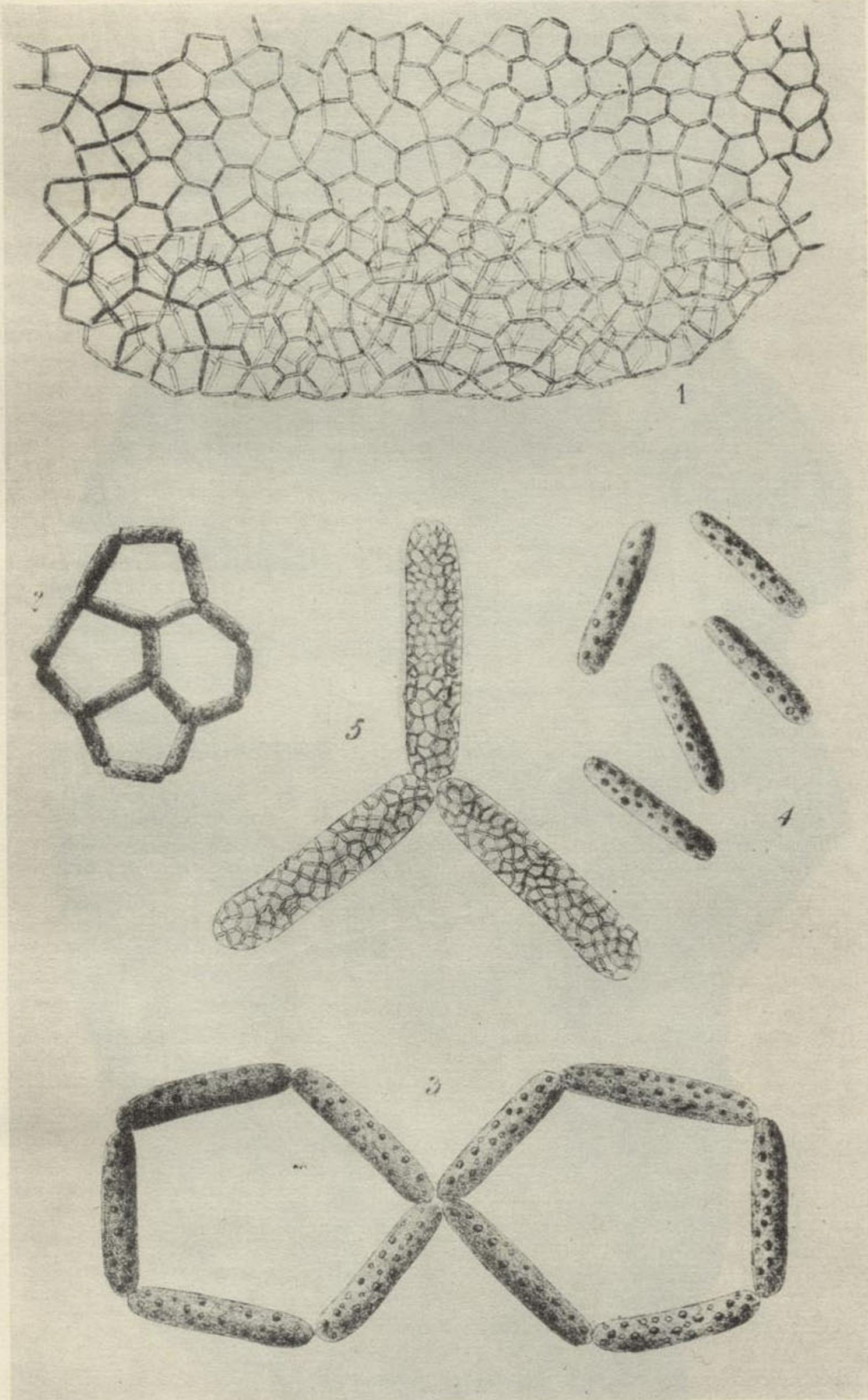
Lámina XVIII.

Fig. 32. — *Halimentes sublumbricoides* Azpeitia, n. sp. — Cerca de Zumaya (véase pág. 56).

Fig. 33. — *Pista de crustáceo?* — Entre Zumaya y Guetaria (véase página 24).

Lámina XIX.

Fig. 34. — *Arenicola?* — Entre Guetaria y Zumaya (véase pág. 26).



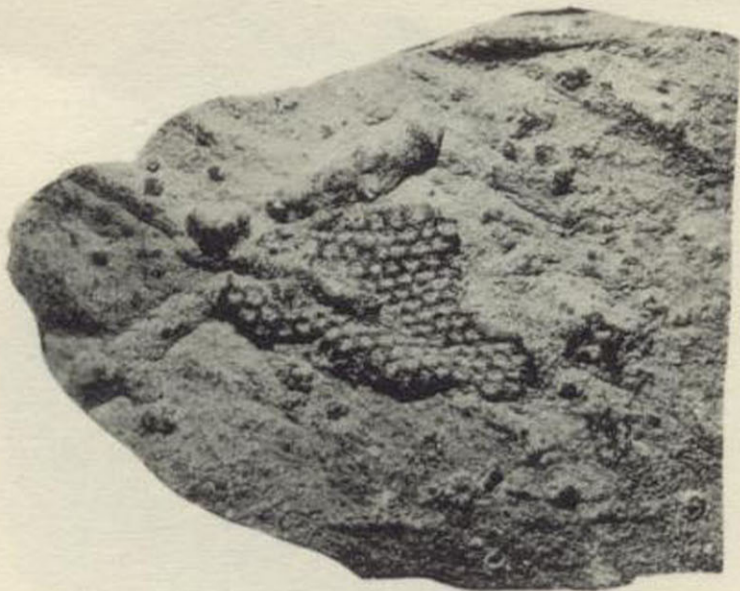




7



8



9



10



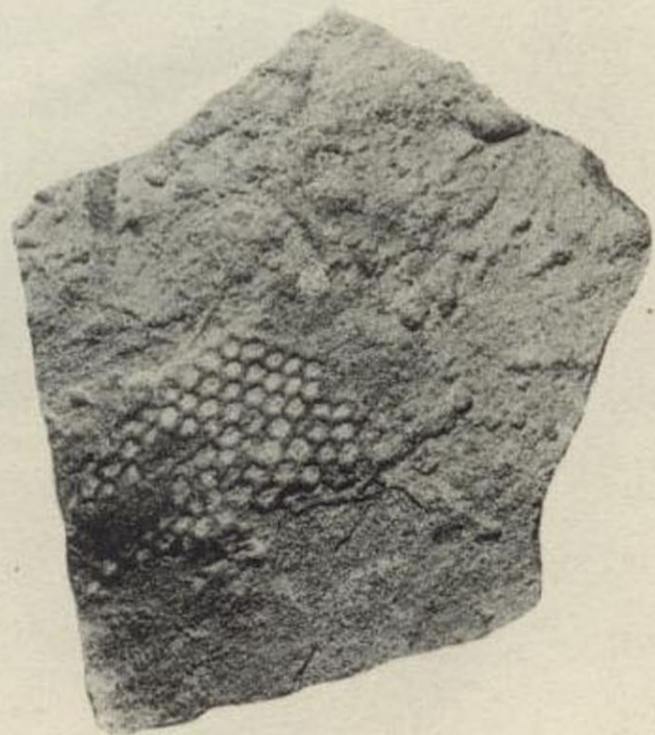
11



14



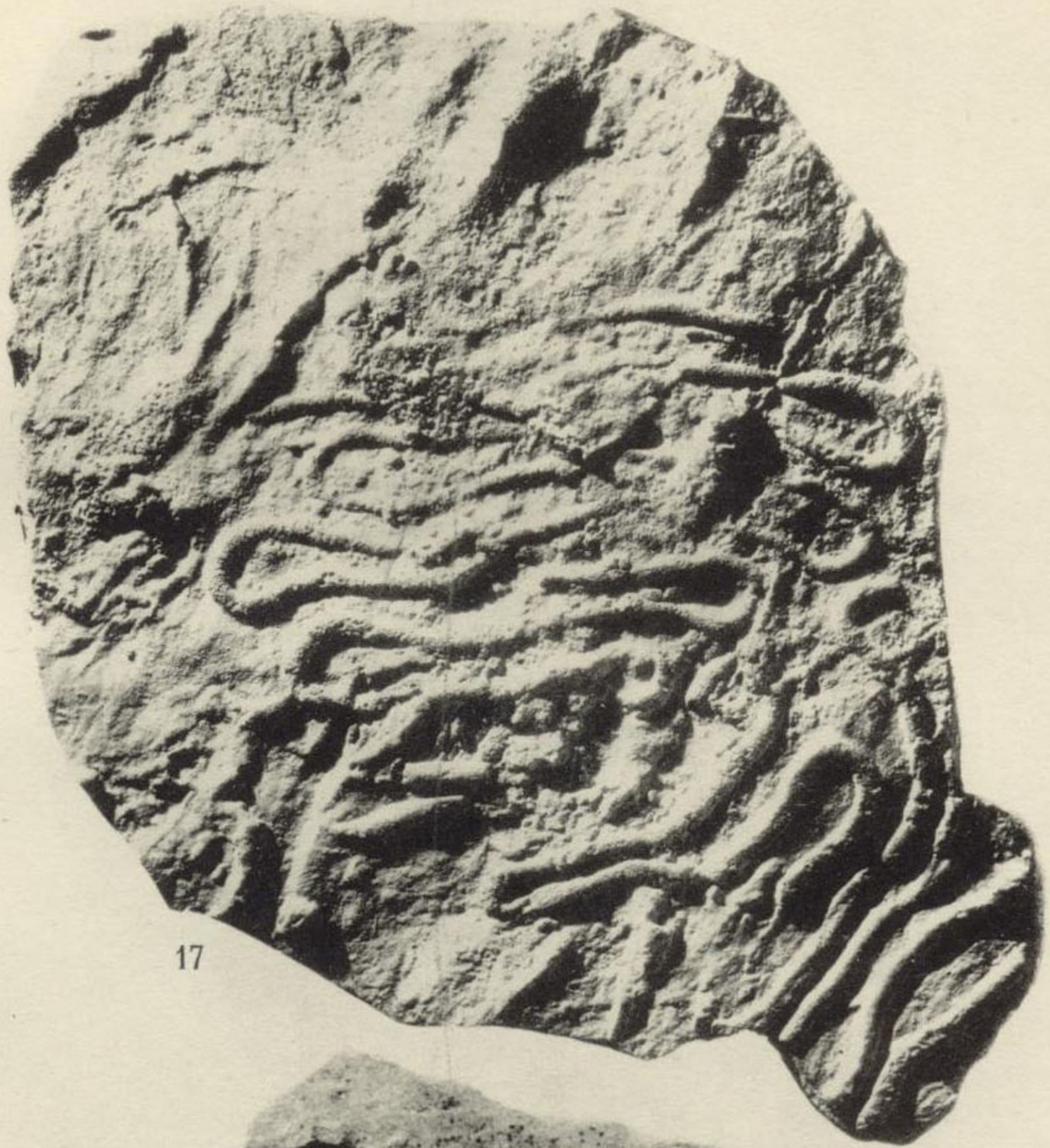
12



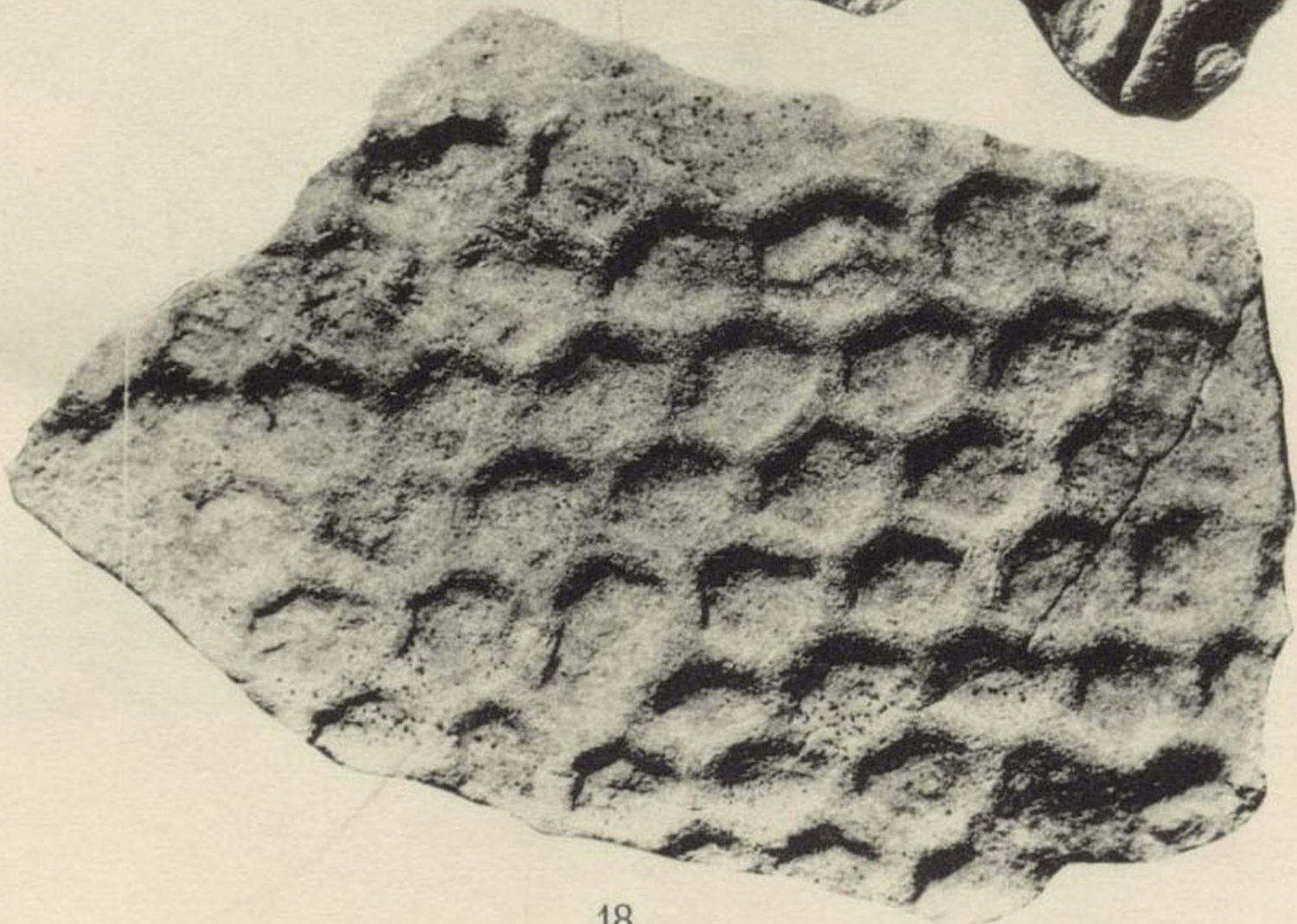
13



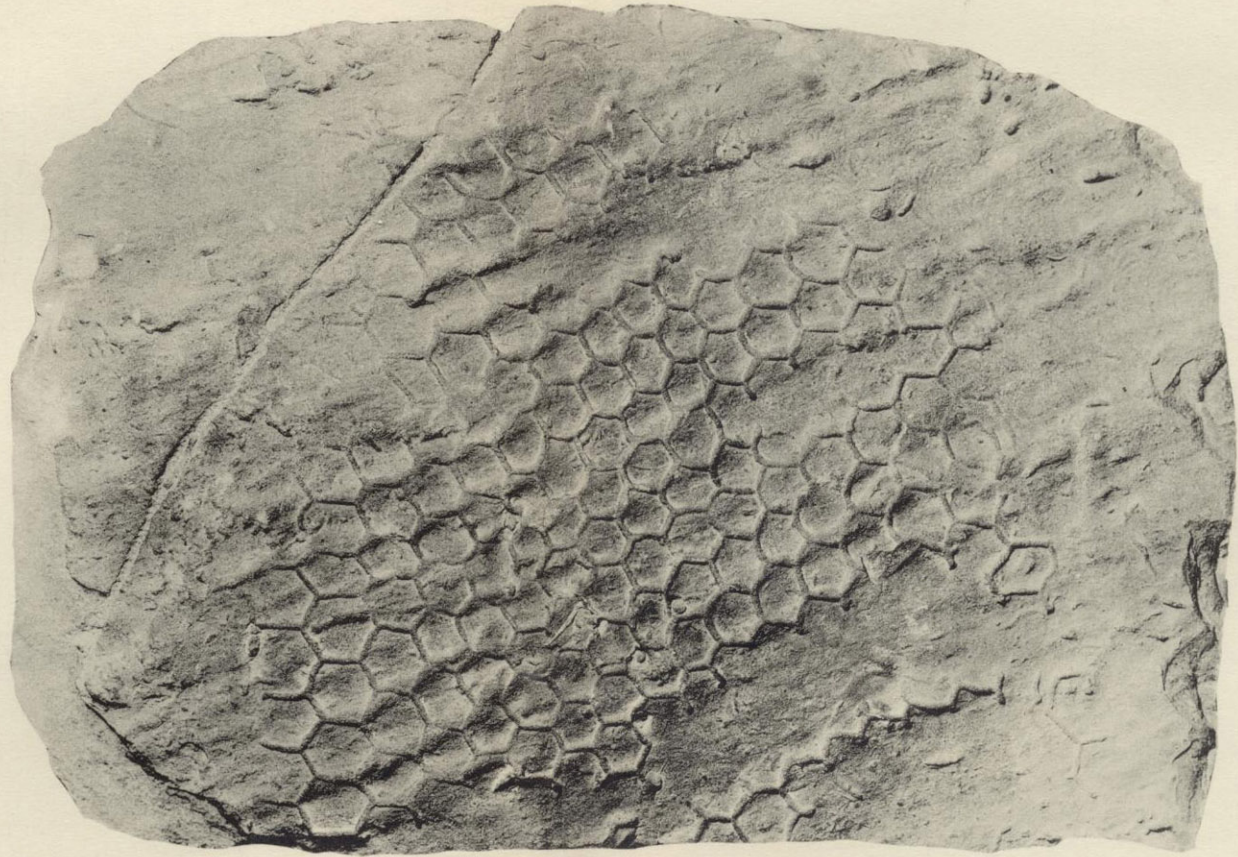




17



18





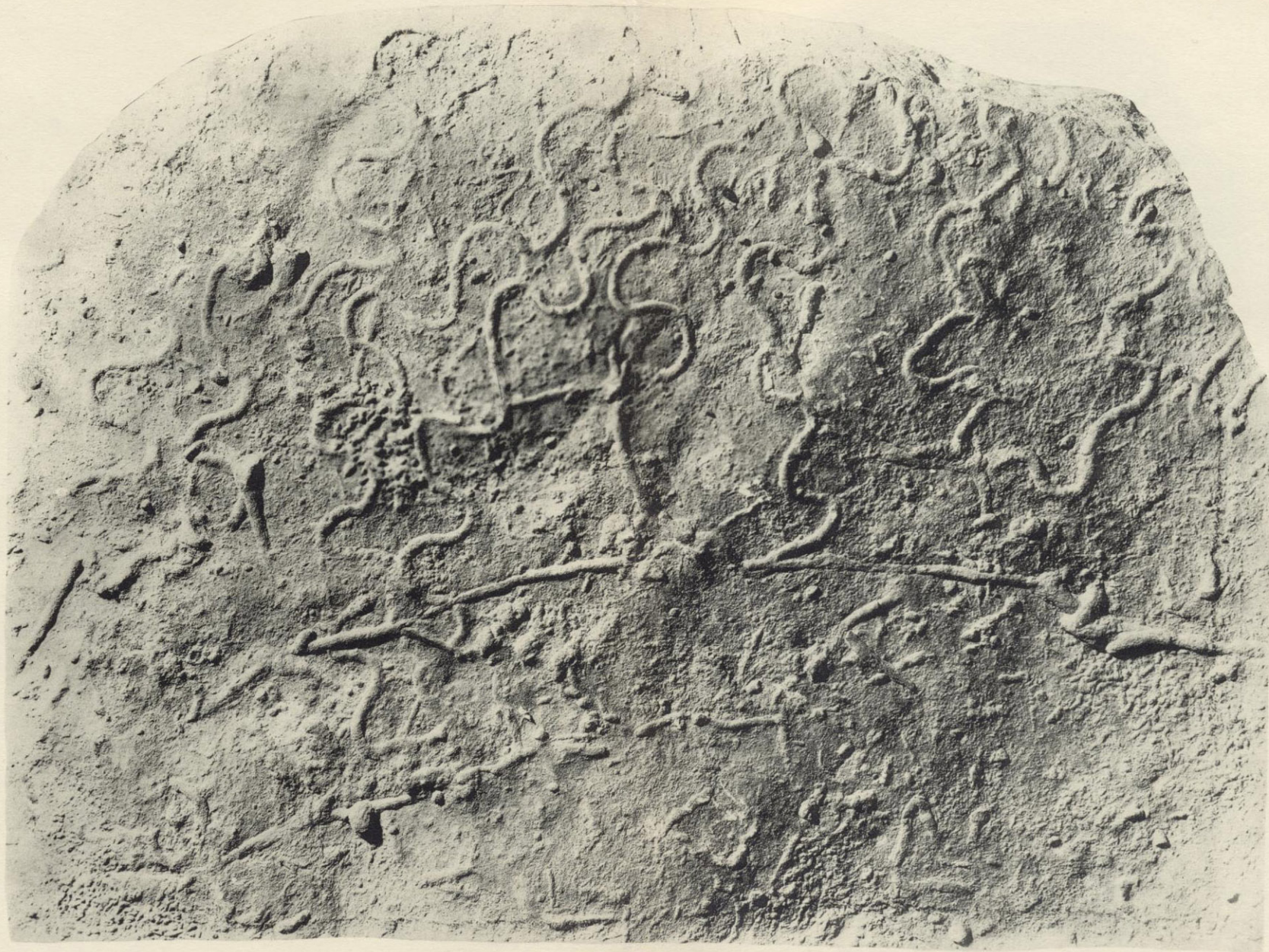








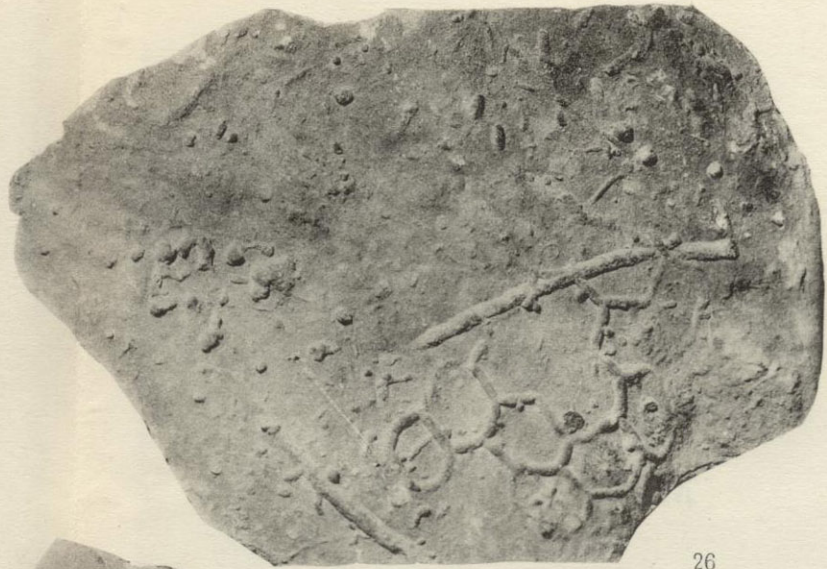
24. A.



24. B.



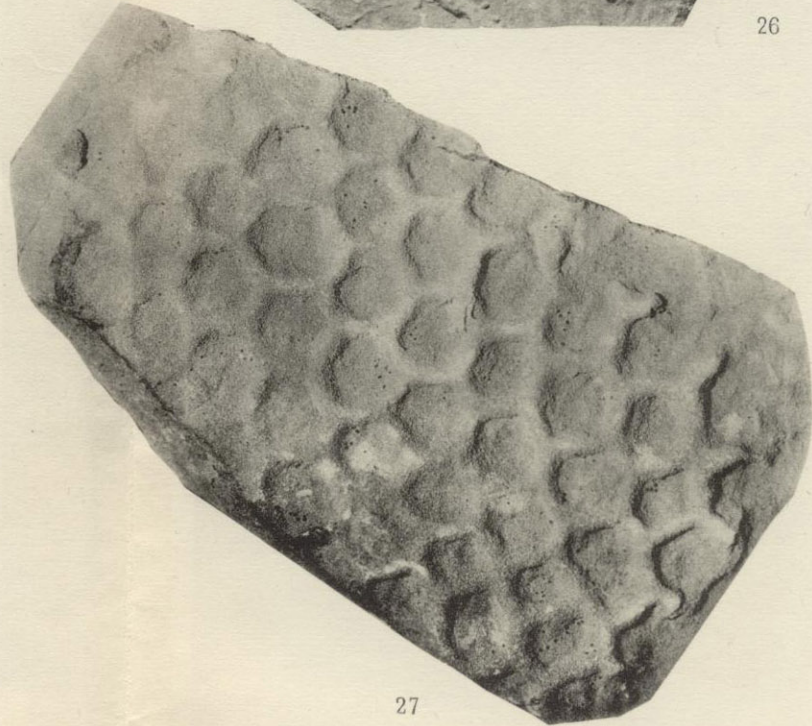
25



26



28



27



29



30





32



33



34

VEGETALES FÓSILES
DEL
CARBONÍFERO ESPAÑOL

POR
D. MANUEL RUIZ FALCÓ

Y
D. RICARDO MADARIAGA ROJO

Ingenieros de Minas.

CONTINUACIÓN DEL ESTUDIO PUBLICADO POR LOS MISMOS AUTORES
EN EL
«BOLETÍN DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA»,
NÚMERO 52, PÁGINA 199

Asterophyllites, BRONGT.

Descripción (según Zeiller). — Ramas primarias articuladas, lisas o marcadas de costillas longitudinales, provistas en cada nudo de un verticilo de hojas, generalmente ramificadas a su vez. Ramas de segundo orden generalmente colocadas por pares, en cada nudo, sobre dos generatrices diametralmente opuestas, insertadas inmediatamente por encima de la base de las hojas y provistas en cada uno de sus nudos de un verticilo de hojas. Estas son lineales, uninerviadas, contiguas en la base, todas de la misma longitud en cada verticilo, y generalmente levantadas; las hojas de las ramas de segundo orden son más cortas que las de primero.

Asterophyllites equisetiformis, SCHLOT.

(Lám. VI, figs. 1, 2 y 3.)

Descripción (según Zeiller). — Ramas de primer orden, de 4 a 15 milímetros de grueso, con entrenudos de 10 a 35 milímetros de largo, provistos de finas costillas longitudinales de $\frac{1}{6}$ a $\frac{1}{3}$ de milímetro de anchura, en general difícilmente visibles; hojas lineales, afiladas en punta aguda, levantadas o algo extendidas, rectas o arqueadas, de longitud igual o un poco mayor que el entrenudo correspondiente, de 10 a 40 milímetros de largo y 0,5 a 1,5 de ancho, contiguas en la base y uninerviadas. Ramas de segundo orden opuestas, dísticas, es decir, naciendo a lo largo de las ramas de primer orden sobre dos generatrices diametralmente opuestas y extendiéndose en el mismo plano, insertándose en las ramas primarias inmediatamente encima de las hojas laterales de cada verticilo; son algo extendidas, rectas o flexuosas, de 1 a 3 milí-

metros de grueso y de 10 a 25 centímetros de largo, con entrenudos de 4 a 10 milímetros y marcadas de costillas o más bien de estrías longitudinales muy finas; hojas lineales, afiladas en punta aguda, algo extendidas y rara vez completamente extendidas, generalmente un poco arqueadas, alcanzando de un verticilo al siguiente; de 7 a 20 milímetros de longitud y de $\frac{1}{4}$ a 1 milímetro de anchura, exactamente contiguas en la base, uninerviadas, en número de 12 a 16 y quizá 20 por verticilo. Nudos de las ramas secundarias marcados algunas veces en las impresiones por un reborde circular u oval que rodea un espacio central ligeramente deprimido.

Observaciones. — El ejemplar de la figura 1 corresponde a una rama primaria, en una de cuyas generatrices aparecen insertadas siete ramas secundarias, en las que se pueden ver perfectamente sus verticilos de hojas. También se aprecian muy bien, sobre todo en la inserción de las tres ramas secundarias superiores, los verticilos de hojas de la rama primaria, formados por hojas mayores que las de las secundarias.

Las figuras 2 y 3 corresponden a trozos de ramas secundarias con sus verticilos de hojas, en las que se puede observar su forma arqueada y su nervio relativamente ancho. Pueden verse también en los centros de los verticilos los rebordes redondeados correspondientes a los nudos de las ramas, cuya posición parece indicar que los verticilos no eran normales al eje.

Las espigas de esta especie han sido descritas por Weiss con el nombre de *Calamostachys germanica*. En la figura 3 se puede ver una espiga que presenta todo el aspecto general de la citada, aunque no se distinguen en ella los esporangios. También contribuye a que consideremos dicha espiga como de la especie indicada, el encontrarse junto a ramas de *Asterophyllites equisetiformis*, Schlot, si bien no está unida directamente a ninguna.

En la colección del Instituto figuran ejemplares de Sama de Langreo, Tormaleo (Asturias), Ciñera, Busdongo (León), Barruelo, Orbó (Palencia), El Pedroso, Cantillana (Sevilla) y San Juan de las Abadesas (Gerona).

Mallada cita además esta especie, con el nombre de *Calamocladus equisetiformis*, en Mieres, Ciaño (Asturias), Sabero (León) y Puertollano (Ciudad Real).

Annularia, STERNBG.

Descripción (según Zeiller). — Tallos y ramas articulados marcados de costillas longitudinales, alternando en los nudos, pero débilmente marcadas sobre las ramas de primer orden, y generalmente indiscernibles sobre las de orden superior. Las ramas nacen por pares opuestos dos a dos en los nudos. Ramas foliadas de distintos órdenes, dísticas, extendidas en un mismo plano. Hojas lineales, lanceoladas o espatuladas, uninerviadas, contiguas en la base, dispuestas en verticilos un poco oblicuos, extendidos alrededor de cada nudo en el plano de las ramas, y generalmente de longitudes desiguales en el mismo verticilo, siendo las hojas laterales más largas que las hojas anteriores y posteriores.

Respecto de la constitución general de este género de plantas, Zeiller admite que las porciones inferiores de los tallos de *Annularia* presentaban exteriormente los caracteres de los *Calamites*, y estaban generalmente desprovistas de hojas en sus nudos. Solamente eran foliadas las ramas de último orden, y sus hojas se extendían en roseta en el mismo plano de las ramas o en un plano ligeramente oblicuo. Estas ramas foliadas eran huecas excepto en los nudos, en los cuales engrosaba la capa sólida que los constituía, resultando que el aplastamiento de dichas ramas, marcaba en las impre-

siones dejadas por cada nudo, una elipse carbonosa semejante a un reborde continuo producido por la soldadura mutua de las hojas en su base. Agrega el mismo autor, que reconocidos con atención dichos rebordes, puede observarse que en realidad la citada soldadura de las hojas en la base no existe.

Jongmans, por el contrario, afirma que las hojas de cada verticilo están soldadas más o menos en su base formando una vaina, haciendo de esta circunstancia carácter diferencial entre los ramos de *Asterophyllites* y *Annularia*. Como se ve en los ejemplos que presentamos, es difícil inclinarse hacia una u otra de dichas opiniones.

***Annularia sphenophylloides*, ZENKER.**

(Lám. VII, figs. 1-4.)

Descripción (según Zeiller). — Ramas primarias (o troncos) ? de 8 a 12 milímetros de grueso, con entrenudos de 8 a 12 centímetros de largo, marcadas de delgadas costillas longitudinales; emiten en cada nudo dos ramas secundarias opuestas y ramificadas a su vez de la misma manera; las últimas ramificaciones están extendidas y ramificadas en un mismo plano, y son en general las únicas que van provistas de hojas dispuestas en verticilos, extendidos igualmente en el plano de las ramificaciones.

Hojas espatuladas, independientes, acunadas en la base, ensanchadas en la extremidad, afiladas en punta más o menos aguda en el vértice o escotadas otras veces, de 3 a 10 milímetros de longitud y de 1 a 3 milímetros de anchura, de ordinario un poco más pequeñas a medida que se avanza en el sistema de ramificación; son uninerviadas, tocándose por sus bordes en número de 12 a 18 por verticilo, siendo las laterales más largas que las anteriores y posteriores, lo que

da a los verticilos un contorno ligeramente elíptico. Estos están en general marcados en su centro de una pequeña depresión circular, rodeada de un reborde ligeramente saliente que corresponde a la parte sólida y resistente del tallo, y semeja un delgado collar resultante de la soldadura de las hojas.

Ramas de antepenúltimo orden (primeras foliadas) de 1 a 2,5 milímetros de grueso, y entrenudos de 15 a 20 milímetros de longitud, finamente estriados, guarnecidos de verticilos de hojas que no se pisan unos a otros. Ramas de penúltimo orden dispuestas por pares y naciendo inmediatamente por encima de las hojas laterales de cada verticilo, extendidas-levantadas, de 0,5 a 1 milímetro de grueso, divididas en entrenudos de 8 a 15 milímetros de longitud, muy finamente estriadas, y provistas de verticilos de hojas contiguos por el borde de su contorno. Ramas de último orden dísticas, opuestas por pares, extendidas o extendidas-levantadas, de $\frac{1}{3}$ a $\frac{1}{2}$ milímetro de grueso, divididas en entrenudos de 5 a 10 milímetros de longitud, muy finamente estriados y provistas de verticilos de hojas que se pisan más o menos unos a otros y a los de las ramas próximas.

Observaciones. — En las figuras indicadas pueden observarse bien los caracteres de la especie, entre los que es el más saliente la forma espatulada de las hojas. Algunas de éstas se presentan escotadas en la extremidad, caso frecuente según se ha dicho en la descripción. La espiga correspondiente a esta especie ha sido denominada por Weiss *Calamostachys calathifera*. En la figura 1 aparecen varias espigas, que aunque no forman cuerpo con los tallos de *Annularia*, pueden atribuirse por su aspecto general a la especie citada. En la misma figura se encuentran restos de un verticilo de *Annularia stellata*, Schloth., a la cual pudieran también atribuirse las espigas, pero el tamaño de éstas, la delgadez de su

eje y la pequeña separación de los verticilos de brácteas, dan un aspecto general a las espigas mucho más semejante al de *Calamostachys calathifera*, Weiss, que al de *C. tuberculata*, Sternbg., que es la espiga correspondiente a *Annularia stellata*.

En la colección del Instituto existen ejemplares de Sama de Langreo, Turón, Mieres (Asturias), Sabero, Valderrueda, Collada de Llama (León), Guardo, Orbó (Palencia), Puertollano (Ciudad Real) y Espiel (Córdoba).

***Annularia radiata*, BRONGT.**

(Lám. VII, figs. 5-8.)

Descripción (según Zeiller). — Tallos y ramas de primer orden descritos con el nombre de *Calamites ramosus*. Las demás ramificaciones están situadas en un mismo plano, y son las únicas provistas de hojas dispuestas en verticilos, extendidos igualmente en el plano de las ramas. Hojas lineales lanceoladas, afiladas en el extremo en punta muy aguda, de 5 a 20 milímetros de largo y 0,5 a 2 milímetros de ancho, disminuyendo de tamaño a medida que se avanza en el sistema de ramificación; son uninerviadas, no tocándose más que en su base, y están en número de 8 a 12 por verticilo, siendo generalmente todas iguales en cada uno de ellos. Verticilos generalmente marcados en su centro de una depresión circular más o menos acentuada y rodeada de un reborde delgado ligeramente saliente que semeja un collar producido por la soldadura de las hojas. Primeras ramas foliadas de 4 a 7 milímetros de grueso, con entrenudos de 4 a 5 centímetros de largo, marcados de finas costillas longitudinales, con verticilos de hojas que se tocan por el borde de su contorno. Ramas foliadas de segundo orden dísticas, opuestas por

pares, naciendo inmediatamente por encima de las hojas laterales de cada verticilo, extendidas-levantadas de 1 1/2 a 3 milímetros de grueso, y divididas en entrenudos de 15 a 30 milímetros de largo, finamente estriados y provistos de hojas que se pisan las unas a las otras. Ramas foliadas de último orden, dísticas, opuestas por pares en cada articulación, extendidas, de 0,5 a 1 milímetros de grueso, divididas en entrenudos de 6 a 15 milímetros de longitud, muy finamente estriados, y provistas de verticilos de hojas que se pisan mucho unos a otros.

Observaciones. — La espiga correspondiente a esta especie se ha designado por Weiss con el nombre de *Calamostachis ramosa*, pero en la colección del Instituto no hemos encontrado ningún ejemplar que pueda atribuirse a la citada especie.

En dicha colección se encuentran ejemplares de *Annularia radiata*, Brongt., procedentes de Aller, Campomanes, Turón (Asturias) y Puertollano (Ciudad Real).

Mallada cita esta especie en Orbó (Palencia) y San Juan de las Abadesas (Gerona).

***Annularia stellata*, SCHLOTH.**

(Lám. VII, fig. 9, y lám. VIII, figs. 1-4.)

Descripción (según Zeiller). — Tallo de 5 a 6 milímetros de diámetro, entrenudos de 6 a 12 centímetros de largo, lisos o marcados de costillas longitudinales muy finas y poco visibles, emitiendo en cada nudo dos ramas primarias opuestas, ramificadas a su vez de la misma manera; las últimas ramas de cada articulación son foliadas y están provistas de ramitos dísticos opuestos por pares, extendidos en un mismo plano y con verticilos de hojas extendidos en roseta en el mismo plano.

Hojas estrechamente lanceoladas-espátuladas o lineales-espátuladas, independientes, estrechadas en cuña hacia la base, alcanzando la anchura máxima hacia la segunda mitad de la hoja; su ápice puede ser, bien estrechado más o menos bruscamente en punta aguda, bien obtusamente agudo u obtuso. Longitud de 1 a 6 centímetros o más y anchura de 1 a 3 milímetros, disminuyendo de tamaño a medida que se avanza en el sistema de ramificación; uninerviadas, planas o ligeramente bombeadas y encorvadas hacia abajo en sus bordes, marcadas a lo largo del nervio de un surco más o menos acentuado, tocándose por los bordes en la base, en número de 16 a 32 por verticilo, generalmente un poco desiguales, siendo las laterales más largas que las anteriores y posteriores, constituyendo así verticilos de contorno elíptico. Estos están generalmente marcados en su centro de una depresión circular o elíptica más o menos profunda, rodeada de un delgado reborde que hace parecer a las hojas como soldadas en collar en la base.

Primeros ramos foliados de 6 a 20 milímetros de grueso, divididos en entrenudos de 3 a 7 centímetros de longitud, marcados de estrías longitudinales muy finas y generalmente apenas discernibles, provistos de verticilos de hojas, extendidos, tocándose por el borde de su contorno o pisándose ligeramente unos a otros. Segundos ramos foliados, disticos, opuestos por pares, naciendo inmediatamente por encima de cada verticilo, extendidos o extendidos-levantados, alcanzando hasta 30 milímetros de longitud y 2 a 4 de grueso, divididos en entrenudos de 15 a 30 milímetros de longitud, lisos o marcados de estrías longitudinales apenas visibles, provistos en cada nudo de verticilos de hojas, extendidos, pisándose unos a otros y generalmente también a los de los ramos próximos. No existen ramos foliados de tercer orden.

Observaciones. — Hemos procurado representar verticilos

de los diferentes tamaños. En todos ellos se pueden ver bien los caracteres específicos de la planta, que hacen que ésta pueda distinguirse perfectamente de la *A. radiata*, única especie con la que podría confundirse en algunos de sus tamaños. Se distingue bien de ella por tener mayor número de hojas por verticilo y ser éstas más bien espátuladas que lanceoladas y más bruscamente contraídas en su vértice, lo que hace que las hojas de *A. radiata* sean más agudas.

Las espigas de esta especie han sido descritas por Weiss con el nombre de *Calamostachis tuberculata*.

En la colección del Instituto se encuentran ejemplares de Teverga, Tineo (Asturias), Puerto de Leitariegos, La Magdalena (León), Revilla (Palencia) y Cantillana (Sevilla).

Mallada, en su *Sinopsis*, cita esta especie con el nombre de *A. longifolia*, Brongt., en Mieres, Langreo, Las Bobias, Torreno, Cuesta de la Torre, Brañuelas, Otero de Dueñas, Barruelo, Orbó, Arroyo Palancar, Tortuera y Valdesotos. En algunos de estos lugares, como Mieres y Langreo, dudamos que exista la citada planta. Atribuimos el estar citada en ellos a un error de determinación, ya que la figura 11 de la lámina 20 de la *Sinopsis* es muy dudoso se pueda considerar como *A. stellata*, Schloth.

INFLORESCENCIAS

Como ya dijimos en otro lugar, las inflorescencias de las Calamariáceas estaban constituídas de verticilos alternantes de hojas fértiles (esporofilas) y hojas estériles (brácteas). Sus esporas eran de dos clases: microsporas y macrosporas, estando generalmente colocadas las primeras en la parte superior de la espiga y las segundas en la inferior, aunque en algunos casos ambas clases de esporas se han encontrado en un mismo esporangio. Se han agrupado las espigas atendiendo a la estructura general y, en los casos en que se conoce, a la posición relativa de esporofilas y brácteas, en cuatro grupos principales:

Calamostachys, en que las esporofilas nacen del eje entre dos verticilos de brácteas.

Palæostachya, en que las esporofilas nacen en el ángulo superior formado por el eje y la bráctea.

Macrostachya, espiga, en general, de tamaño grande, encorvada en la base y compuesta de verticilos imbricados de brácteas soldadas entre sí, primeramente normales al eje y levantadas después verticalmente. La posición de los esporangios es desconocida.

Cingularia, de verticilos de brácteas muy separados, llevando inmediatamente debajo de cada uno de éstos otro verticilo de esporofilas soldadas en su primera parte entre sí y al verticilo de brácteas y terminadas en dos lóbulos achataados, debajo de cada uno de los cuales van colocados dos esporangios.

En la mayoría de los casos no se dispone de ejemplares

bastante perfectos para determinar la posición de los esporangios y precisar por lo tanto la especie a que pertenecen las espigas. Esto ocurre con los existentes en la colección, por cuya causa, aunque los representamos y transcribimos la descripción de las especies a que los atribuimos, no podemos asegurar su identidad.

***Calamostachys germanica*, WEISS.**

(Lám. VI, fig. 3.)

Descripción (según Jongmans y Zeiller).— Espigas dísticas (según los ejemplares de Weiss, probablemente en verticilos), cortamente pedunculadas, cilíndricas, de 8 a 15 centímetros de longitud, más o menos levantadas y provistas de verticilos alternantes de brácteas y esporofilas. Brácteas lineales de 4 a 6 milímetros de longitud y de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ milímetros de anchura, más de dos veces más largas que los entrenudos, naciendo inclinadas hacia abajo, arqueándose después y levantándose, quedando finalmente contiguas en la base, dispuestas en verticilos distantes unos de otros de 3 a 6 milímetros. Esporofilos normales al eje de la espiga, de 1 a $1\frac{1}{2}$ milímetros de longitud, adelgazados en punta en su extremidad, naciendo 1 milímetro por encima de las brácteas y al parecer en número mitad del de éstas. Esporangios redondos u ovoides, de 2 milímetros de diámetro aproximadamente.

Observaciones. — Según dijimos al tratar de *Asterophyllites equisetiformis*, Schloth., consideramos el trozo de espiga que aparece en la figura 3 de la lámina VI como *Calamostachys germanica* de Weiss, aunque no presenta todos los caracteres necesarios para su exacta determinación. Su aspecto general, el tamaño y la forma de las brácteas concuerda per-

fectamente con la espiga descrita. En la colección del Instituto no existe más que el ejemplar representado, que procede de Orbó (Palencia).

Calamostachys calatifera, WEISS.

(Lám. VII, fig. 1.)

Descripción (según Jongmans). — Espigas fácilmente caedizas, cilíndricas, de 4 a 8 centímetros de longitud y de 7 milímetros de anchura aproximadamente, con entrenudos de 5 milímetros de largo, sentadas o cortamente pedunculadas. Según Sterzel, están dispuestas en verticilos de 3 (ó 4) en los nudos del eje común e insertas por debajo de los verticilos de hojas. Según Zeiller, son dísticas y opuestas. Brácteas lineales, apuntadas, libres, de 3 a 4 milímetros de largo y de $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ de milímetro de ancho en la base, levantadas casi desde ésta, algo arqueadas y en número de 8 a 12 por verticilo.

Los esporangióforos parten del eje en medio de dos verticilos de brácteas, probablemente alternando con éstas y en igual número. Cada esporangióforo lleva cuatro esporangios ovoides; cuando éstos están bien conservados presentan una estriación reticulada.

Observaciones. — Como sucede en el caso anterior, atribuímos a esta especie los ejemplares representados, más por su aspecto general y proximidad a los ejemplares de *Annularia sphenophylloides*, que por sus caracteres específicos difíciles de apreciar. Sólo cuenta la colección del Instituto con los ejemplares que se representan, que proceden de Valderrueda (León).

Calamostachys tuberculata, TERNBG.

(Lám. VIII, figs. 5 y 6.)

Descripción (según Zeiller). — Espigas dispuestas en verticilos sobre las ramas principales y quizá sobre los tallos, en número de 12 a 16 por nudo, presentándose generalmente en varios de éstos consecutivos; son levantadas, con pedúnculos cortos, cilíndricas, de 7 a 15 centímetros o más de longitud; eje de 2,5 a 5 milímetros de anchura, marcado de costillas poco salientes pero bien visibles y provisto de verticilos alternantes de brácteas estériles y esporofilas.

Brácteas lineales-lanceoladas, afiladas en punta en su extremidad, de 4 a 6 milímetros de largo, extendidas o un poco orientadas hacia abajo en la base y después arqueadas y levantadas, dispuestas en verticilos distantes de 4 a 6 milímetros y en número de 16 a 32. Esporangióforos normales al eje, naciendo en medio del intervalo comprendido entre dos verticilos de brácteas consecutivas, en número mitad que el de éstas y llevando cada uno en su extremidad cuatro esporangios ovoides.

Observaciones. — Las figuras indicadas representan los dos únicos ejemplares que existen en la colección y que atribuímos a esta especie por su semejanza con los representados en la figura 3 lámina XLV de la obra *Flore fossile du bassin houiller de Commeny*, de Renault-Zeiller.

Macrostachya infundibuliformis, BRONGT.

(Lám. VIII, fig. 7.)

Descripción (según Zeiller). — Espigas de 14 a 18 centímetros de longitud o más, de 25 a 35 milímetros de anchura y compuestas de verticilos distantes de 3 a 4 milímetros. Estos

verticilos están formados por brácteas soldadas en un plano horizontal, levantándose en seguida paralelamente al eje y presentándose en las impresiones bajo forma de dientes de 1 a 1 1/2 milímetros de ancho por 6 a 8 milímetros de largo y provistas en su parte dorsal de una arista saliente. Las partes levantadas de las brácteas van soldadas unas a otras próximamente en la mitad de su longitud y terminan después en punta aguda, alternando de un verticilo a otro.

Observaciones. — La descripción anterior es la que da Zeiller en su obra *Végétaux fossiles du terrain houiller de la France*, para *Macrostachya carinata*, Germar, reconocida como sinónima de la *M. infundibuliformis*, Brongt., y cuyo nombre prevalece como más antiguo.

El ejemplar que reproducimos, único existente en la colección del Instituto, procede de La Magdalena (León).

Mallada cita esta especie en San Juan de las Abadesas (Gerona).

RAÍCES

En toda la serie carbonífera se encuentran restos fósiles que se atribuyen a raíces de plantas, sin que haya sido posible hasta ahora determinar a qué clase de aquéllas pertenecen. Sólo en algunos casos se ha podido averiguar esto, por encontrarse los referidos restos unidos a los tallos correspondientes. Se han formado con ellos dos géneros: *Myriophyllites* y *Pinnularia*.

Myriophyllites: se caracterizan por ser largas y esbeltas, estar las raíces capilares relativamente separadas y distribuidas irregularmente sobre su superficie. Esta raíz es el único caso en que se sabe con seguridad que corresponde a *Calamites*, como lo demuestra el haber sido encontrada unida a un tallo de esta clase de plantas.

Pinnularia: son también largas, más ramificadas y con las raicillas capilares relativamente juntas y dispuestas en dos hileras.

En la figura 1, lámina IX, representamos el único ejemplar de raíz que existe en la colección del Instituto, procedente de Sama de Langreo (Asturias) y que atribuimos al género *Pinnularia*. Aparecen juntamente con él, aunque no unidos, algunos tallos de *Sphenophyllum*. Consignamos este hecho por ser opinión de algunos autores la atribución de *Pinnularia* a este último género de plantas.

ESFENOFILALES

La clase de las Esfenofilales es la única de las criptógamas vasculares que no tiene representantes actuales. Se caracteriza por sus tallos y ramas divididas en artejos (por lo que se reúne con las Equisetales con el nombre de Articuladas) macizos con costillas exteriores más o menos salientes, no alternantes en los nudos. Las hojas están dispuestas en verticilos independientes y su nerviación es dicotómica. Las espigas se parecen en su aspecto a las de las Equisetales, pero se diferencian de éstas en que todos los verticilos son fértiles (esporofilas), estando los esporangios, pedunculados o sentados, en la cara superior de las esporofilas.

La extinción de este grupo de plantas data de finales del Paleozoico y sólo se conoce un género, *Sphenophyllum*, que da nombre a la clase.

Sphenophyllum, BRONGT.

Descripción (según Zeiller). — Tallos y ramas articulados, generalmente un poco abultados en los nudos y con costillas longitudinales que no alternan en aquéllos. Las ramas de distintos órdenes nacen aisladas en los nudos del tallo y de las ramas. Hojas verticiladas, independientes, en número variable, generalmente alrededor de seis en cada verticilo, cuneiformes, redondeadas o truncadas en su extremidad, con borde entero o más generalmente dentado, algunas veces profundamente palmatífidas. Desprovistas de nervio medio, pero mar-

cadas de nervios radiales dicotomizados varias veces, terminando cada uno de ellos en la extremidad de un diente o lóbulo de la hoja.

Las espigas están colocadas en la extremidad de las ramas foliadas y se componen de brácteas que llevan los esporangios fijos sobre la cara superior de aquéllas a pequeña distancia de su base.

Sphenophyllum cuneifolium, STERNBG.

(Lám. IX, figs. 2, 3 y 4.)

Descripción (según Zeiller). — Hojas cuneiformes en número de 6 a 18 por verticilo, extendidas o extendidas-levantadas, rara vez completamente extendidas, de forma variable, ya enteras, ya profundamente palmatífidas y provistas en su borde superior de dientes agudos más o menos largos. Cuando son enteras (*Sph. cuneifolium* típico), sus bordes son rectos o ligeramente arqueados, volviendo su concavidad hacia fuera. Su extremidad es truncada en arco de círculo de pequeña curvatura. Su ángulo basilar varía de 20 a 30 grados, su longitud de 15 a 20 milímetros y su anchura de 2 a 5 milímetros. Su número por verticilo oscila entre 6 y 12, o más generalmente entre 8 y 12. El borde superior está provisto de pequeños dientes triangulares y agudos en número de 6 a 12. Algunas veces dicho borde presenta hacia su centro una escotadura más o menos profunda que divide la hoja en dos lóbulos dentados, los cuales pueden subdividirse a su vez por escotaduras menos profundas que la central. Cuando estas escotaduras se multiplican se pasa gradualmente a la forma palmatífida (*Sph. saxifragæfolium*), en la que las hojas, en número de 6 a 18 por verticilo, tienen sus bordes laterales generalmente cóncavos hacia fuera y comprenden en la base

un ángulo de 15 a 30 grados; su longitud varía de 5 a 15 milímetros y su anchura entre los dientes extremos de 2 a 6 milímetros; el borde superior está dividido primeramente por una profunda escotadura media y después por escotaduras secundarias menos profundas, quedando la hoja formada por tiras de 0,5 a 1 milímetro de anchura y 2 a 6 milímetros de longitud, afiladas en punta aguda en su extremidad y en número de 4 a 8; algunas veces la hoja se reduce a dos largos dientes agudos separados por la escotadura media.

Nervio único en la base, dividiéndose por una serie de dicotomías sucesivas en tantos nervicillos como dientes, terminando cada uno de aquéllos en la extremidad de uno de éstos.

Tallo de 4 a 10 milímetros de anchura, dividido en entrenudos de 1 a 3 centímetros de longitud, lisos o marcados, de costillas muy débilmente salientes de $\frac{1}{4}$ a 1 milímetro de anchura. Las ramas de primer orden nacen aisladas en los nudos, levantadas o extendidas-levantadas, de 1 a 4 milímetros de anchura, divididas en entrenudos de 5 a 10 milímetros de longitud y marcadas de costillas más o menos salientes de $\frac{1}{3}$ a $\frac{2}{3}$ de milímetro de anchura; las ramas secundarias nacen del mismo modo aisladas en los nudos de las de primer orden.

Observaciones.—La figura 2, lámina IX, representa un ejemplar de esta especie procedente de Mieres (Asturias), una de cuyas hojas ha sido ampliada tres veces en la figura 3 para mostrar la forma general de la hoja con borde superior partido y agudamente dentado. En la figura 4 aparece un verticilo de la misma especie procedente de Aller (Asturias), ampliado tres veces, en el que puede verse muy bien la nerviación de las hojas, consistente en un nervio único que se bifurca muy próximo a la base, volviendo cada una de sus ramas a bifurcarse, dando así lugar a cuatro venillas, cada

una de las cuales termina en un diente de la hoja. Los dientes aparecen en este ejemplar redondeados por estar en parte incrustados en la roca.

Mallada cita esta especie con el nombre de *Sph. erosum*, Lind. et Hutt., en los valles de Langreo y Mieres (Asturias), Orbó (Palencia) y San Adrián de Juarros (Burgos).

En la colección del Instituto se encuentran ejemplares procedentes de Langreo, Mieres, Turón, Aller (Asturias) y Puertollano (Ciudad Real).

***Sphenophyllum emarginatum*, BRONGT.**

(Lám. IX, figs. 5, 6 y 7.)

Descripción (según Zeiller).—Hojas cuneiformes, en número de 6 a 8 por verticilo, habitualmente extendidas, con bordes laterales casi exactamente rectilíneos, truncadas en el vértice en arco de círculo, con ángulo basilar que varía de 30 a 60 grados, de 5 a 10 milímetros de longitud y de 2,5 a 7 milímetros de anchura en el vértice, las más anchas divididas en dos lóbulos aproximadamente iguales por una escotadura más o menos profunda; borde superior de las hojas provisto de pequeños dientes redondeados, en número de 6 a 12. Nervio único en la base, o bien dividido desde la inserción de la hoja en dos ramas iguales, subdivididas por una serie de dicotomías sucesivas en nervicillos, terminando cada uno de ellos en un diente.

Tallo de 3 a 6 milímetros de anchura, dividido en artejos de 15 a 30 milímetros de longitud, marcados de costillas poco salientes de $\frac{1}{3}$ a $\frac{2}{3}$ de milímetro de anchura. Las ramas nacen aisladas en los nudos, son levantadas o extendidas-levantadas, de $\frac{3}{4}$ a 1,5 milímetros de anchura, divididas en artejos de 4 a 12 milímetros de longitud, marcados de cos-

tillas bastante claras de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ milímetro de anchura y pudiendo llevar ramas de segundo orden en sus nudos.

Observaciones.— En la lámina IX, figura 5, se representan unos verticilos procedentes de Sama de Langreo (Asturias), para mostrar la disposición de conjunto. En la figura 6 puede verse un verticilo de un ejemplar de Mieres, ampliado tres veces, que da idea de la nerviación. El borde superior de la hoja, la forma de los bordes laterales y la forma redondeada de los dientes se pueden observar perfectamente en la figura 7, ampliación a tres veces de una hoja de un ejemplar de Mieres.

Mallada, en su *Sinopsis* cita esta especie en Langreo, Mieres, Orzonaga, Berlanga, Puertollano y San Adrián de Juarros. Sin embargo, debe tenerse en cuenta al considerar estas procedencias, que su figura 4, lámina XX, es dudoso corresponda a esta especie por la forma cóncava de los bordes laterales de las hojas y los dientes agudos con que las representa. En cambio, nos parece debe atribuirse a esta especie la hoja representada en la figura 2 de la misma lámina, ampliación de una hoja de *Sph. Schlotheimii*, Brongt.

En la colección del Instituto existen ejemplares procedentes de Langreo, Mieres y Campomanes (Asturias).

***Sphenophyllum oblongifolium*, GERM. ET KAULF.**

(Lám. IX, figs. 8, 9 y 10.)

Descripción (según Jongmans). — Hojas pequeñas, relativamente estrechas, siendo la máxima anchura hacia su mitad. Borde superior con dientes obtusos, a veces escotado. Estos dos lóbulos se vuelven a menudo a escotar, y puede llegar a producir el efecto de estar formada la hoja de cuatro dientes agudos. Las hojas están dispuestas, en la mayoría de los verticilos, en tres pares.

Observaciones.— En la figura 8, lámina IX, se representa un ejemplar para dar idea de su forma de conjunto. Se ha ampliado el mismo a tres veces en la figura 9 para hacer posible la observación de la forma y caracteres descritos de las hojas. En la figura 10 se ha representado un ejemplar en que pueden verse dos nudos con ramificación única, como es ley en el género *Sphenophyllum*.

Mallada cita esta especie en Barruelo.

En la colección del Instituto figuran ejemplares de Sabero y Puerto de Leitariegos (León).

***Sphenophyllum verticillatum*, SCHLOTH.**

(Lám. IX, figs. 11 y 12.)

Descripción (según Jongmans). — Hojas del eje principal como *Sph. cuneifolium*. El borde superior es más o menos redondeado u ovalado, aserrado o liso. En la base existen varios nervios que no se sueldan entre sí.

Observaciones.— Se representan en las figuras indicadas dos ejemplares procedentes de Cantillana (Sevilla) y Guardo (Palencia) respectivamente, el último de los cuales presenta claramente los caracteres descritos. En la figura 11 aparecen algunas hojas con su borde superior incrustado en la roca, lo que falsea su forma, haciéndolas parecer como teniendo su borde cóncavo.

En la *Sinopsis* de Mallada no aparece citada esta especie. La figura 1 de su lámina XX, que presenta como *Sph. Schlotheimii*, Brongt., y que cita como procedente del Puerto de Leitariegos, consideramos debe atribuirse a *Sph. verticillatum*, Schloth.

La colección del Instituto posee ejemplares procedentes de Teverga (Asturias), Guardo (Palencia) y Cantillana (Sevilla).

LÁMINA VI

<u>Figs.</u>		<u>Pge.</u>
1	- <i>Asterophyllites equisetiformis</i> , Schloth. Ciñera (León).....	27
2	- <i>Asterophyllites equisetiformis</i> , Schloth. Orbó (Palencia).....	27
3	- <i>Asterophyllites equisetiformis</i> , Schloth, con <i>Calamostachys germánica</i> , Weiss, Orbó (Palencia).....	27



Fig 1

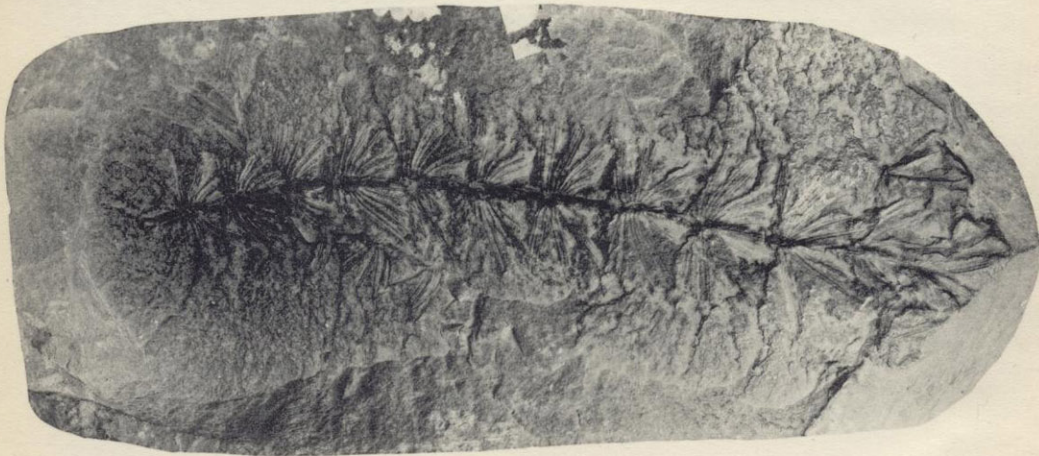


Fig. 2

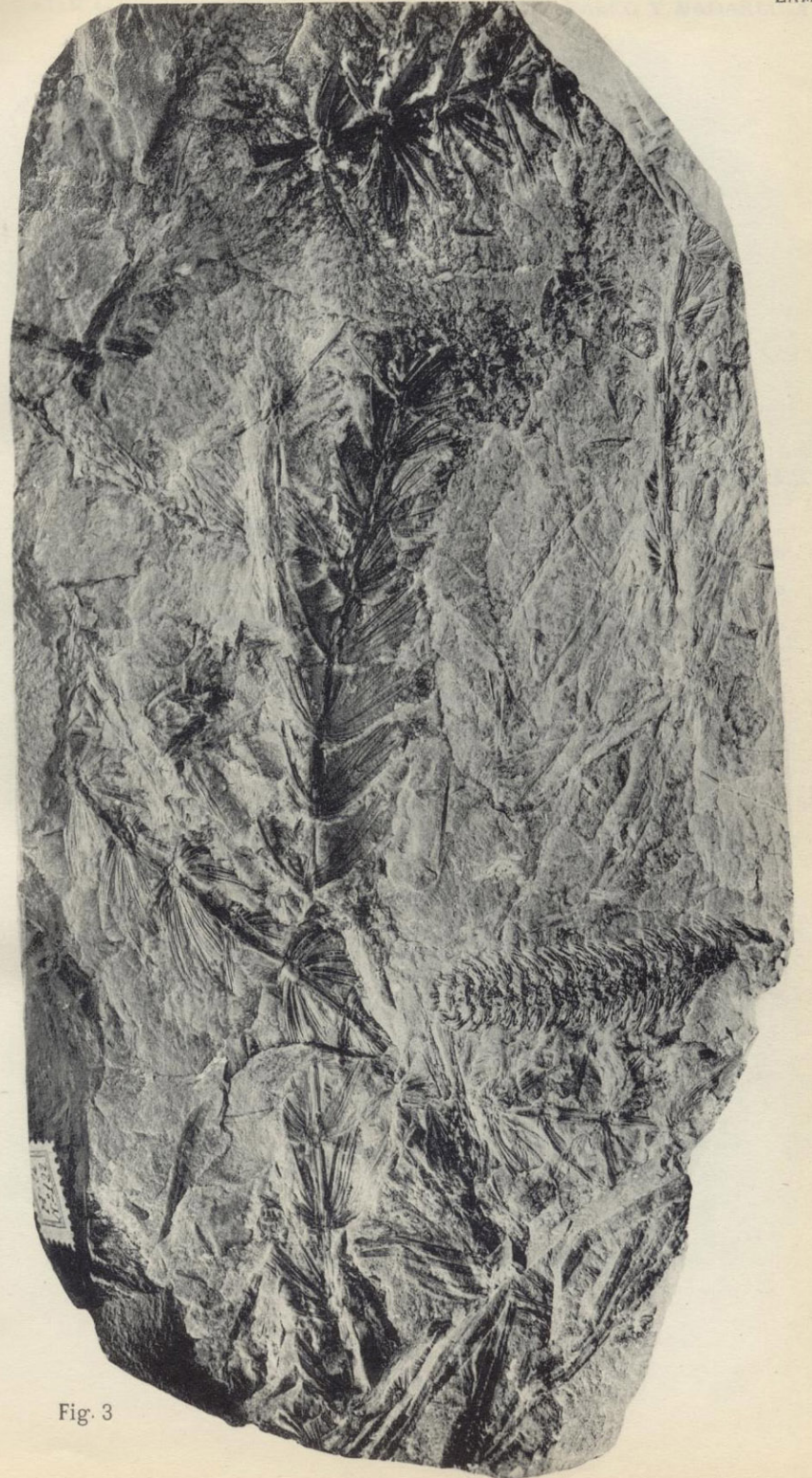


Fig. 3

LÁMINA VII

<u>Figs.</u>		<u>Pgs.</u>
1	- <i>Annularia sphenophylloides</i> , Zenker. Valderrueda (León), con <i>calamostachys calathifera</i> , Weiss.....	30
2 y 3	- <i>Annularia sphenophylloides</i> , Zenker. Sabero (León).....	30
4	- <i>Annularia sphenophylloides</i> , Zenker. Mieres (Asturias).....	30
5, 6, 7	- <i>Annularia radiata</i> , Brongt. Puertollano (Ciudad Real).....	32
8	- <i>Annularia radiata</i> , Brongt. Aller (Asturias).....	32
9	- <i>Annularia stellata</i> , Schloth. Puerto de Leitariegos (León).....	33



Fig. 1

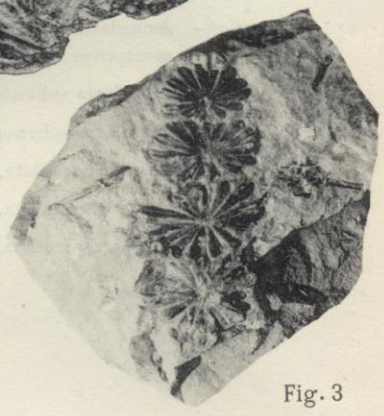


Fig. 3



Fig. 2

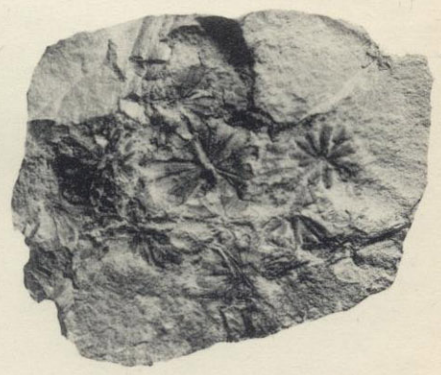


Fig. 4

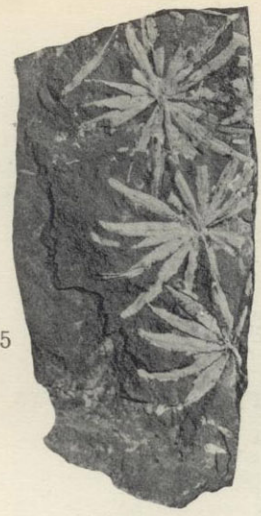


Fig. 5

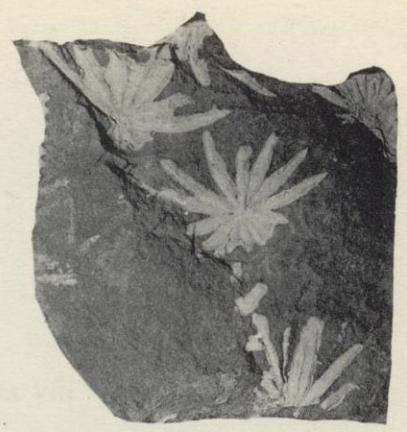


Fig. 6

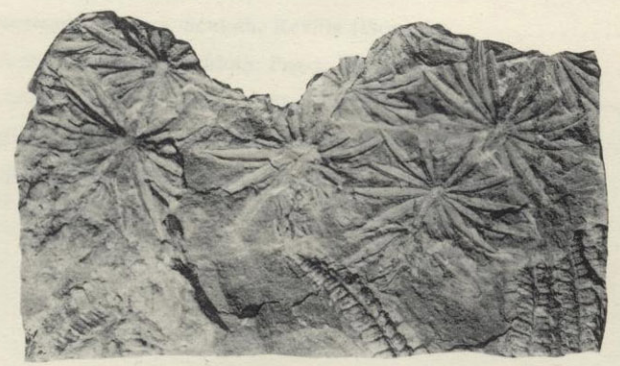


Fig. 7

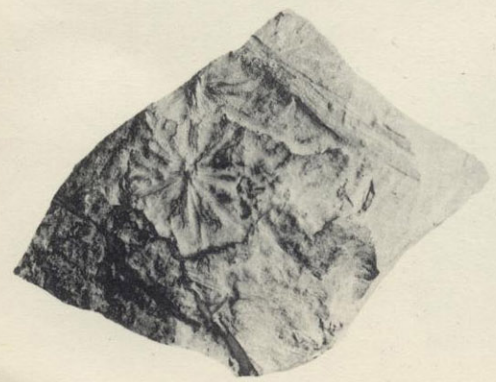


Fig. 8

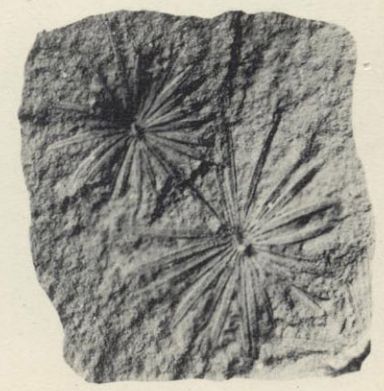


Fig. 9

LÁMINA VIII

<u>Figs.</u>		<u>Pgs.</u>
1	- <i>Annularia stellata</i> , Schloth. Barruelo (Palencia).....	33
2 y 4	- <i>Annularia stellata</i> , Schloth. Revilla (Palencia).....	33
3	- <i>Annularia stellata</i> , Schloth. Puerto de Leitariegos (León).....	33
5	- <i>Calamostachys tuberculata</i> , Sternbg. Puerto de Leitariegos (León)...	39
6	- <i>Calamostachys tuberculata</i> , Sternbg. Sabero (León).....	39
7	- <i>Macrostachya infundibuliformis</i> , Brongt. La Magdalena (León).....	39

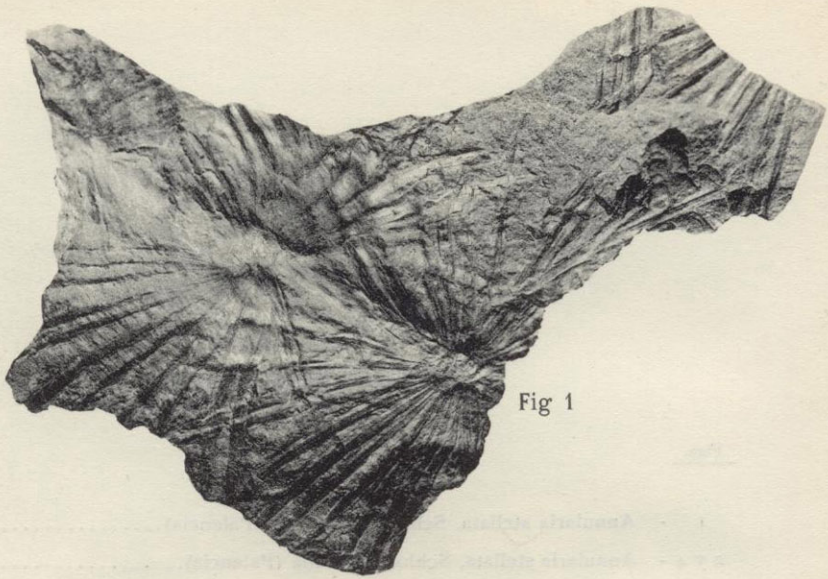


Fig 1



Fig. 4

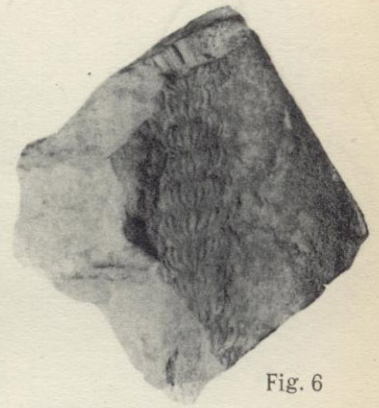


Fig. 6



Fig. 2

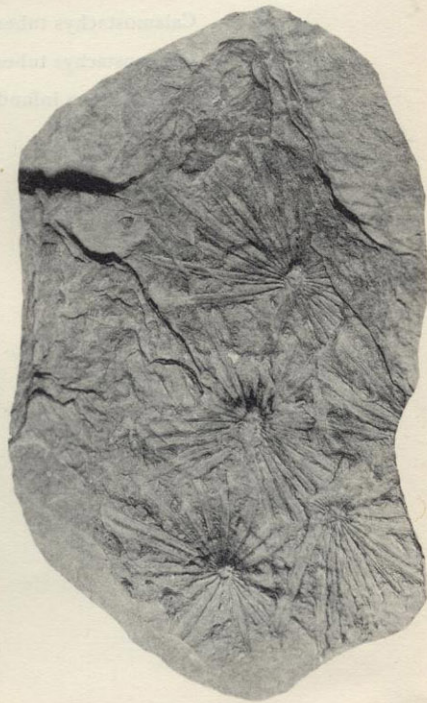


Fig 3

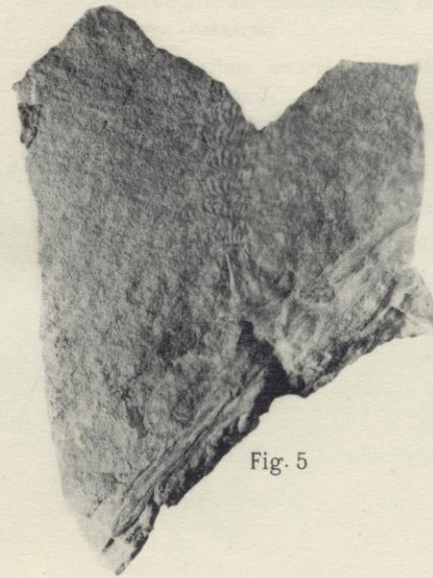


Fig. 5



Fig. 7

LÁMINA IX

<u>Figs.</u>		<u>Pgs.</u>
1	- <i>Pinnularia</i> , sp - Sama de Langreo (Asturias).....	41
2	- <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> , Sternbg. Mieres (Asturias).....	43
3	- Hoja del ejemplar anterior, aumentada 3 veces.....	43
4	- <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> , Sternbg. - Verticilo aumentado 3 veces. Aller (Asturias).....	43
5	- <i>Sphenophyllum emarginatum</i> , Brongt. Sama de Langreo (Asturias)...	45
6	- <i>Sphenophyllum emarginatum</i> , Brongt. - Hoja aumentada 3 veces Mieres (Asturias).....	45
7	- <i>Sphenophyllum emarginatum</i> , Brongt. - Hoja aumentada 3 veces. Mieres (Asturias).....	45
8	- <i>Sphenophyllum oblongifolium</i> , Germ. et Kaulf. Sabero (León).....	46
9	- El mismo ejemplar anterior aumentado 3 veces.....	46
10	- <i>Sphenophyllum oblongifolium</i> , Germ. et Kaulf. Sabero (León).....	46
11	- <i>Sphenophyllum verticillatum</i> , Schloth. - Cantillana (Sevilla).....	47
12	- <i>Sphenophyllum verticillatum</i> , Schloth. - Guardo (Palencia).....	47

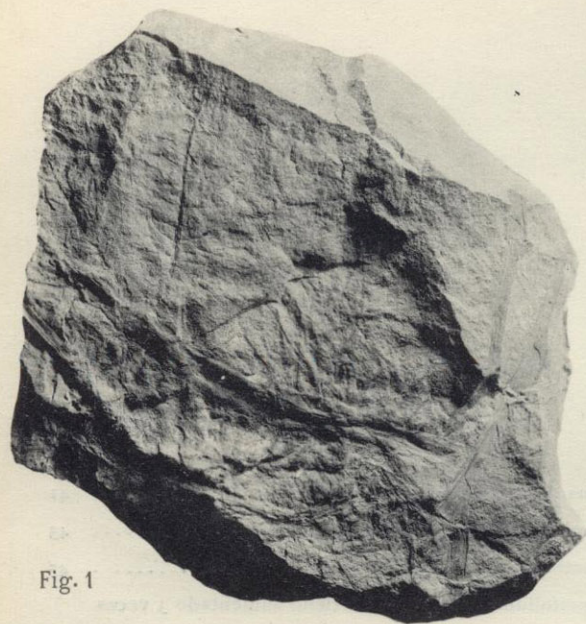


Fig. 1

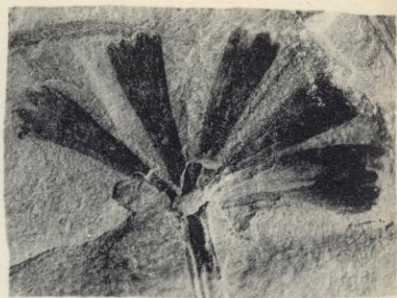


Fig. 4



Fig. 3



Fig. 5

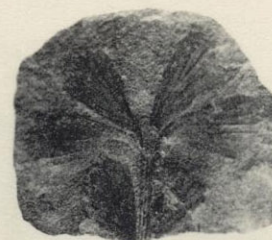


Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8

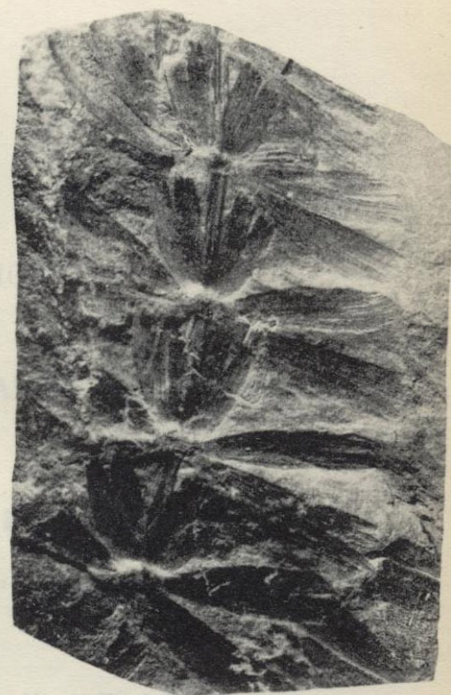


Fig. 9

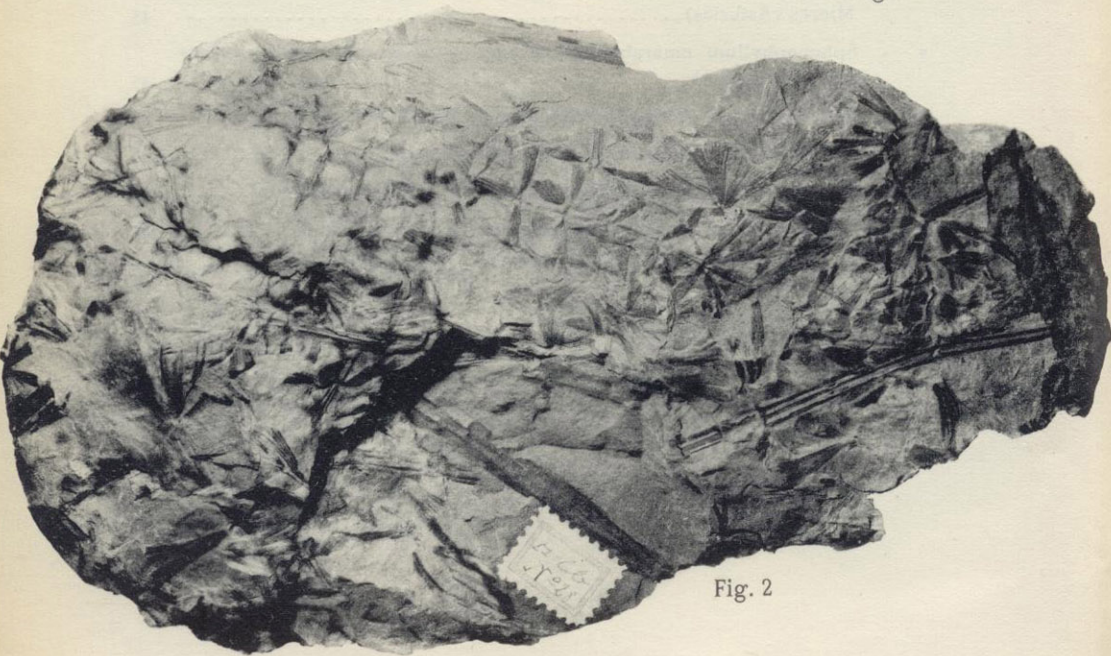


Fig. 2



Fig. 10



Fig. 11



Fig. 12

NOTAS SOBRE ESTRATIGRAFÍA
DE LA
CUENCA CARBONÍFERA CENTRAL DE ASTURIAS

**EL HORIZONTE MARINO DEL TECHO
DE LA CAPA «ANGELITA» (LANGREO)**

Y LA
«FUSULINELLA SPHÆROIDEA», V. MÖLLER

POR
D. RICARDO MADARIAGA ROJO

Ingeniero de Minas.

NOTAS SOBRE ESTRATIGRAFÍA DE LA CUENCA
CARBONÍFERA CENTRAL DE ASTURIAS

EL HORIZONTE MARINO DEL TECHO DE
LA CAPA «ANGELITA» (LANGREO) Y LA
«FUSULINELLA SPHÆROIDEA», V. MØLLER

La capa denominada «Angelita», en el pozo «Fondón», de la Sociedad Metalúrgica Duro-Felguera, en Sama de Langreo, forma parte de un grupo de capas o paquete llamado de «San Antonio», al techo estratigráfico de la pudinga. Se la designa también con el nombre de «Primer San Antonio», reservándose el de «Segundo San Antonio» para la capa «Paula», entre aquella y la pudinga. Existen, además, varios carboneros de escasa importancia industrial. La capa «Angelita» lleva a su techo, a unos 30 centímetros del carbón, un lecho de una pizarra arcillosa de 30 a 40 centímetros de potencia, con una rica fauna marina. Contiene especies de Crinoides, Briozoos, Braquiópodos, Gasterópodos, Lamelibranquios y Trilobites, y sobre todo, se encuentra en este horizonte marino la *Fusulinella sphæroidea*, v. *Møller*.

El hallazgo de este foraminífero tiene gran importancia, pues plantea algunos problemas de orden estratigráfico, no sólo desde el punto de vista puramente científico, sino también de geología aplicada, porque la presencia de dicho fósil imprime un sello característico al citado horizonte marino.

Su abundante fauna llamó ya la atención de Barrois, pues en la introducción de su obra *Étude des strates marines du terrain houiller du Nord*, sobre estratigrafía de la cuenca carbonífera del Norte de Francia, al hablar de la importancia de los horizontes marinos como niveles característicos de utilidad práctica en la minería y citar algunos ejemplos de varias cuencas europeas, dice textualmente: «De même, dans les Asturies, au toit de la veine «Desconocida» du bassin de Sama, est un lit riche en fossiles marins et l'un des meilleurs horizons du bassin.» Hay que advertir que la capa «Angelita» lleva también el nombre de «Desconocida» en otras minas de Langreo. El horizonte es, pues, según Barrois, muy constante en toda la cuenca y puede servir muy bien de referencia para juzgar de la altura en la serie estratigráfica normal.

La presencia de la *Fusulinella sphæroidea*, v. *Mæller* en el indicado horizonte, aumenta la importancia de éste. En efecto, de los diferentes horizontes marinos, próximos al del techo de la capa «Angelita», es en éste en el único en que he encontrado la *Fusulinella*. Resulta, pues, ésta un verdadero fósil característico de aquél. Claro que no habiendo sido estudiados a fondo otros muchos horizontes de la cuenca, no se puede afirmar que aquél sea el único que contenga la *Fusulinella*. Pero de todas formas, puesto que hay muchos que no la contienen, el del techo de la «Angelita» constituye, a diferencia de aquéllos, un horizonte de una categoría especial que podemos llamar «horizonte de *Fusulinellas*».

Es también interesante el hallazgo de la *Fusulinella* en este horizonte por lo que respecta a su distribución vertical en el Carbonífero de Asturias.

Barrois, en sus *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice*, encontró la *Fusulinella sphæroidea*,

v. *Mæller*, en Lena, Puertas, Hontoria, Cangas de Onís y cerca de Posada, es decir, en su «tramo de Lena», o sea, en la parte de la serie carbonífera asturiana, que abarca desde las primeras pizarras y areniscas al techo de la caliza de montaña hasta las pudingas, inclusive. Pero la capa «Angelita» se encuentra, como ya dijimos al principio, estratigráficamente encima de la pudinga hullera de Sama de Langreo, y, por lo tanto, ya no pertenece al tramo de Lena, sino al inmediatamente superior o «tramo de Sama», de Barrois. Se deduce de aquí, que la *Fusulinella sphæroidea*, v. *Mæller*, se encuentra en el tramo de Lena o Westfaliense inferior, pero que su distribución vertical no se limita a este tramo, sino que alcanza al de Sama, por lo menos a sus partes bajas del paquete de San Antonio o Inframedio.

También el Sr. Sampelayo encontró *Fusulinellas*, al parecer de diversas especies, en Hontoria. No sé si este yacimiento será el mismo en que las encontró Barrois o si pertenece a un nivel más alto o más bajo de la serie estratigráfica. Pero de todas formas, la región de Hontoria no contiene estratos superiores a los del tramo de Lena.

Puede objetarse a lo dicho anteriormente lo que sigue: que incluyendo Barrois las pudingas en su tramo de Lena y no presentándose en Sama nada más que una, puede suceder que la capa «Angelita», que está al techo de la pudinga única de Sama, estuviera al mismo tiempo al muro de los estratos sincrónicos de la segunda pudinga que se presenta en Mieres y Aller, y corresponder por lo tanto la referida capa «Angelita» al tramo de Lena o Inferior, con lo cual la distribución vertical de la *Fusulinella* quedaría limitada a este tramo. Pero si comparamos el perfil estratigráfico del pozo «Fondón», en Sama, con otro de Mieres, por ejemplo, el de la mina «Mariana», en Barredo, vemos que en ambos perfiles se pueden paralelizar muy bien las capas, y que por las distancias relativas, la

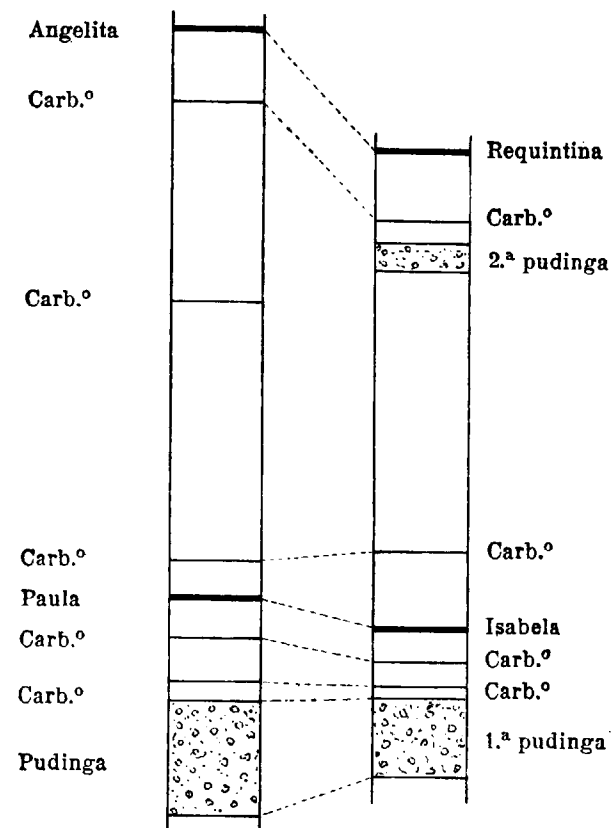
segunda pudinga de Mieres es sincrónica de estratos situados al muro de la capa «Angelita». Se deduce, por lo tanto, que esta capa corresponde al tramo de Sama, de Barrois. Puede decirse, por consiguiente, también, que la distribución vertical de la *Fusulinella sphæroidea*, v. *Mæller*, alcanza por lo menos las partes bajas del tramo de Sama o Hullero medio.

Barrois estableció el tramo de Lena por considerar que su fauna tenía un carácter particular que la diferenciaba de la del Carbonífero medio o tramo de Sama. Con el hallazgo de la *Fusulinella* en estratos superiores a la pudinga o pudingas, se plantea el problema del límite de ambos tramos. Pero para resolver este problema es necesario, primero, ver si el conjunto de la fauna de los horizontes bajos del tramo de Sama tiene más semejanza con la fauna de uno o del otro tramo, pues no se puede establecer el límite de ambos, atendiendo exclusivamente a la distribución de la *Fusulinella*, que pudiera ser una especie de gran extensión vertical.

Las fotografías que se acompañan representan un ejemplar en sus dos vistas, la paralela y la perpendicular al eje de enrollamiento, con un aumento de 15 diámetros, de la *Fusulinella sphæroidea*, v. *Mæller*, encontrada en el horizonte marino del techo de la capa «Angelita». Se ve claramente la forma esférica algo achatada en su dimensión axial y la superficie ondulada con un máximo geométrico en el plano medio perpendicular al eje. Sus dimensiones varían de 0,5 a 1 milímetro de diámetro. Por estos caracteres y por los que se derivan del estudio microscópico de sus secciones, tanto axiales como medianas, es indudable que se trata de la *Fusulinella sphæroidea*, v. *Mæller*.

FUSULINELLAS DE ASTURIAS

Probable correspondencia entre los estratos del pozo Fondón, en Sama, y los de la mina Mariana, Barredo, en Mieres.



FUSULINELLA SPHAEROIDEA V. MOELLER



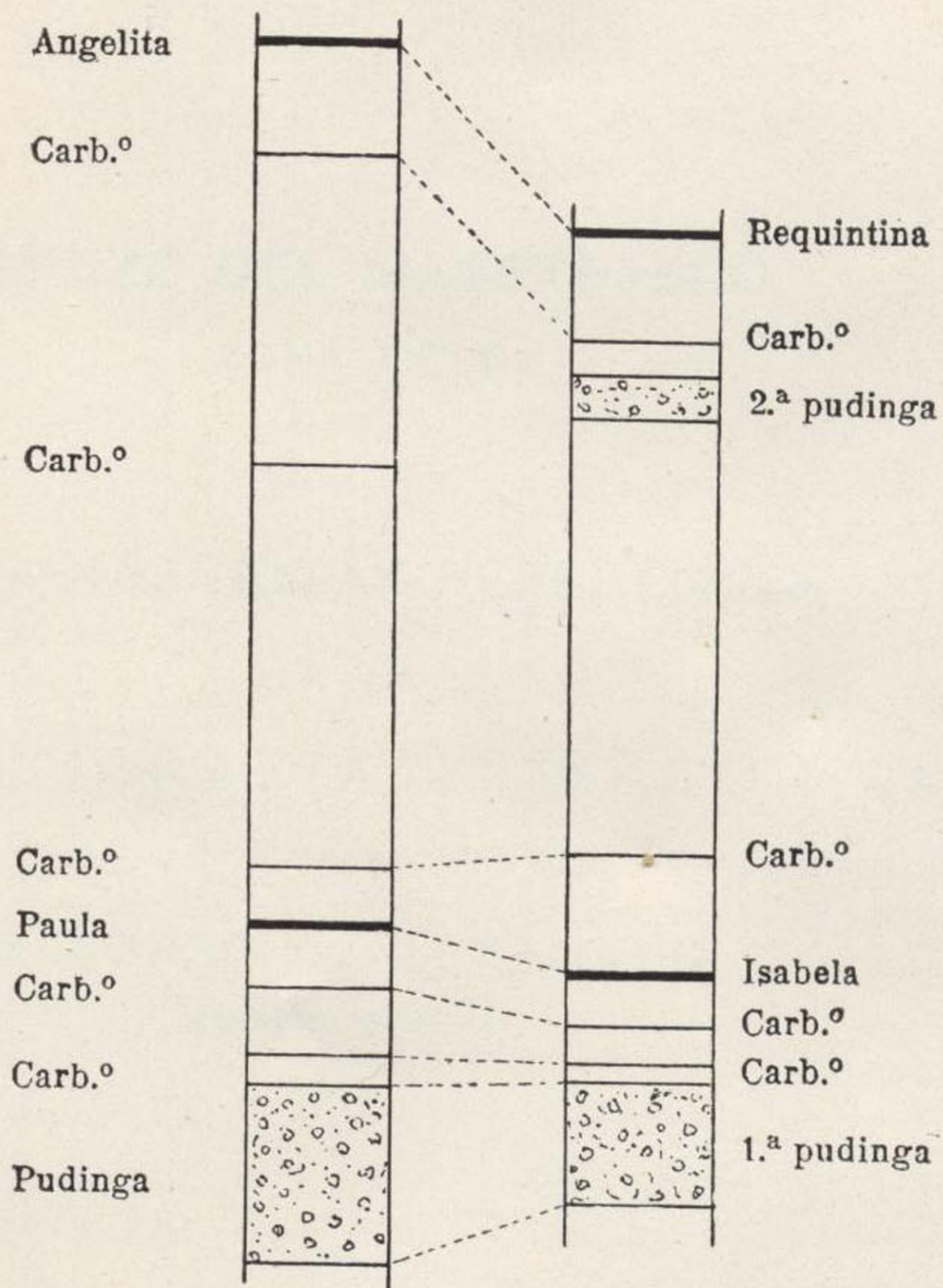
Vista paralela al eje



Vista normal al eje

FUSULINELLAS DE ASTURIAS

Probable correspondencia entre los estratos del pozo Fondón,
en Sama, y los de la mina Mariana, Barredo, en Mieres.



FUSULINELLA SPHAEROIDEA V. MOELLER



Vista paralela al eje



Vista normal al eje

MACIZO DEL MAESTRAZGO

ZONA ESTE

ALGUNAS NOTAS REFERENTES

A SU

ESTRATIGRAFÍA Y TECTÓNICA

POR

ALFONSO DE ALVARADO

Ingeniero de Minas.

BIBLIOGRAFÍA

1. COQUAND (H.): «Monographie paléontologique de l'étage aptien de l'Espagne». — *Mem. de la Société d'Emulation de la Provence*, tomo 152. — Mansilla.
2. COQUAND (H.): *Monographie du Genre Ostrea*. — B. Baillière. Paris, 1869.
3. COTTEAU: *Echinides nouveaux ou peu connus*. — B. Baillière. Paris, 1858-1880.
4. DEREIMS (A.): *Recherches Géologiques dans le Sud de l'Aragon*. Lille. Le Bigot fr., 1898.
5. FALLOT (P.) y BATALLER (J. R.): «Itinerario geológico a través del Bajo Aragón y del Maestrazgo.» — *Mem. Acad. Cien. Art. de Barcelona*, vol. XX, núm. 8, 1926.
6. FALLOT (P.) y BATALLER (J. R.): «Sur le tectonique de la bordure méridionale du bassin de l'Ebre et des montagnes du littoral méditerranéen entre Tortosa et Castellón.» — *Compt. Rend. Acad. Sc.*, 1882. — Paris, 1926.
7. FAURA y SANS (M.): *Informe sobre la cuenca petrolífera de Ribesalbes (Castellón)*. — Barcelona, 1914.
8. GAVALA (J.): «Nota acerca de los yacimientos de lignitos y pizarras bituminosas de Rubielos de Mora (Teruel).» — *Bol. Inst. Geol. Esp.* — Madrid, 1921.
9. HAHNE (C.): «Das Keltiberische Gebirgsland östlich der Linie Cuenca, Teruel, Alfambra.» — *Abhand. d. Gesellsch. d. Wissenschaften z. Göttingen* Weidemann. — Berlin, 1930.
10. HAHNE (C.): «Stratigraphische und tektonische Untersuchungen in den provinzen Teruel, Castellón und Tarragona.» — *Zeitsch. d. Deutsch. Geolog. Gesellsch.* — Berlin, 1930.
11. HERNÁNDEZ SAMPELAYO, CINCÚNEGUI: «Cuenca de esquistos bituminosos de Ribesalbes, Castellón.» — *Bol. Inst. Geol. Esp.*, 7-46. — Madrid, 1926.

- 11 b. JOLY (H.): «Sur l'existence de phénomènes de charriage a l'extrémité orientale de la chaîne ibérique près de Montalbán.» — *Compt. Rend. Acad. Sc.*, 7.174. — Paris, 1922.
12. JOLY (H.): «Sur le présence d'écailles ou de lambeaux de charriage dans la chaîne celtibérique.» — *Comp. Rend. Acad. Sc.*, 7.174. — Paris, 1923.
13. LANDERER (J. J.): *Monografía Paleontológica del piso Aptico de Tortosa, Chert y Benifazá.* — Madrid, 1872.
14. LANDERER (J. J.): «El piso Tenencico (Urgo-Aptico) y su fauna.» *An. Soc. Esp. H. Nat.*, tomo III, parte 3.^a — Madrid, 1874.
15. LANDERER (J. J.): «Ensayo de una descripción del piso Tenencico.» *An. Sc. Esp. H. Nat.*, 7, VII. — Madrid, 1878.
16. LYCETT (J.): *British fossil Trigonæ.* — Paleontograph Society. — London, 1872-1879.
17. MALLADA (L.): *Sinopsis de las especies fósiles encontradas en España*, tomo III. — Madrid, 1887.
18. MALLADA (L.): «Reconocimiento geológico y geográfico de la provincia de Tarragona.» — *Bol. Com. Mapa. Geolog. Esp.* — Madrid, 1890.
19. MARÍN (A.), BATALLER (J. R.), MANDULEY (M. L.) y LARRAGÁN (A.): *Mem. expl. hojas de Tortosa y Alcanar.* — Instituto Geológico Minero Español. — Madrid, 1928 y 1930.
20. MULE GILLET: «Lamellibranches de l'Aptien.» — *Mem. Soc. Géol. de France.* Nouv. série.
21. ORBIGNY (A. d.): *Paléontologie Française, Terrains Crétacés.* — Paris, 1840.
22. PAQUIER (V.): *Mem. Soc. Géol. France*, V, 29. — Paris, 1903. — «Les Rudistes Urgoniens.»
23. PICTECT (F. J.) et LORIOU (P.): *Fossils du Terrain Néocomien Paléontologie Suisse.* — Genève, 1858.
24. ROYO GÓMEZ (J.): «Los yacimientos wealdicos del Maestrazgo.» *Bol. R. Soc. Esp. H. Nat.*, 7, XX. — Madrid, 1920.
25. ROYO GÓMEZ (J.): «El mioceno continental ibérico y su fauna malacológica.» — *Men. Com.*, 1, p. p. — Madrid, 1922.
26. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA: «Nota petrográfica sobre algunas rocas de Castellón y Valencia.» — *Mem. R. Acd. C. y A.* — Barcelona, 1920.
27. TERMIER (P.): «Les problèmes de la Géologie tectonique de la Méditerranée occidentale.» — *Rev. Gén. Sc.*, 7-22. — Paris, 1911.

28. TORNQUIST (A.): «Die. Trias auf. Sardinien und. die Keupertransgression in Europa.» — *Zeitsch. Deut. Geol. Gesell. Protokoll.* Vol. 56, página 151. — Berlín, 1904.
29. TORNQUIST (A.): «Beitrage zur geologie des westlichen Mittelmeerlande.» — *Neues Jahrbuch f. Min.* Bd. XX, 1915.
30. TOUCAS (A.): «Clasificación et evolution des Hippurites.» — *Mém. Soc. Géol. France*, núm. 30. — Paris, 1903.
31. VIDAL (Z. M.): *Nota Paleontológ. Cretáceo de Cataluña.* — *As. Esp. Progreso Ciencias.* — Barcelona, 1917.
32. VILANOVA (J.): *Memoria geognóstica-agricola de Castellón.* — Real Acad. Cienc. — Madrid, 1858.
33. VILANOVA (J.): «Restos de «Iguanodon» de Utrillas y Morella.» — *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 3.^a época, p. 8. — Madrid, 1875.

II

Entre las grandes manchas representadas con uniforme color en nuestros mapas geológicos, es decir, que figuran integradas por capas de un solo sistema, destaca como una de las más vastas la que comprende casi todo el Maestrazgo y aun excede de sus límites. Su extensión aparente pasa de 7.500 kilómetros cuadrados, encerrando un trozo del S. de la provincia de Tarragona, la parte N. de Castellón y casi una mitad de la extensa y abrupta provincia de Teruel.

Desde hace largo tiempo despertó esta región montañosa la atención de numerosos geólogos, entre los cuales merece citarse LANDERER, quien dedicó a la región minuciosos estudios, creando para ello el nombre de piso *tenencico*, fundado en ciertas peculiaridades locales de varias especies de la abundante fauna *urgo-aptense*, allí recogidas y clasificadas. Asimismo son de interés los antiguos estudios de VILANOVA, CORTÁZAR, COQUAND, VERNEUIL, COULLOMB, DE LORIÈRE, JOLY y DEREIMS.

Más modernamente se han realizado observaciones locales en múltiples parajes del Maestrazgo, si bien falta aún su detallado estudio de conjunto. Entre los más brillantes citaremos a FAURA Y SANS, ROYO GÓMEZ, HAHNE, y en especial a FAILOT (P.) y BATALLER (J. R.)

Sólo se han realizado detallados estudios tectónicos en las zonas productivas de la cuenca lignitífera de Utrillas, donde H. JOLY determinó fenómenos de corrimiento y cobijaduras

de edad pirenaica, consecuencia de empuje orogénico dirigido de Sur a Norte.

Consignamos a continuación lo observado en nuestros diversos itinerarios a partir de Castellón, Vinaroz, Albocácer y Morella; luego intentaremos resumir las características estratigráficas y tectónicas de la zona oriental.

Itinerario Castellón-Borriol-Alcalá de Chisvert y regreso a lo largo de la costa

En la mancha triásica señalada al NE. de Borriol, los bancos de arenisca pardorrojiza, micácea, buzanan unos 40 grados al SE.; sobre ellos se apoyan pizarras pardas y areniscas rojas que llegan a los 70 grados de inclinación. Cerca de La Pobla, al S., se explotan canteras de arenisca triásica gris, de grano fino, bajo la cual destaca conglomerado de gruesos bloques en el vallejo de la rambla que atraviesa el pueblo y va a reunirse con la Rambla de la Viuda, más al O.-NO.; las capas de arenisca werfeniense buzanan al SE. con unos 20 grados de inclinación, viéndose claramente sobrepuestas al conglomerado de base, no sólo en el vallejo, sino en las pequeñas trincheras de la carretera que sigue hacia el N.

Otras varias canteras de arenisca y explotaciones de arcilla se trabajan en los alrededores de Borriol y de la Leprosería, sita al O. de dicho pueblo, hacia Alcora.

Señala el antiguo mapa, en escala 400.000, contacto del Trías y Urgoaptense, a unos tres kilómetros al N. de La Pobla de Tornesa; pero siguiendo la carretera y llanos inmediatos, se observa que el Trías se extiende hacia el N. hasta cinco kilómetros al N. de dicha aldea.

Las calizas del Urgoaptense, a la izquierda de la línea

Pobla de Tornesa-Cabanes, buzanan al E.-SE., con unos 30 grados de pendiente, y el eje de sus pliegues pertenece, pues, al sistema N.-NO., observado repetidamente en el Maestrazgo central.

Al SE. de Cabanes, a unos 500 metros, comprobamos la presencia de margas y areniscas amarillas, señaladas como terciarias (9), y que sin duda son discordantes y superiores a las calizas urgonianas. Buzanan unos 30 grados al O.-SO. y afloran, formando una elipse, de un kilómetro aproximadamente en dirección de los estratos por unos 400 metros de ancho. Otra pequeña corrección debe introducirse en el mapa al N. de Cabanes, pues el llano que cruza la carretera hacia Torre Endomenech es cuaternario, mientras que junto a este último pueblo aflora nuevamente el infracretáceo en pequeñas colinas.

Los conglomerados y calizas miocenas de Cuevas de Vinromá buzanan 25 grados al O.-SO., como en la pequeña manchita antes citada, mientras que en el flanco O. de la Sierra Atalaya de Chisvert (o de Alcalá), a unos 200 metros al S. del contacto entre Mioceno y Cretáceo, se presentan los bancos calizos urgoaptenses alineados al E. 10° N. con inclinación de unos 20 grados al S.; en algunos puntos del contacto las capas cretáceas dibujan anticlinal cuyo flanco N. penetra bajo el Mioceno, pero en otros parajes el contacto se presenta anormal con pequeña cobijadura.

La Sierra Atalayas de Alcalá se nos presenta como anticlinal, con eje arrumbado al E. 30° N. e inclinaciones muy suaves en la cumbre; su flanco meridional muestra los bancos calizos mucho más inclinados hacia el llano y con algunas margas intercaladas, correspondiendo a la fajita terciaria, ya citada (9), que aquí resulta dudosa y sin fósiles.

En la Sierra de la Irta, al E. de Alcalá y coronada por el castillo, la cumbre se presenta muy ondulada por ser los ejes

de las capas, fuertemente inclinados, casi perpendiculares a la línea de crestas; los bancos van arrumbados al NE., mostrando en el castillo estratificación confusa.

Al seguir la carretera de Torreblanca a Oropesa observamos que las calizas urgoaptenses quedan muy próximas al Oeste de la misma, a unos 100 metros en varios parajes, y, por tanto, el terreno infracretáceo se extiende hacia el E. más de lo señalado en el antiguo mapa; sus estratos en la vertiente oriental de la Sierra de Villanueva presentan confusos planos de fractura y aparentemente se alinean al NE. con 10 a 20 grados de inclinación al NO., o sea hacia el interior de la serrata, cuyos escarpes del E. son debidos a fracturas longitudinales.

Una lengüeta de calizas infracretáceas corta la carretera de Castellón cerca de Oropesa y forma el cabo de este nombre, donde las capas poco inclinadas en aquellos pintorescos acantilados no marcan claramente su estratificación (foto 1); deben coincidir con la dirección y buzamiento de la serrata y canteras que dominan el pueblo, o sea de E.-O. geográfico con moderada pendiente al N. de 25 a 30 grados.

La dirección de las capas se mantiene invariable hasta unos dos kilómetros al N. de Benicasim, donde se observa un giro de casi 90 grados, alineándose los bancos hacia el N. con inclinación de 50 grados al O.; entre Benicasim y Castellón los montes del O. de la carretera, que distan poco más de un kilómetro de aquélla, siguen alineados al N. con buzamientos que varían continuamente, mostrando pliegues repetidos de corto radio.

Debe corregirse el saliente o pico de la mancha cretácea, no existente en realidad, que el antiguo mapa señala entre Borriol y Castellón; dicha superficie corresponde al cuaternario en la faja comprendida entre la carretera y ferrocarril de la costa.

Itinerario Castellón-Zucaina

El diluvial de La Plana, en dirección a Alcora, se extiende al NO. más de lo señalado en las antiguas cartas geológicas; en el puente de la nueva carretera, sobre la Rambla de la Viuda, las calizas del Urgoaptense (foto 3) se apoyan sobre *conglomerado* de medianos cantos.

El cauce del río de Lucena, al paso de Alcora, muestra potentes bancos de *conglomerado*, señalado como Trias en nuestro mapa. Al borde N. de este último pueblo, subiendo hacia Lucena, se cortan los bancos detríticos; buzando al Norte, con unos 25 grados de inclinación, están compuestos por cantos de *calizas gris azulada y amarilla*, con algunos trozos de arenisca roja y cemento arcilloso, cuyas dimensiones varían de 20 centímetros a muy pequeños.

Aguas arriba el río de Lucena, a unos tres kilómetros al E. del pueblo, atraviesa profunda garganta encajada entre magníficos escarpes, en que aparecen típicamente representados diversos tramos triásicos, entallados por las curvas del río.

En el acantilado al N. del pueblo, las carniolas y conglomerados se presentan inclinados 65 grados al N. 10° E., y es, por tanto, O. 10° N. la dirección dominante en aquellos bancos.

Al seguir el río, a dos kilómetros al N. de Lucena, encontramos en sus orillas las margas irisadas del Keuper, y aun más al N. sigue un tramo de conglomerados bastante potente y no señalado en el corte Lucena-Peñagolosa, de FALLOT-BATALLER. Al subir al cerro que, coronado por fortaleza marca la mitad del camino a Peñagolosa —al S. de Sierra Ramos y Sierra Bernar—, vuelven a presentarse las calizas grises de estratificación confusa.

Domina en esta comarca el buzamiento a N.-NE., y en la mitad S. del camino abundan los conglomerados, con delga-

dos bancos de *margas irisadas* intercaladas; el piso Keuper nos parece presentar mayor potencia de lo indicado por aquellos ilustres geólogos, y así lo hemos señalado al rectificar nuestro mapa. Varía algo de lo marcado en dicho corte (5) la estructura del citado monte, vertiente meridional, donde los bancos de potente tramo arenoso van arrumbados al N., incliniéndose unos 40 grados *al E.*

Entre Lucena y Castillo de Villamalefa, al O., se observa gran uniformidad litológica aparente, intercalándose algunos bancos de arenisca amarilla entre las calizas grises. De Castillo a Zucaina, la carretera penetra en banda triásica prolongación de la mancha meridional; este Triás se presenta integrado por bancos de conglomerado en la base, bastante potentes junto al río de Villahermosa (foto 2), areniscas amarillas y margas irisadas del Keuper, muy características.

Al subir a Zucaina se presenta nuevamente la vasta formación caliza del Urgoaptense, cuyos bancos, al NE. del pueblo, destacan claramente arrumbados al N. con unos 35 grados de inclinación occidental. Las montañas calizas, en la orilla derecha del río de Villahermosa muestran análoga dirección de sus estratos *N.-NE.* con suave tendido al O.

Siguiendo nuestra ruta de retroceso, ahora hacia el E., notamos que sobre el pueblo Castillo de Villamalefa los bancos cambian su dirección, alineándose de *SE.* a *NO.*, con tendido de unos 25 grados al *SO.*; son areniscas bastas amarillas y rojizas, a veces micáceas y con algunos conglomerados de pequeños cantos. Esta zona triásica es discordante con las calizas urgonianas del borde occidental de Lucena, donde las capas se arrumban al *N.-NO.*, con más de 30 grados de inclinación O., que se acentúa mucho al acercarse a esta villa.

Como vemos, en esta comarca occidental las alineaciones de los pliegues difieren mucho de lo observado, más al N., en la primera mitad de la subida a Peñagolosa.

Itinerario de Población Tornesa a Vistabella de Ares

Al N. de la citada puebla, las capas de caliza aptense que forman las cumbres sobre el borde de la mancha triásica, van arrumbadas al *N.* con unos 20 grados de inclinación; en Villafamés, los bancos de arenisca roja triásica se alinean al *N.-NE.* con inclinación de 50 grados al E. En el borde oriental del cretáceo, sobre la hoya cuaternaria de Adzaneta, los bancos calizos conservan dirección y buzamiento casi idénticos, aunque menos tendidos. La sierra que forma borde occidental de dicha hoya, muestra también el mismo rumbo y escasa inclinación de sus capas calizas.

Concordante con el cretáceo inferior — y colocado bajo él — se atraviesa entre los kilómetros 18 y 20 de la carretera, contados a partir de Vistabella, un complejo de areniscas rojas y amarillas y margas grises, en que no hemos encontrado fósiles, de facies litológica típicamente triásica, y que, alineados con los bancos de este sistema observados al N. de Lucena, deben representar su prolongación septentrional.

Bajando al barranco de Folladors (fotos 4 y 5), dedicamos preferente atención a localizar la pequeñísima mancha triásica ya señalada por geólogos que nos precedieron en este recorrido (5) (6). No logramos establecer la diferenciación de nueve tramos que en reducidísimo espesor señalan dichos especialistas, pero sí determinar la situación y dimensiones del afloramiento o ventana triásica.

Además de los yesos explotados en las margas superiores del cerro El Gepsar («yesera» en valenciano), bajando al barranco de Folladors, desde media ladera oriental se aperciben areniscas amarillas y arcillas irisadas; en el lecho del barranco, bajo duro conglomerado diluvial de medianos cantos y en capas horizontales, destacan los bancos señalados como triásicos

arrumbados al *E. 30° N.*, con inclinación de casi 60 grados al N. Junto a las calizas cavernosas o carniolas vienen margas calíferas, duras, y un tramo de yesos, estratigráficamente más altos; se cruzan luego margas arenosas amarillas, que semejan la facies Flysch, en lechos muy delgados, que concuerdan en rumbo y buzamiento con los tramos inferiores. Las dimensiones de la manchita triásica las estimamos en unos dos kilómetros, según el rumbo, por 1.200 metros de ancho aproximado y forma groseramente elipsoidal.

Costa entre Alcalá de Chisvert y Vinaroz

Entre Alcalá y Santa Magdalena de Pulpí, las capas del Infracretáceo, en que dominan las calizas compactas con *Toucasia*, se alinean al *O.-NO.* con buzamiento S. dominante e inclinación variable de 25 a 40 grados. De Santa Magdalena a Peñíscola se mantiene igual arrumbamiento de los ejes de pliegues, pero con buzamientos muy variables, por presentarse múltiples anticlinales y sinclinales de pequeño radio. Hacia Benicarló los ejes se presentan más norteados y destacan varios riscos con buzamiento oriental.

III

De Vallivana a Morella y alrededores

Del Santuario hacia la ciudad, el camino atraviesa una banda de conglomerado post-cretáceo, y los ejes de los múltiples pliegues, anticlinales y sinclinales de pequeño radio de los bancos calizos, en los montes que se extienden a ambos lados del barranco, conservan dirección media norteada, pero no son exactamente paralelos. Se trata de una estructura tectónica en abanico, pues los ejes de pliegues giran del *N.-NE.* al *N.-NO.*, que al S. de Morella es el rumbo dominante, con muy fuertes inclinaciones.

Marchando de la ciudad hacia el E., la dirección de los ejes tectónicos oscila alrededor de la *E.* a *O.*, pues pasa de la *O.-NO.* - *E.-SE.* en el borde O. de la ciudad a tomar el rumbo *E.-NE.* en la Masía de Aguilar (foto 6), donde se observa interesante sinclinal de corto radio, integrado por calizas sobre margas grises.

En dirección al E., hacia Vallivana, la comarca muestra frecuentes giros y algunas ondulaciones de los ejes de pliegues; en Masía Colomé, barranco de Fornós y junto a la Torreta, se alinean al *O.-NO.*, casi verticales en algunos parajes y en otros más tendidos, con buzamiento general al Sur.

Al seguir del empalme de Vallibona hacia este pueblo, a unos tres kilómetros de la carretera general, vemos que la primera línea de colinas presenta sus bancos arrumbados al *N.-NO.*, mientras que la segunda sierra, cumbres más altas y

hacia el Norte de la primera, orienta sus ejes en la dirección *O.-NO.*, que domina en la comarca.

Acercándonos al santuario de Vallivana, se observa que, desde unos seis kilómetros al Norte del mismo, cambia notablemente la dirección de los estratos, que toman rumbo *N. 10° E.*, con buzamiento oriental; aquí los bancos de calizas grises alternan con margas de *orbitolinas* y calizas margosas amarillas, y un poco más al SE. se corta horizonte de conglomerados, integrado por gruesos y finos cantos de caliza gris compacta, con cemento rojizo arcillo-calizo; es discordante sobre el infracretáceo.

Los alrededores del Santuario, rodeado de abruptos cerros, muestran las calizas aptenses plegadas en anticlinales y sinclinales, de corto radio, cuyos ejes siguen rumbo medio al *N. 10° E.*

Más al SE. los cerros calizos próximos a Cati y a un kilómetro al S. de este pueblo, dibujan anfiteatro, curvándose los ejes de los pliegues, que arrumbados del *E. a O.* en Tosal de Nevera, pasan al *NE.* en el lado oriental del semicírculo. A un kilómetro al N. del segundo empalme de Cati, o sea unión con la carretera Albocácer-Ares, los pliegues dibujan otra curva semejante, girando los ejes de la dirección *O.-NO.* a la *NE.*; la litología es muy monótona — calizas careadas, con algunos bancos de calizas arenosas y areniscas amarillo rojizas—. Subiendo la carretera de Albocácer a Ares y Castellfort, hasta el empalme de Benasal y algo más al O., las capas, poco inclinadas, presentan estratificación confusa.

Al llegar a los alrededores de Ares del Maestre, los enormes acantilados de calizas arenosas y areniscas muestran sus lechos casi horizontales y suavemente inclinados en direcciones divergentes, formando «cúpula alargada» o elipsoide, con eje mayor orientado al *NO.*; también puede interpretarse, al detalle, esta estructura como complejo de varios anticlinales y

sinclinales, muy suaves, de ejes orientados al *NO.* en los alrededores del pueblo, circundado por profundísimos barrancos, de fractura y erosión.

El picacho que domina el caserío de Ares presenta en la caliza arenosa del tramo de *Naticas* una gran caverna, e inmediatamente, bajo las casas, viene un tramo margoso, seguido de enorme horizonte de areniscas amarillas, correspondiendo a la fauna de *Heteraster* y *Terebratulas*, con algún banco de caliza gris intercalado.

Este tramo detrítico ocupa todo el valle, que se extiende entre Ares y Castellfort, así como los montes en que se asienta este último pueblo; la inclinación de las capas es suave y dominan los buzamientos septentrionales.

Las casas de Castellfort se apoyan en areniscas amarillas subhorizontales (foto 7), alcanzando aquí este tramo gran espesor, según muestran los cortes de profundos barrancos. A partir de la vertiente septentrional del primer barranco que cruza la carretera, hacia el N. desaparece la horizontalidad de las capas, presentando las areniscas suaves pliegues, cuyos flancos se inclinan hasta 30 grados, con ejes alineados al *N.-NE.* y dominando el buzamiento oriental. A unos tres kilómetros al N., a contar del pueblo, se presentan, bajo las areniscas, calizas grises y margas concordantes con aquéllas.

Entre los kilómetros 8 y 9 de la carretera a Cinc-Torres, el barranco de la izquierda del camino muestra profundo escarpe de calizas grises y algunos bancos arenosos, muy levemente inclinados al Norte.

Bajando a la Rambla de la Iglesuela, se cruza un complejo de calizas y margas, en delgados bancos, que, aguas arriba de la carretera, cortan el cauce, mostrando en la vertiente meridional múltiples crestones arrumbados al *N. 10° E.*, con unos 55 grados de pendiente al E. Unos centenares de metros aguas arriba, a menos de un kilómetro del puente, la rambla corta el

macizo montañoso calizo por profunda garganta de falla, quedando en la margen Norte los bancos alineados al *N.-NE.*, con buzamiento oriental, y en la margen Sur las capas, mucho menos inclinadas al *N.*, se dirigen al *O.-NO.*; litológicamente ambos bordes, de la rambla y falla, corresponden a calizas grises arenosas, en bancos delgados.

Más al *N.*, a unos cuatro kilómetros, se entra en conjunto de calizas y margas, cuyos ejes, siempre norteados, no son rectilíneos, ondulando bastante las capas, pues con buzamiento *E.* pasan en corto trecho de 65 a 30 grados de pendiente. Unos cientos de metros más al *N.*, se entra en el tramo de areniscas delgadas, con *Ostrea*, margas y arcillas abigarradas, estratigráficamente superior al tramo de calizas compactas y cuyos bancos siguen dirección *N.-NO.* con inclinación de 70 grados al *E.*

Al salir de Cinc-Torres hacia Morella, se atraviesa en unos siete kilómetros el horizonte de margas y areniscas con *Ostrea* y *Trigonia*, aparentemente horizontales, y que, en realidad, se inclinan muy levemente al *NE.* Subiendo la cuesta, unos cuatro kilómetros al *O.* de la ciudad, se entra en otro tramo superior, de arcillas abigarradas, sobre el cual viene, en las cumbres que dominan el valle del río Bergantes, un tercer tramo de margas con *Heteraster oblongus* y *Toxaster Ricodeamus*.

Itinerarios Morella, Villores y La Pobleta

En el camino a la Sierra de San Marcos, desde el borde septentrional de la ciudad se cruzan las capas del complejo, calizas arenosas y margas, con *Ostrea* y *Trigonia*, bastante inclinadas, de 30 a 50 grados, al *SE.*; los ejes se dirigen, pues, al *NE.* y hacia el kilómetro 166 de la carretera general, se corta una cumbre anticlinal, pasándose al flanco *NO.* del plie-

gue, cuyas inclinaciones son sensiblemente simétricas a las observadas en la vertiente meridional.

Entre los kilómetros 163,6 y 162,2 comprobamos la exactitud del corte del oligocénico, dado por J. R. BATALER; las capas del conglomerado de edad pirenaica se inclinan unos 20 grados al *SO.*, concordando con las calizas inferiores aptenses; están formadas por cantos de caliza con numerosas *Ostreas* y *equinidos*, unidos por cemento arcilloso rojizo poco coherente; hemos visto una faja de 1,2 kilómetros de anchura y que, siguiendo el rumbo a lo largo del barranco, se extiende unos dos kilómetros al *O.-NO.* y por lo menos otros tres kilómetros al *E.-SE.*, cruzando el alto oriental, barranco y colinas vecinas a la Masía Cap de Riu.

Más al *N.*, la Sierra de San Marcos aparece formada por anticlinal de calizas, cuyo eje se dirige al *O. 25° N.*, inclinándose unos 55 grados al lado meridional y 50 grados la vertiente Norte, marcando cierta curvatura en los bancos meridionales; el eje también se inflexiona algo para tomar rumbo *O. 30° N.*, que es el dominante en los estratos de caliza arenosa, con algunas margas intercaladas, que ocupan la mayor parte de la superficie hasta el borde de la mancha cretácea y contacto con el Oligoceno, al *N.* de La Pobleta.

El rumbo norteadado de las capas en el borde del macizo montañoso secundario, alrededores de La Pobleta o Alcolea de Morella, así como los bancos de conglomerado que allí destacan, son sólo accidentes muy locales, pues volviendo a penetrar en el macizo infracretáceo, a unos cuatro kilómetros al *S.* del borde la primera línea de cumbres, muestra ya sus bancos siguiendo el rumbo dominante en la comarca Norte de Morella, o sea al *NO.*, con casi 80 grados de inclinación meridional.

Hacia el *S.* las capas, con igual dirección, se hacen más tendidas; en el kilómetro 156 de la carretera cambia el buza-

miento, de las margas y areniscas, al NE. con 60 grados de inclinación; queda así marcado un sinclinal con eje al NO., al que siguen — más al S. y paralelos — un anticlinal muy agudo, otro sinclinal y trastorno local de las capas que se hacen nor-teadas, en corto trecho, con inclinación de unos 65 grados al E.

Entre el gran anticlinal de Sierra de San Marcos y Morella se levanta otro paralelo de menos cota.

Cruzando Morella y siguiendo al NO., vemos que no es cierta la horizontalidad de las capas bajo la ciudad, señaladas en algún corte, pues también al salir hacia Forcall se observa que en los escarpes de dicha villa el conjunto de areniscas y margas sigue dirección O.-NO. con inclinación de unos 15 grados al N.-NE. A dos kilómetros aguas abajo del Bergantes las capas se aproximan más a la horizontal, pues su pendiente varía de 5 a 10 grados al N. 10° E.

Siguiendo el río aguas abajo, del corte citado, se observa que las capas del tramo margo-arenoso forman sinclinal de vertientes muy suaves cerca del eje alineado al O.-NO. y luego más inclinadas al S., manteniendo el mismo rumbo en la comarca que se extiende al N. de Villoros.

Pasado Villoros, tomando con dirección NO. el camino de Luco, no se observa, ni aun a varios kilómetros al N., nada parecido al Neogeno señalado por algún autor (9) en su moderna carta geológica de esta región.

Itinerario Cinc-Torres, Portell, Iglesias, Ares, Benasal

Al cruzar el río Bergantes, cerca de Morella, si tomamos en dirección O. el camino de Cinc-Torres, cortamos en el valle estrechos aluviones y las margas rojas, o de color heces

de vino, que tan claramente destacan en la ladera inferior del monte que sirve de base a aquella ciudad.

Muy cerca del empalme con la carretera de Zorita, al O. de la misma, una pequeña loma de arcillas y margas rojas ofrece un abundante yacimiento fosilífero reconocido hace años por el profesor J. ROYO GÓMEZ, en el cual nosotros recogimos numerosas vértebras de reptil y abundantes ejemplares de *Venus* sp., *Cerithium* sp., *Natica* sp. y *Heteraster oblongus* Brong., *Astarte allobrigensis*, Pict., así como otros moluscos mal conservados.

Subiendo la cuesta que lleva a la cumbre de los altos occidentales del valle, a poco más de media ladera, se dejan las margas rojas lacustres para entrar en el tramo de las margas arenosas grises, caracterizado, según FALLOT y BATALLER, por la presencia de *Heteraster oblongus* y *Toxaster Ricodeamus* Cott. En estas cumbres hemos hallado, no sólo numerosísimos ejemplares de la primera especie citada, sino muchos otros, entre los cuales clasificamos *Aporrhais affinis* Coq., *Terebratula acuta* Quenst., *Venus Vendoperana* Leym., *Turritella pusilla* Coq., *Arca Cymodoce* Coq.

Al E. de Portell, a unos dos kilómetros del pueblo, en el tramo margo-arenoso, recogimos varios trozos de gasterópodos muy rotos y algún individuo clasificable de *Natica Vilanove* Land., *Vicarya* sp., *Venus Vendoperana* y *Heteraster oblongus*; los bancos van aquí dirigidos al N. magnético con inclinación de unos 70 grados al E., y siguiendo nuestro recorrido, un poco más al NO. cortamos la zona correspondiente a eje anticlinal (foto 8), con estratos horizontales en corto trecho, flanco occidental ligeramente inclinado y flanco oriental muy brusco, próximo a la vertical y, por tanto, en ángulo sensiblemente recto con la cumbre horizontal.

Al SO. de Portell cambia la litología, por hacerse más frecuentes y llegar a dominar los bancos de caliza, con algunas

margas intercaladas. En esta zona se alinean al NO. con suaves inclinaciones y abundan las «tablas» o mesetas, entalladas por profundos barrancos de erosión.

En los alrededores de la Iglesuela la dirección de plegamiento resulta confusa, destacando algunas cúpulas alargadas, que integran calizas en las cumbres y areniscas calíferas amarillas en las laderas.

Las casas de Villafranca del Cid se asientan sobre calizas grises compactas, cuyos bancos se arrumban al N. magnético, y sigue dominando la estructura «en cúpulas», de cumbre alargada sensiblemente horizontal. Más al E., a unos tres kilómetros de Villafranca, las cumbres calizas muestran sus estratos alineados al N. geográfico y con inclinación de 25 grados al E.

Al llegar a Ares del Maestre, el complejo litológico — cuya estructura indicamos en itinerario anterior — aparece formado por alternancia y, hasta cierto punto, sucesión de gruesos bancos de caliza arenosa gris amarilla, que domina en las cumbres sobre el tramo de margas grises y areniscas. Encima del pueblo se eleva alto mogote de la caliza arenosa, con una gran caverna, y la erosión ha excavado en el tramo margo-arenoso profundos barrancos (foto 9) que rodean aquel cerro por todos rumbos, completando paisaje de extraña belleza.

Más al E. continúa el mismo régimen de plegamientos suaves y monotonía litológica, hasta pasado el balneario Fuente Ensegures de Benasal, donde la serie estratigráfica es muy semejante, casi idéntica, a la de Ares. Al S. del balneario, en los altos cerros próximos a la ermita, ha sido anteriormente hallada abundante fauna de braquiópodos y moluscos, típica del aptiense, que en la colección del Seminario Conciliar de Barcelona está bien representada; se han determinado (5): *Exogyra Boussingaulti* d'Orb., *Alectrionia Eos* Coq., *Nerinea Chloris* Coq., *T. sella*, *H. oblongus*, *Toxaster Collegnoi* Sism., etc.

Hacia el oriente del empalme de Benasal con la carretera

a Albocácer, la inclinación de las capas aumenta y empieza a predominar el tramo de calizas compactas agrisadas u horizonte de *Toucasias*, que en la fajar cetácea próxima a la costa adquiere — según más adelante detallaremos — enorme desarrollo. A lo largo de la depresión de Cati, alargada de N. a S., debe anotarse que el rumbo dominante de los estratos es entre N. y N.-NE., con buzamiento occidental e inclinación variable.

Los conglomerados que destacan entre Cati y el empalme de la carretera transversal con la general de Zaragoza a Castellón (así como cerca de Vallivana, aguas arriba de la rambla o torrentera que bordea el trazado), por su horizontalidad, escasa coherencia, caracteres litológicos y vecindad de los torrentes, muestran claramente corresponder a aluviones cuaternarios antiguos o terrazas mal definidas.

IV

**Algunos de los yacimientos fosilíferos
cerca de Morella**

A más de otros, reseñados en los diversos itinerarios de estas notas, citaremos ahora varios de los más próximos a la ciudad: es fácil recoger en ellos cantidad grande de individuos bien caracterizados, aunque pertenecientes a corto número de especies y representando, en general, una *facies nerítica* cuya fauna, entremezclada y extendida en enorme superficie, no permite hasta ahora establecer diversos tramos suficientemente definidos en la región.

Uno de los yacimientos más abundantes, mencionado en uno de los itinerarios, se extiende no sólo por los altos al O. del Bergantes, sino por las cuestas que de la carretera a Cinc-Torres caen al valle. Corresponde al horizonte de las «margas grises» con *orbitolinas*, *conoidea*, *discoidea*, *lenticularis*, etcétera, difícilmente diferenciables, y en él, además de los numerosísimos ejemplares de *Heteraster oblongus*, de enorme difusión regional, aparecen los que citamos al reseñar el itinerario Cinc-Torres, Iglesuela, Benasal.

Otro yacimiento, integrado por ejemplares en número incalculable, de escasa diversidad, es el cortado por el camino de herradura que, arrancando en el kilómetro 4 de la carretera de Chiva, pasa junto a La Moleta (fotos 10 y 11) y se dirige a la masía de Morella la Vella, inmediata a importantes ruinas y caverna con pinturas rupestres, en la que el tantas veces

citado profesor J. ROYO GÓMEZ realizó difícil exploración para detallado estudio.

Se extiende el indicado yacimiento por llanos y laderas margosas en que millones de *orbitolinas* integran el suelo, acompañadas por inúmeros «equinidos», «braquiópodos» y «moluscos», entre los cuales *Heteraster* y *Terebratulas* destacan por su abundancia. Hemos clasificado además del *H. oblongus* Brong y Luc., *T. sella* Sow., *T. acuta* Quenst., *Arca Cymodoce* Coq., *Panopea arduanensii*, d'Orb., *P. neocomiensis* d'Orb., *Phaladomya* sp., *Cyprina expansa* Coq., *Toxaster Ricodianus* Cott., *Exogyra Boussingaulti* Sow., *Ostrea minus* Coq., *Natica bulimoides* Desh., *N. eremitica* Land., *Venus Vendoperana* Leym., *Corbis cordiformis* d'Orb., *Orbitolina concava*, *O. lenticularis*, etc.

En las cuestas que se extienden del Mas de Roca a la orilla oriental del río, perteneciente al mismo tramo margoso, además del «espatangido», tan extendido, abundan los «braquiópodos» y algunos «gasterópodos», si bien en número incomparablemente inferior al paraje antes reseñado. Hemos clasificado, procedentes de estas cuestas: *Orbitolina concava*, *T. sella*, *T. acuta*, *Natica* sp., *Arca Cymodoce*, *Corbis cordiformis*, *Vycaria Lujani*, *Pecten Morellensis*.

Hacia el N. del Mas de Ripollés, rodeando esta masía en arco de círculo, corre el Barranc des Troncs, cuyo lecho está excavado en potente horizonte de «calizas compactas». La violenta erosión de las aguas torrenciales ha arrancado de los bancos, donde están fuertemente cementados, muchos fragmentos y moldes de *Toucasia (Requienia) Lonsdalei* Sow., *Toucasia aff. transversa* Paq., *Nerinea gigantea* Homb. Firm.?, de este último un sólo trozo no bien caracterizado.

En las mismas margas grises de *orbitolinas*, donde se apoyan las casas de Morella, las tierras labradas inmediatas a las murallas son muy ricas en restos fósiles y pueden reco-

gerse en múltiples parajes individuos bien conservados, aun cuando la mayor parte de los que sin excavar deliberadamente ha sacado a luz el arado, se encuentran muy alterados por la acción meteórica. Se han determinado, entre otros: *Arca Cymodoce*, *Janira* sp., *Pholadomya* sp., *Heteraster oblongus* Luc. y Brongn., *Exogyra Boussingaulti* Sow., *Venus Vendoperana* Leym., *Trigonia* aff. *aliformis*.

Otro yacimiento, abundante también en ejemplares, pero de escaso interés por su falta de variedad, se encuentra en la cumbre anticlinal de la Sierra de San Marcos, muy cerca de la ermita. Corresponde al tramo de las calizas compactas, de color gris claro y con margas intercaladas que integran la cumbre de este gran pliegue y sólo de *Ostrea minus* Coq. son numerosos los individuos clasificables, acompañados por escasas *Terebratulinas*.

Por último, mencionaremos los alrededores del cementerio, en cerro próximo a la ciudad, hacia el O.-NO., donde hemos recogido *Trigonia* aff. *aliformis* y otros varios, medianos, ejemplares de las especies ya citadas al reseñar otros yacimientos vecinos. En las determinaciones paleontológicas nos ha sido muy valiosa la colaboración de los ingenieros J. L. Larrauri y J. Revilla, de nuestro Laboratorio Paleontológico. Resultan constantemente conjuntos de fauna típicamente urgoaptiense, que pudieran más bien designarse como Aptiense bien definido, pues son raras las especies del Barremiense o que lleguen al Albense, y el único interés de nuestras exploraciones paleontológicas consiste en haber comprobado la presencia de fauna casi idéntica y de igual edad en puntos bastante alejados de los anteriormente reconocidos.

V

Itinerarios a Peñarroya, Herbés y Luco de Bordón

El recorrido hacia Peñarroya, Herbés y otras localidades de la antigua «Tenencia de Benifazá», tuvo por principal objetivo estudiar el borde septentrional del macizo cretáceo. Observamos que el contacto con el oligoceno de Aragón pasa a unos 200 metros al N. de La Pobleta y no al Sur de esta aldea, como indica nuestro antiguo mapa. Análoga pequeña rectificación puede hacerse al S. de Peñarroya de Tastavius, donde un espolón de caliza aptiense se acerca a poco más de un kilómetro del pueblo; pero, en líneas generales, parece ser exacta la línea de contacto con los conglomerados paleógenos que figuran en nuestros mapas.

En esta zona los conglomerados rojizos del Oligoceno son casi horizontales (foto 14), mostrando en algunos parajes inclinación máxima de 10 grados al NE., mientras que la caliza cretácea, totalmente discordante, se arrumba al NE. con inclinación de unos 50 grados al NO. Al E. de Peñarroya de Tastavius, la línea de contacto baja bruscamente hacia el SE. y vemos una topografía accidentadísima, debida a erosión del conglomerado arenoso, cuyas formas se asemejan a las del Montserrat; son barrancos, escarpes y picos muy abruptos, que integran bancos apenas inclinados en el camino a Bójar y Corachar.

Siguiendo hacia Herbés, a lo largo del curso del Tastavius,

encontramos el contacto entre conglomerados oligoceno y calizas aptenses distante poco más de un kilómetro al N. del pueblo. Al S. y SE. de Herbés (foto 15) el tramo calizo forma montañas muy escarpadas, cuyos bancos se alinean al O.-NO. y dibujan violento sinclinal que engloba un anticlinal comprimido, con capas casi verticales.

Al N. del citado pueblo observamos, cerca del contacto con el terciario, que las capas cretáceas presentan pliegues en abanico y, girando los bancos unos 45 grados, se arrumban en el borde, al E.-NE.; los gruesos bancos calizos encierran una estrecha banda de conglomerado y, en contacto anormal, cabalgan sobre las capas terciarias de la cuenca septentrional.

En otra zona, más occidental, que se extiende entre Villorres y Luco, interesante como rectificación o comprobación de mapa — por haber señalado en ella C. HAHNE la presencia de extensa mancha neogena —, observamos que cerca del primer pueblo citado, igual que en los alrededores de Forcall, integra el terreno un complejo de margas y calizas arenosas, suavemente inclinadas y en algunos parajes casi horizontales, a cuyo complejo pertenece la fauna típicamente aptiense del Mas de Roca y cuestras al E. del Bergantes. La zona distante tres a cuatro kilómetros al SE. de Luco, permite observar en los hondos barrancos y laderas de altos cerros una sucesión, bastante constante (foto 12), de tres tramos bien definidos: En la base, calizas con *Toucasia*; sobre ellas, margas con *Heteraster oblongus*, *Terebratula sella* y algunas *Rynchonellas*, y, por último, en las cumbres, a veces tabulares, calizas arenosas con fragmentos de grandes *Naticas*.

Los alrededores de Luco de Bordón (foto 13) muestran estos mismos horizontes con sus estratos mucho más inclinados, alineados de E. a O. y con sensible giro respecto a los de parajes más al SE. Aquí los ejes de pliegues siguen aproximadamente el meridiano geográfico y vemos que el curso de

un barranco sigue casi el eje de un sinclinal, en cuyos lados destacan los tres tramos que dejamos indicados. Entre este paraje y el pueblo de Villorres la comarca, bastante quebrada, la integran las margas con areniscas intercaladas y las calizas arenosas, faltando las calizas compactas; los bancos, muy inclinados y arrumbados al O.-NO., corresponden al lado N. del sinclinal asimétrico, cuyo eje cruza el río Bergantes entre Forcall y Villorres.

Itinerarios de Vinaroz a Peñíscola, Albocácer y Chert

En las colinas, de caliza gris compacta o tramo de las *Toucasias*, al O. de Peñíscola, los pliegues se disponen en abanico, pues destacan bancos alineados de N. a S. y otros giran al E. 30° N. o dirección dominante de la Sierra Costera, con buzamiento meridional y unos 40 grados de inclinación.

Al N. de Peñíscola una lengüeta cretácea, que dista tres kilómetros de la costa, penetra en la mancha señalada como cuaternaria y se extiende hasta el O. de Benicarló.

En Cervera del Maestre los bancos de la caliza compacta sobre margas con *Heteraster* van alineados al E. 20° N., con inclinación de unos 35 grados al N., que disminuye hacia el S. del pueblo, cuyo castillo y caserío destacan, desde muy lejos, sobre escarpado y agudo cerro rodeado de barrancos bastante profundos.

Al salir de San Mateo, hacia el E. los crestones de caliza se arrumban al NE. con buzamiento al NO., y siguiendo hacia Tirig, a unos tres kilómetros del pueblo de San Mateo vemos que las capas, en los cerros al N. de la Tejera Villa Raquel han girado bastante, y los ejes de pliegues van de E. a O., dibujando suaves anticlinales y sinclinales; esta ondulación se

marca bien en la cara S. de las colinas, pues las crestas calizas destacan sobre el tramo margoso.

En las cercanías de Tirig se observa igual litología y dirección de los pliegues, mientras que más cerca de Albocácer, a unos seis kilómetros del pueblo y al cruzar hondo barranco, se marca nuevo cambio en la dirección de los pliegues, que aquí se orientan al O.-NO.

Tras este trastorno local, en Albocácer, y a unos tres kilómetros al O. del pueblo, vuelven los bancos, cortados por la carretera de Ares, a tomar la dirección dominante de este trozo de la cordillera litoral, o sea al *NE.*, con buzamiento al *SE.*, y a los lados de extensa llanura, cruzada por la carretera transversal de Cati, las colinas calizas muestran los bancos siguiendo igual rumbo, con buzamiento al *NO.*, tratándose, pues, de la rama N. de un anticlinal, cuyo eje pasa entre Albocácer y Cati.

A lo largo de la carretera general de Zaragoza-Castellón, y a dos kilómetros del empalme con la transversal mencionada, cambia la dirección de las capas al *E.-NE.* y cortan las trincheras un anticlinal roto, de ramas muy inclinadas. A cuatro kilómetros al N. de Chert la dirección dominante de las calizas compactas es de *E.* a *O.*, buzando al N. con unos 60 grados de pendiente. Cerca de Chert se marca brusco giro de los ejes de pliegues que siguen aquí rumbo *N. 20° O.* con inclinación de 40 a 50 grados al E. En los alrededores de La Jana se observa igual dirección y buzamiento.

Entre Traiguera y San Jorge hay nuevo cambio de rumbo, orientándose los bancos calizos al N. 20° E. con buzamiento occidental; en las canteras próximas a Vinaroz, empleadas para obras del puerto, las *Toucasias* son abundantísimas.

Itinerario a San Carlos de la Rápita y Uldecona

En el carrete llamado La Guardiola, inmediato a San Carlos, y que rodeado por la llanura cuaternaria litoral destaca como islote avanzado del macizo montañoso aptiense, las capas calizas compactas, explotadas en cantera, siguen el meridiano geográfico con buzamiento al E. La textura de esta caliza dura es sensiblemente igual a la de los bancos de *Toucasia*, tan extendidos en el Maestrazgo.

Siguiendo el camino que del kilómetro 15 de la carretera de Vinaroz-San Carlos conduce al Mas del Llop, se cruza extensa banda de calizas grises donde recogimos varios ejemplares rotos de *rudistos*. En la vertiente E. del Montsiá, muy abrupta, destacan entre las margas bancos de arenisca y un tramo dolomítico.

De Alcanar a Uldecona se atraviesan primeramente las calizas compactas, y subiendo al collado que se alza al O. de aquel pueblo, se entra en el complejo areno-margoso de las cuestas de Remey. Al N. del pueblo los bancos de la caliza dolomítica en las cumbres occidentales del Montsiá buzan hacia el eje de la montaña marcando sinclinal. Al salir de Uldecona hacia el E. se cortan bancos de caliza magnesiana rosada, muy ricos en pequeños fragmentos de fósiles y que siguen el rumbo *NE.*, dominante en la comarca.

VI

Algunos antecedentes y resumen

Entre los numerosos estudios, generalmente de conjunto y poco detallados, que ilustres geólogos han dedicado a esta abrupta región española, merecen citarse como clásicos los de VILANOVA (31) (32) y LANDERER (13) (14), siendo este último quien con más asiduidad e intensamente ha reconocido las comarcas orientales del antiguo Maestrazgo.

Sus observaciones y determinaciones paleontológicas son amplísimas y de singular valor, llegando a conclusiones muy interesantes en cuanto a asociación y evolución de faunas. Las observaciones referentes a tectónica son, como era lógico en su época, extremadamente sucintas.

En cuanto a estratigrafía, establece tres tramos en el urgoaptiense de Teruel: 1.º o base. Alternancia de calizas, margas y areniscas, con *Chama Lonsdalii*, *Nerinea Archimedi*, *Heteraster oblongus*, etc., al cual atribuye 150 metros de espesor; 2.º Calizas y areniscas ferruginosas que alternan con arcillas y arenas, de *Plicatula placunea*, *Ostrea aquila*, *O. Boussingaulti* y muchas *Trigonias*, cuya potencia evalúa en 20 a 170 metros; 3.º Grupo de bancos, que corona el grupo, de hasta 180 metros de espesor, pobre en restos orgánicos, tales como las arcillas abigarradas de Palomar y barranco de Saucar.

Para Tarragona y Castellón indica sólo dos tramos. Tomando como tipo los cortes de Benifazá y Ballestá, cita calizas compactas en la base y arenas lignitíferas en horizonte supe-

rior, con espesor total de 450 metros. Indica asimismo que al NO. de Tortosa dominan las calizas, más o menos margosas u oolíticas, con raras arcillas y sin aflorar nunca bancos de arenas ni lignitos.

En posterior trabajo, LANDERER (15) afirma que el piso «Tenencico», considerado en general, ofrece caracteres litológicos de gran constancia en el espacio y que pueden distinguirse cuatro horizontes, a saber:

4.º El superior, compuesto de *arcillas amarillentas o verdosas*, designadas como arcillas de *plicatulas*, por abundancia de *Plicatula placunea* Lam.; indica para ella potencia de 20 metros en Muela de Chert y Morella la Vieja, consignando que suele ir cubierta por bancos de *caliza verdosa o amarillo-claro*, dura y granujenta, con *Ammonites Deshayesi*. Cita además como especies características *A. Beudanti* d'Orb., *Ostrea Pellicoi* Vern y Coll.

3.º *Calizas y margas cenicientas de orbitolinas*, en cuyo nivel, que mide 160 metros de espesor, cerca de Morella, domina *Orbitolina lenticularis* Lam.; como fósiles característicos cita *Lima parallela* Morr., *Pseudodiadema rotulare* Desor., *Epiaster polygonus* Ag., etc., acompañados por *Venus vendoperana* Leym., *Heteraster oblongus* d'Orb., *Trochus logarithmicus* Land., etc., y escasos corales.

2.º *Margas azuladas*, alternantes con *arcillas, areniscas y arenas sueltas* de gran potencia; siguen luego, en orden descendente, *calizas margosas* designadas por DE VERNEUIL como caliza amarilla de *trigonias* y más abajo *arcillas*. Señala 130 metros como espesor total de tramo, y como fósiles característicos cita: *Cassioppe Lujani* Vern., *Trigonia ornata* d'Orb., *Cerithium Haussmani* Vern., *Pteroceras pelagi* Brong., *Pholadomya recurrens* Coq., *Ostrea Precursor* Coq., etc. Entre los no característicos del tramo cita *Heteraster oblongus* d'Orb., *Natica Sharpei* Land., etc.

1.º *Calizas duras, de color gris azulado oscuro*, caracterizadas por los grandes *Naticas*, citando *N. piinoni* Land., *N. Vilanovæ* Land., *N. Gasullæ* Coq., etc. Atribuye a las capas de este tramo 200 metros de espesor, sólo parcialmente visibles en los barrancos, por ser las más profundas, y evalúa en 500 metros el espesor total del piso. Por último, atribuye 125 metros al tramo de calizas lumaquelas con *Requienia Lonsdalei* y, aun conocedor de que este horizonte ha sido considerado de base en Orgon y otros parajes clásicos del urgoniano, lo sitúa como el más alto en el Maestrazgo.

El profesor VILANOVA (31), en su Memoria de la provincia, por los muchos puntos que en ella abarca, no llega a determinación de tramos en el piso aptiense, ni intenta la separación de sus faunas.

Los modernos y notables trabajos de ROYO GÓMEZ (23) y (24) describen un interesante horizonte lacustre — cuya edad wealdica ha sido posteriormente combatida (5) — y la importante mancha terciaria de Cuevas de Vinromá-Alcalá.

Reseña en el corte NO.-SE. por Cuevas de Vinromá, río y molino de Sancha, una serie estratigráfica integrada por potente tramo de grueso conglomerado, que atribuye al paleógeno y otros tres horizontes fosilíferos miocenos.

Incluye dicho autor en esta mancha parte del valle del río de las Cuevas o Segarra, las Atalayas de las Cuevas, con el Alchepsar, y desde San Miguel al N. de Alcalá pueden distinguirse tres manchones alargados de NO. a SO.: uno, de las Cuevas, siguiendo el río hacia el Tejar; otro, en Alchepsar y Atalayas de las Cuevas, y un tercero en Alcalá de Chisvert y San Miguel, a todos los cuales une el valle del río Segarra con sus conglomerados terciarios. Una gran parte de la formación neogena está cubierta por el Cuaternario, aflorando sólo en los cerros, en el valle del río Segarra y en algún otro paraje descubierto por la erosión.

Los ilustres geólogos FALLOT y BATALLER (5) (6), al exponer las conclusiones estratigráficas, establecen no haber encontrado del cretácico inferior más que los niveles urgonienses; éstos admiten episodios continentales representados por areniscas rojas y margas moradas, o, en otros parajes, por arenas y areniscas diversicolores con tintas vivas y claras. Conviene añadir la intercalación de lignitos en las capas de *Trigonias*.

Según dichos autores, los niveles fosilíferos corresponden a facies poco profundas: calizas de *Toucasia*, capas de *Orbitolina*, areniscas de *Vicarya*, y sólo excepcionalmente se presentan los *Ammonites* en el S. del macizo; son, pues, casi imposibles los cortes estratigráficos precisos dada esta naturaleza de la fauna.

Como más típicos de la región estudiada por nosotros, reproducimos tres de las series establecidas en la obra citada (5):

	Culla-Benafigos	Chodos Peñagolosa	Morella Cine-Torres
Albense.....		Arenisca parda caliza estéril. Intercalación areniscas rojas.	
Aptiense.....	Caliza de prerradiolíticos. Margas de <i>Orbitolinas</i> con <i>Heteraster oblongus</i> . Arenas rojas y blancas; caliza de <i>Toucasia</i> .	Margas de <i>Orbitolinas</i> con <i>Acanth. Milleti</i> . Caliza de <i>Toucasia</i> . Margas de <i>Orbitolinas</i> .	Caliza margosa de <i>Heteraster oblongus</i> Margas rojas y areniscas rojo oscuro. Capas de ostras. Urgoniense con margas <i>Orbitolinas</i> .
Neocomiense?	Calizas y dolomias del río Monlleó.		
Titónico?....	Caliza gris de río Monlleó con <i>Parendichotomus</i> dudosos.		

En cuanto a tectónica, admiten dos fases de plegamiento y explican el carácter desordenado de las líneas directrices de los plegamientos por la simultaneidad de los esfuerzos; razonan la no aplicación del concepto «virgación» de ARGAND al conjunto de la Sierra Costera Catalana y Cordillera Ibérica. La segunda fase de plegamiento corresponde a esfuerzos tardíos de igual dirección que los primeros, o sea generadores de las cordilleras dirigidas al O.-SO., y han llegado a plegar el Pontense de *Hipparion gracile*, al igual de lo establecido por ROYO GÓMEZ en el alto Tajo. Se acompañan los resultados tectónicos (5) con un esquema del conjunto de ejes que más adelante compararemos con nuestras observaciones.

Las modernas monografías de C. HAHNE (9) (10) contienen numerosas observaciones e interesantes deducciones tectónicas que hemos tenido ocasión de comprobar en cuanto a direcciones dominantes de los pliegues de la región oriental.

Al tratar de estratigrafía, atribuye al Wealdense las margas rojas de Morella, e insiste en que sirve en general de apoyo a la serie urgoaptense. Para el urgoaptense llega a señalar diez horizontes en la carretera Castellote-Santolea, comprendidos entre las pizarras de Utrilla como techo y el wealdense de Morella como base, pero no generaliza ninguna división en tramos. Al establecer la extensión de los diferentes terrenos, señala límites que en algunos casos —supuesto neogeno entre Castellote Portell y La Mata, por ejemplo— no concuerdan con la realidad.

Al reseñar la comarca de Tortosa los ilustres geólogos MARÍN, BATALLER (19) y sus notables colaboradores, establecen que la dirección dominante en los ejes de pliegues es allí E. 30° N., o sea la media de la Sierra Costera Catalana —paralela a la Bética, Gredos, etc.—, como obedeciendo a empujes que proceden siempre del S.-SE., y consignan también que las líneas tectónicas varían su dirección en los dos bordes. En

el N., inclinándose a Levante, y en el S., estrellándose con los que preponderantemente han contribuido a dar el actual relieve de la Cordillera Ibérica, cuya dirección es N.-NO. a S.-SE. desde Benicarló a Zorita.

También señalan que los movimientos hercinianos en nada afectaron a los terrenos secundarios del S. de la Cordillera, alterados sólo por los movimientos que ARGAND y DALLONI llaman *plissements de couverture*, no relacionados en nada con el levantamiento de los Pirineos, sino francamente alpinos.

Atribuyen estos autores (19) al Aptiense todo el cretáceo de Tortosa, con gran predominio de calizas de facies urgoaptenses. Señalan que apenas han encontrado los bancos de *Orbitolinas*, característicos de ciertos tramos del Cretáceo inferior, apareciendo sólo en el examen micrográfico de algunas calizas, y consignan no haber encontrado en dicha Hoja los niveles de *Plicatula placunea* y *Parahoplites Deshayesi*, característicos del tramo superior del «Tenencico» de Landerer. Consideran zona característica el llamado nivel de *Natica*, particularmente abundante en los niveles margosos de las inmediaciones de Tortosa.

La serie estratigráfica determinada por ella en la subida a Coll d'Alba tiene como base los bancos calizos con *Toucasia*, y alternando bancos margosos con *Heteraster oblongus*, *Strombus Navarro*, etc., encima un complejo de arcillas, arenas, caliza ferruginosa, caliza compacta, arcillas y margas, caliza verdosa. En las inmediaciones de la Ermita de la Providencia, un horizonte con *Pentacrinus neocomiensis*, *Natica Larteti*, etcétera, y más arriba se repite un banco de *Toucasia* en caliza blanquecina que soporta otro banco arcilloso. Coronan la serie niveles arcillosos, alternando con margas amarillentas y calizas de color gris oscuro; en ellos se han recogido *Heteraster oblongus*, *Scalaria Coquandi*, *Exogyra Boussingaulti* y otros muchos fósiles hacia Coll Redó.

Al describir las series estratigráficas infracretáceas en la Hoja de Alcanar (19), los citados geólogos señalan diversos horizontes alternantes de calizas y dolomias, con *Toucasia*, margas, arcillas y arenas, sin llegar a generalizar ningún orden cronológico de estos horizontes, cuyo valor es puramente local.

Nuestras observaciones personales y su comparación con lo establecido por los diversos autores citados en este capítulo pueden resumirse del modo siguiente:

Entre Castellón y Benicasim los ejes de pliegues siguen casi la dirección meridiana; en Oropesa se observa un giro que los acerca a la dirección E. a O. y más al N. es frecuente la alineación de las capas al E.-NE., o sea el rumbo dominante en la Sierra Costera. Alcanzan en esta comarca gran desarrollo las calizas, con algunas margas intercaladas. También en el borde del macizo que se apoya sobre el Trías de Alcora y entre Lucena y Castillo de Villamalefa dominan en el Urgoaptense las calizas compactas, consiguen dirección aproximada al meridiano en los alrededores de Zucaina.

Bajo los crestones calizos afloran en el río de Villahermosa margas irisadas de carácter continental. Entre los pliegues del N. y al O. de Lucena se marca notable giro de los ejes.

Subiendo hacia el N., entre Adzaneta y Vistabella, se presentan tramos de caliza compacta con margas arenosas alternantes, y a más alto nivel, en las cumbres que dominan este último pueblo, destaca un horizonte de caliza arenosa amarillo-rojiza.

La comarca de Morella muestra hacia el N. y el O. más direcciones de los ejes de pliegues bastante onduladas, bien sintetizadas en el esquema de HAHNE (9), pues desde la dirección O.-NO. de la Sierra de San Marcos giran los ejes para hacerse casi norteados en la zona Cinc-Torres, Portell, Villafranca. La serie estratigráfica, bajando de Ares y Castellfort a Rambla de La Iglesuela y Cinc-Torres, nos muestra sucesiva-

mente areniscas amarillas y tramo de calizas grises arenosas y margas muy inclinadas y destacando netamente en la rambla, donde el violento giro de los ejes se ha resuelto en falla; más al N., el complejo de areniscas delgadas, margas y arcillas abigarradas aun alinea sus ejes, casi según el meridiano, pero tales ejes son aquí sinuosos y también los estratos ondulan bastante.

Sigue la serie entre Cinc-Torres y Morella, mostrando tres horizontes bastante bien marcados, aunque de valor local: 1.º Margas y arenas con *Ostrea*. 2.º Margas rojas y arcillas lacustres, reiteradamente clasificadas como wealdicas; y 3.º El superior de margas arenosas con *Heteraster oblongus*, *Terebratula sella*, *Venus vendoperana*, etc., donde está edificada la ciudad de Morella. Consideramos que aparecen encima de estos tramos las areniscas calíferas amarillas que coronan las mesetas o muelas a ambos lados del Bergantes, frente a Forcall y sobre Castellfort, mientras que es frecuente se presenten como base las calizas con *Toucasia* del Barranc des Troncs y otros parajes. Tendríamos así una serie aptiense de cinco tramos, los que en modo alguno pretendemos generalizar.

Entre Portell, La Iglesuela y Villafranca del Cid se presentan sólo dos tramos bien marcados: calizas arenosas en las cumbres y areniscas amarillas alternantes con margas en las laderas. La tectónica de esta comarca está caracterizada, como en Ares, por cúpulas alargadas de ejes norteados. Hacia Benasal varía algo la litología, y bajo el balneario pueden distinguirse tres tramos: inferior de areniscas amarillas, más arriba margas agrisadas y en las cumbres calizas arenosas amarillo claro; debemos, sin embargo, hacer notar que los horizontes primero y segundo están mal definidos, pudiendo considerarse como alternancias.

Más al NO., hacia Viltores y Luco de Bordón, en la comarca supuesta neogena por algún autor (9), el aptiense está re-

presentado por tres tramos: caliza de *Toucasia* en la base, complejo de areniscas y margas con *Heteraster* y *Terebratula sella*, y encima las calizas arenosas de *Naticas*.

La zona costera del N. del macizo, entre Benicarló, Cervera del Maestre y Albocácer, muestra gran predominio del tramo de calizas grises compactas, apoyadas sobre las margas con *Heteraster*. Sus ejes de pliegues muestran varios giros locales desde la dirección *E. a O.* a la *E.-NE.*, dominante en la Sierra Costera. Más al N. aún, entre Chert y Vinaroz, los pliegues siguen en general este último rumbo — tras trastorno local al N. de Chert — y presentan litología muy monótona, tramo muy potente de calizas grises, compactas, con algunas arcillas intercaladas. Cerca de Vinaroz, en la cantera explotada para obras del puerto, esta caliza con abundantísimas *Toucasias* pasa a ser verdadera lumaquela.

Para terminar estas notas, consignaremos que la tectónica regional, caracterizada por bruscos giros de los ejes, en parajes vecinos, muestra de modo indudable la interferencia de los empujes que originaron la Cordillera Ibérica y la Sierra Costera. De los dos esquemas tectónicos que conocemos (5) y (9), juzgamos el alemán más aproximado a la realidad.

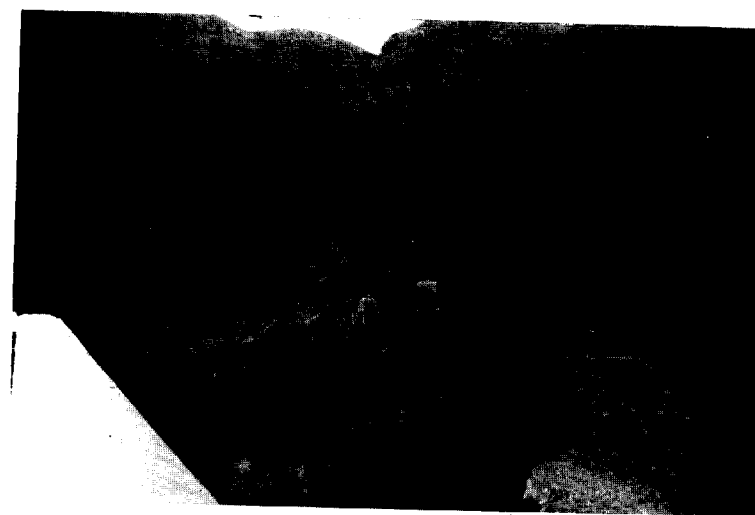
En cuanto a estratigrafía, creemos inaceptable la extensión atribuida al neogeno por dicho autor, y asimismo nos parece no admisible la generalización a todo el macizo de los cuatro tramos establecidos por los clásicos estudios de LANDERER en la comarca llamada Tenencia de Benifazá. De acuerdo con las conclusiones de los sabios geólogos FALLOT y BATALLER, estimamos que sólo tienen valor local las series estratigráficas, por nosotros observadas, sin posible generalización, por tratarse de faunas neríticas, muy mezcladas, en que no cabe fundar suficientemente la sucesión cronológica.

MACIZO DEL MAESTRAZGO

LÁM. I.



1. — Serrata caliza de Oropesa y ruinas del castillo.



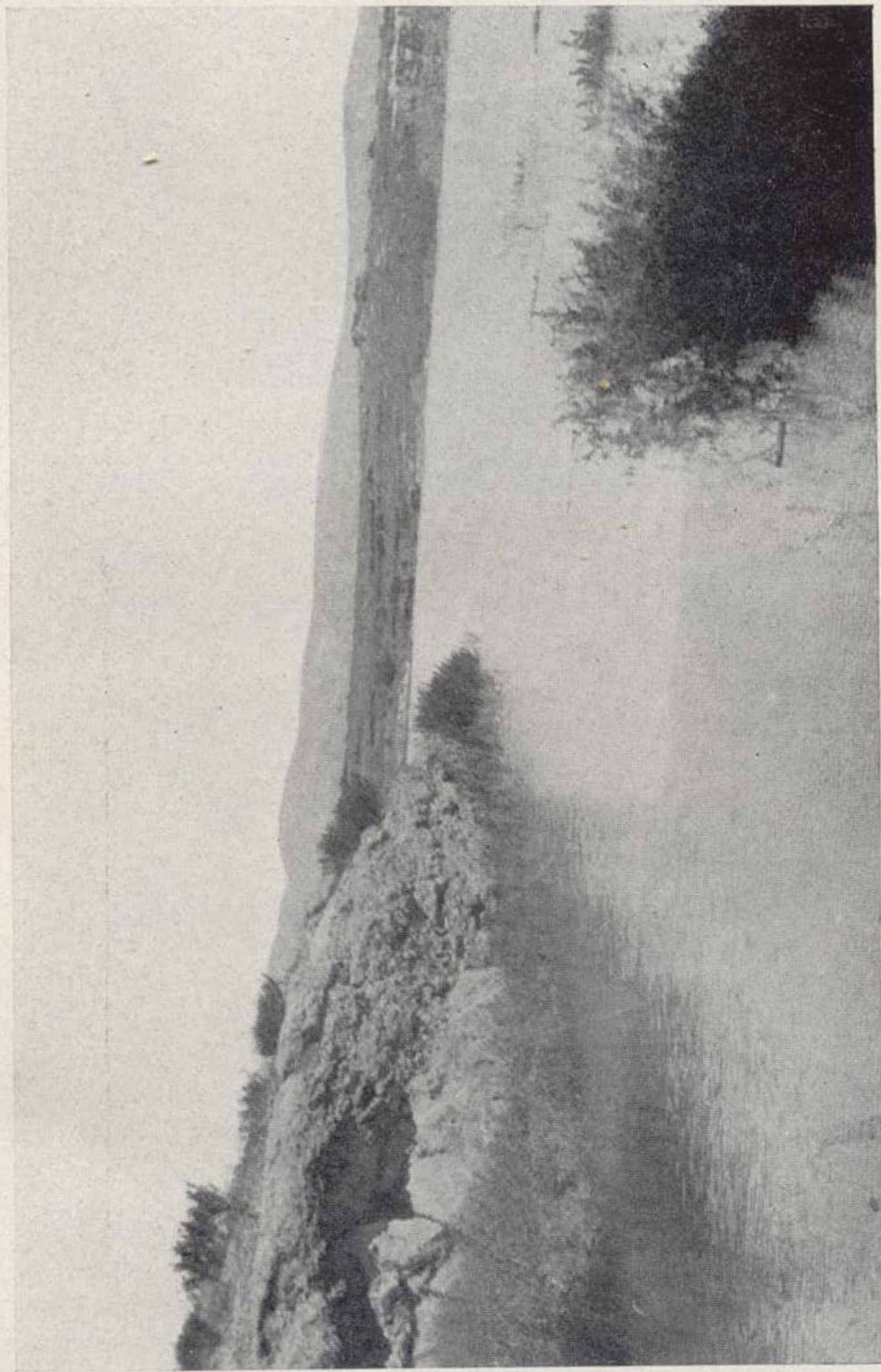
2. Carretera Lucena a Zucaina. Puente sobre el río Villahermosa. Caliza urgoaptense sobre conglomerado Triás.



1. — Serrata caliza de Oropesa y ruinas del castillo.



2. — Carretera Lucena a Zucaina. Puente sobre el río Villahermosa.
Caliza urgoaptense sobre conglomerado Trías.



3. — Carretera Castellón-Alcora. Pantano Rambla La Viuda.
Caliza urgoaptense sobre conglomerado.



4. — Mancha triásica, barranco Folladórs, cerca de Vistabella de Ares.
Bancos inclinados del Keuper bajo cuaternario.



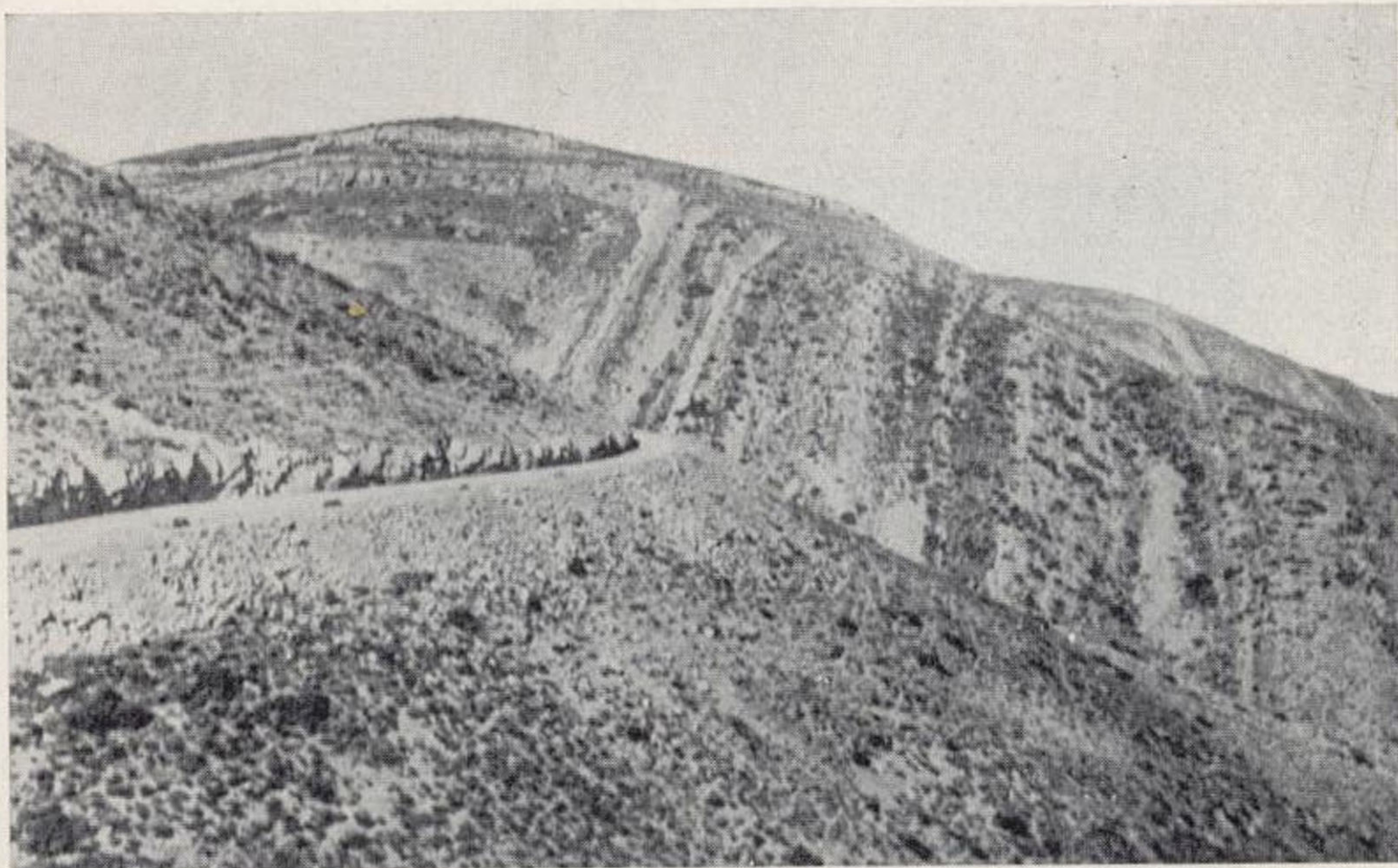
5. — Mancha triásica, barranco de Folladórs y monte Gepsar.
Keuper con yesos.



6. — Masía de Aguilar, al E. de Morella. — Pliegue de la caliza sobre margas.



7. — Pueblo de Castellfort. — Areniscas amarillas horizontales.



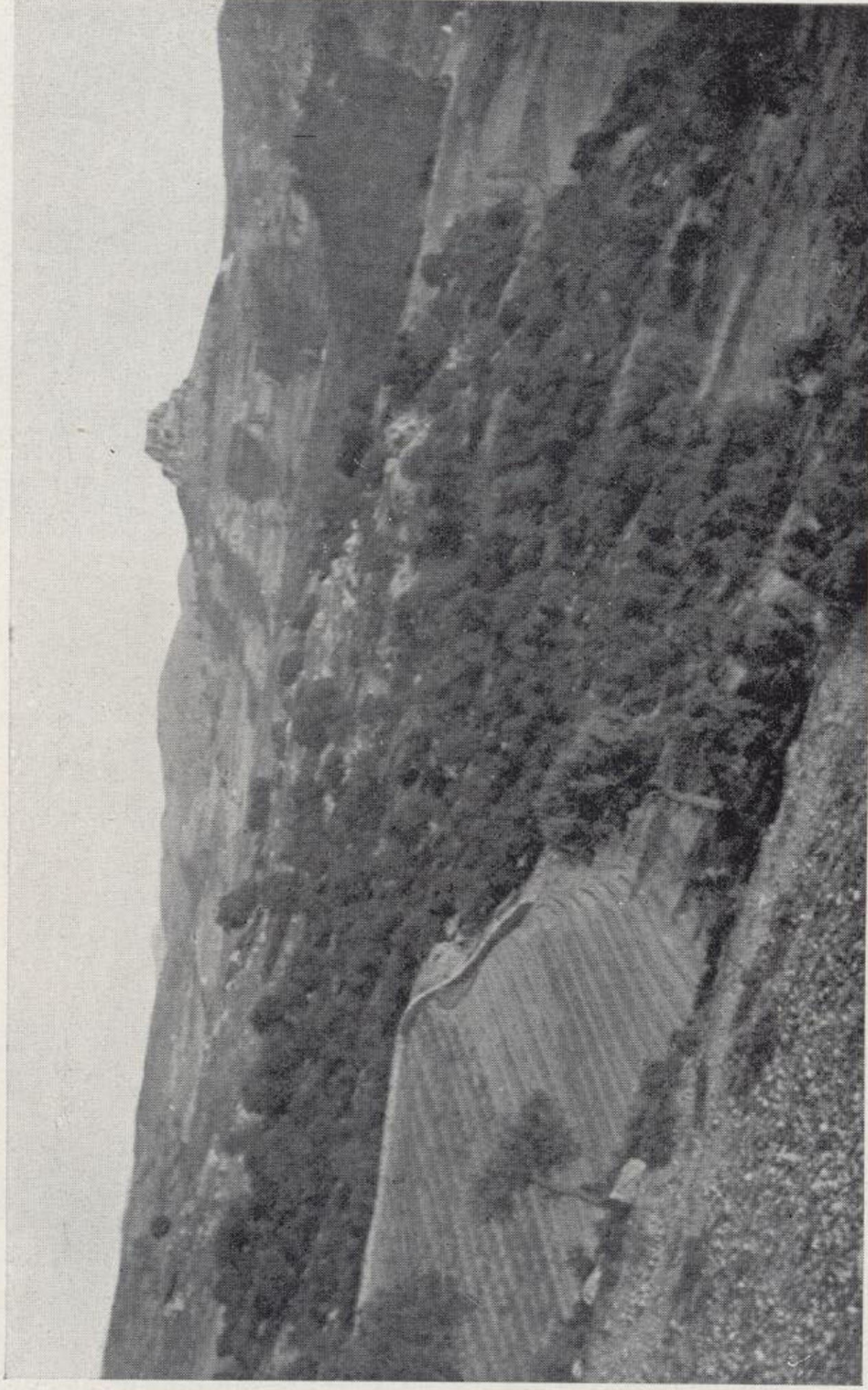
8. — Anticlinal de Portell-Cinc Torres. — Cumbre y rama oriental.



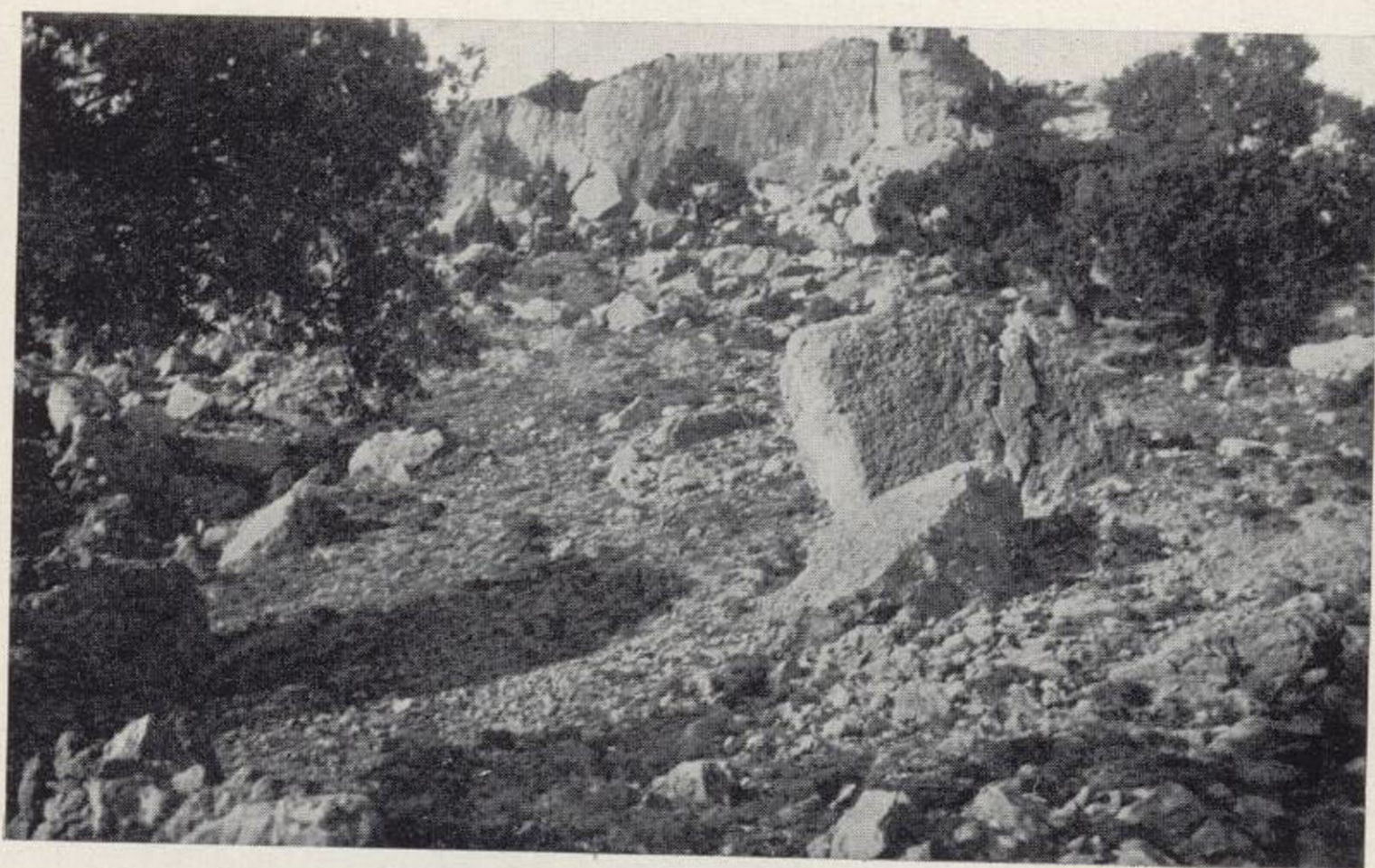
9. — Barrancos de erosión y panorama de Ares del Mestre.
Tramo arenomargoso.

MACIZO DEL MAESTRAZGO

LÁM. VI.



10. — Alrededores septentrionales de Morella, desde La Moleta.



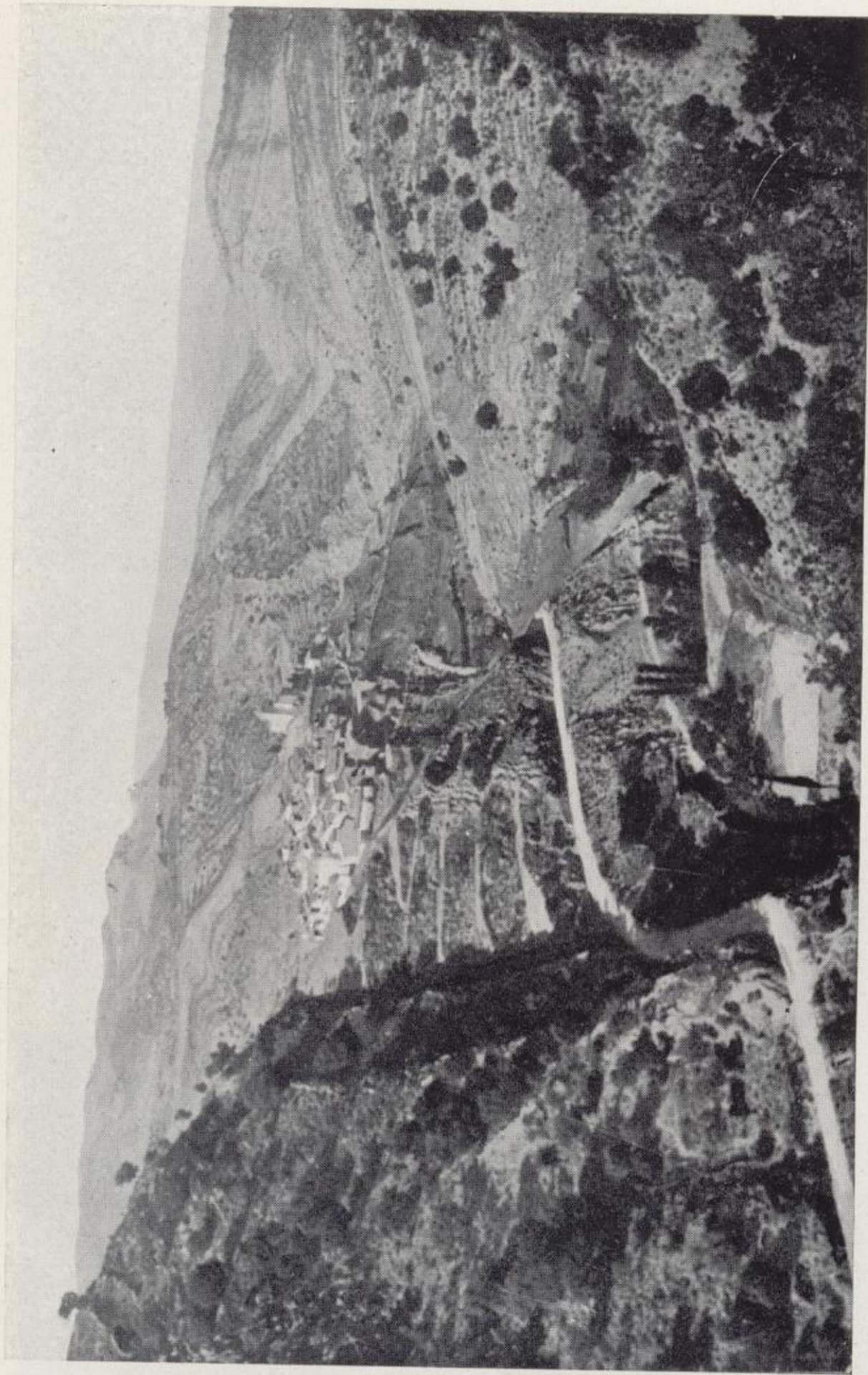
11. — Calizas arenosas subhorizontales de La Moleta,
junto a Morella la Vella.



12. — Sinclinal del Aptense, tres tramos, al SE. de Luco de Bordón.

MACIZO DEL MAESTRAZGO

LÁM. VIII.



13. — Panorama de Luco de Bordón. — Tramo arenomargoso; al fondo, Castellote.



14. — Conglomerados oligocenos entre Peñarroya, Bójar y Corachar.



15. — Pliegues de la caliza aptense, al SE. de Herbés.

NOTA ACERCA

DE LA

INDUSTRIA PETROLÍFERA RUMANA

Y APLICACIÓN DE SUS DATOS
GEOLÓGICOS A LA INVESTIGACIÓN
DE ALGUNOS YACIMIENTOS
PETROLÍFEROS ESPAÑOLES

POR

E. DUPUY DE LÔME

Vocal del Instituto Geológico y Minero de España.

NOTA ACERCA DE LA INDUSTRIA PETROLÍFERA RUMANA Y APLICACIÓN DE SUS DATOS GEOLÓGICOS A LA INVESTIGACIÓN DE ALGUNOS YACIMIENTOS PETROLÍFEROS ESPAÑOLES

INTRODUCCIÓN

En el mes de mayo del año 1931 tuve ocasión de visitar detenidamente todos los campos petrolíferos rumanos de cierta importancia, examinándolos tanto desde el punto de vista geológico como el puramente industrial.

En varias de estas excursiones me acompañó el distinguido geólogo rumano profesor O. M. Preda, a quien tanto debe la industria petrolífera de este país, y en animadas discusiones en los distintos campos petrolíferos tuvimos ocasión de analizar las variadas hipótesis apadrinadas por geólogos rumanos y extranjeros acerca de la tectónica de tan interesante país, de la génesis de sus magníficos yacimientos y de cuantas cuestiones atañen a la industria petrolífera rumana, uno de los factores principales de la riqueza de esta nación.

También tuve el beneficio de conocer la autorizadísima opinión acerca de tan intrincados problemas del profesor doctor G. Macovei, Director del Instituto Geológico de Rumania, que con sus magistrales trabajos acerca de la geología del petróleo tanta luz ha dado sobre cuestiones al parecer sin solu-

ción y que han hecho que por todos se le reconozca como uno de los maestros mundiales indiscutibles en tan difícil materia.

A estos dos profesores y a cuantos geólogos, ingenieros e industriales me facilitaron mi misión, adiestrándome unos, facilitando otros con exquisita amabilidad mi estancia en tan encantador país, doy desde aquí las más expresivas gracias.

Me han movido a escribir esta ligera Memoria acerca de cuanto he visto principalmente dos fases del problema del petróleo rumano.

Por una parte, la gran analogía entre la tectónica rumana y la de nuestra zona atlántica del Protectorado español en Marruecos y aun de algunas regiones posiblemente petrolíferas de nuestra Península, que nos obligan a fijar especialmente nuestra atención en los fenómenos tectónicos de aquel país, si queremos resolver los que se presentan en el nuestro, y por ello espero que a algunos geólogos españoles les sirvan estas líneas de guía para sus estudios.

Por otra parte, no hay que olvidar que Rumania, por su situación geográfica, por la riqueza de sus campos y la calidad de sus productos, ha sido y tiene que ser en lo futuro uno de los principales países suministradores de productos petrolíferos a España, y el conocimiento de la situación de la industria petrolífera en Rumania será necesario a cuantos se interesen por el porvenir de la política petrolífera española.

Sin pretender describir novedades en la geología rumana, admirablemente estudiada por los geólogos rumanos y los especialistas de todo el mundo que han vivido en aquel país, para lo cual mi estancia ha sido demasiado corta y mis fuerzas son pocas, espero que siquiera sirvan estos renglones para orientación de cuantos se interesen por los problemas que antes hemos citado.

CAPÍTULO I

Descripción geológica

Los yacimientos petrolíferos rumanos constituyen la prolongación oriental de las formaciones impregnadas de hidrocarburos que acompañan al borde exterior de los alpidos.

Estos yacimientos comienzan en los depósitos franceses de asfalto de Avignon (Gard), siguen por la zona de molasas petrolíferas de Suiza, de importancia científica pero no industrial, continúan en las capas con hidrocarburos gaseosos de Austria y, por fin, han dado lugar a los campos productivos de Checoslovaquia, Galitzia y Rumania. En este último país los yacimientos principales están en los distritos de Moldavia y Muntenia y después desaparecen en la Oltenia (fig. 1.^a).

Fuera de estas regiones, situadas en el borde externo de los Cárpatos Orientales, solamente se han encontrado en Rumania formaciones ricas en gas en su borde interno y cuenca terciaria de Transilvania.

La cordillera de los Cárpatos Orientales se distingue netamente del resto de los Cárpatos por sus condiciones morfológicas, estratigráficas y tectónicas, como tan acertadamente ha indicado Macovei (1), y han sido causa de que precisamente en esta región se hallen los depósitos explotables de petróleos.

En Rumania hay que considerar en los Cárpatos Orientales

(1) G. MACOVEI: «Aperçu géologique sur les Carpathes Orientales». *Guide des excursions de la II^{me} réunion de l'Association Carpathique en Roumanie*. Bukarest, 1927.

tres grandes fajas o zonas de muy distinto interés para la geología petrolífera. Empezando por el interior, se desarrollan: la zona cristalina mesozoica, la del Flysch y, por último, la Neoge-

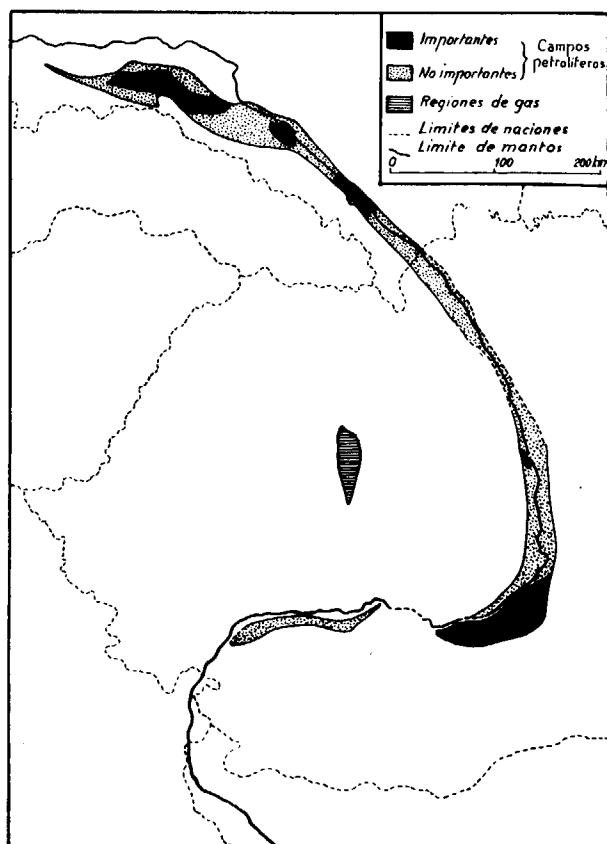


Fig. 1.ª — Mapa esquemático de los campos petrolíferos del Este y Sur de los Cárpatos.

na; la primera no tiene manifestaciones hidrocarbonadas, mientras que estas sustancias se presentan en las otras dos fajas y, sobre todo, en la Neogena, que es donde se hallan los criaderos más ricos del país.

Tratemos por separado de estas dos últimas zonas.

Zona del Flysch

Esta faja de terrenos cretáceos y paleógenos tiene de 25 a 70 kilómetros de ancho y está formada por capas muy plegadas, con estructuras asimétricas inclinadas hacia el exterior y, sobre todo, en su límite externo, desbordantes sobre las formaciones más modernas. En cambio, en el borde interno queda cubierto algunas veces el Flysch por las formaciones cristalinas más antiguas de la zona mesozoica

En el Flysch se distinguen dos zonas distintas: la interior, formada por depósitos infracretáceos, y la exterior, con sedimentos senonenses y paleógenos.

En algunos núcleos de anticlinales de la zona exterior que han sufrido una denudación profunda, se presentan, por excepción también, las capas barremienses.

Hay una línea de dislocación muy importante que separa ambas zonas, pero que no siempre es visible, pues está frecuentemente oculta por una faja menos importante, la llamada zona media, constituida por depósitos paleógenos. Estas tres zonas jalonan todo el borde de los Cárpatos Orientales, desde Polonia hasta el valle de Buzau, donde se tuercen violentamente hacia el Oeste y pierden la regularidad que hasta aquí tenían, presentándose accidentes tectónicos locales que, aunque tengan gran importancia petrolífera, no es necesario reseñar aquí con detalle.

Zona interior del Flysch. — Pasemos, siquiera sea muy esquemáticamente, a describir los depósitos de la zona interior.

Los sedimentos más antiguos corresponden por su fauna al Valanginiense y Hauteriviense y están formados por una serie muy potente de margas y calizas margosas, en general finamente estratificadas y cruzadas por vetillas de calcita.

Tuvimos ocasión de examinar con detenimiento esta formación en los profundos cañones que sigue la carretera de Cámpina a Sinaia, residencia de verano de los reyes de Rumania.

Encima de estas capas se presentan una serie de depósitos de areniscas y conglomerados con fauna característica del Barremiense que linda con un nivel pizarreño de varios centenares de metros de potencia y de la misma edad geológica.

Esta última formación tiene gran importancia petrolífera, pues no sólo presenta todos los caracteres de una roca madre, sino que tiene frecuentes indicios de hidrocarburos líquidos y gaseosos.

El Aptiense está representado por tres tramos, el inferior de margas pizarreñas con intercalaciones de areniscas micáferas, el medio constituido por bancos potentes de areniscas micáferas, accidentalmente con lechitos margosos, y, por último, el nivel superior de conglomerados. Estas capas están caracterizadas por varios niveles con orbitolinas, belemnites y hoplites.

En algunos puntos se presentan calizas coralígenas con caprotinas.

Llama, desde luego, la atención la identidad de facies con el aptiense pirenaico, sobre todo en el nivel sabuloso, donde, a semejanza de lo que sucede en Rumania, se han encontrado pequeños depósitos de aceite mineral en varios puntos de nuestras provincias de Burgos, Santander y Soria.

Al Aptense siguió una prolongada emersión con denudación y plegamiento de las capas infracretáceas, empezando luego la sedimentación de los depósitos que forman la:

Zona exterior del Flysch.— Primeramente se presentan margas arcillosas y calcáreas de una coloración roja y blanca característica, pertenecientes al Senonense, de un parecido verdaderamente notable a los depósitos de la misma edad de

nuestras provincias de Levante y Andalucía, de modo que cualquier observador en presencia de estas capas que conozca el Senonense característico de nuestra Península no dudaría en atribuirles esta edad.

La fauna de equinidos (*Micraster coranguinum* y *Echinoconus conicus*) es también idéntica al de estas capas en España.

Solamente se encuentra petróleo en el Senonense cuando sus estratos están relacionados tectónicamente con el Oligoceno.

El Eoceno se caracteriza por una variación lateral de facies muy pronunciada, pues en unos puntos es margoso, mientras que en otros es predominantemente sabuloso.

En el borde externo el Eoceno está integrado por una potente serie de margas fajeadas de colores parduzco y verdoso, con lechos intercalados de areniscas más o menos micáferas y calizas duras arenosas. En esta formación abundan los fucoides e impresiones de algas.

El Eoceno, según nos separamos del borde, va siendo cada vez más sabuloso y desaparecen casi por completo las margas, a quienes sustituyen potentes bancos de areniscas delezables.

Esta facies alcanza hasta el Oligoceno, según ha demostrado el estudio de las distintas especies de numulites que se han encontrado.

En el Eoceno no se conocen más que yacimientos petrolíferos muy pobres y el aceite no se encuentra más que en las capas más elevadas del sistema.

El Oligoceno, uno de los terrenos más importantes desde nuestro punto de vista, comienza por un horizonte de margas pizarreñas y después sigue el nivel de las *Menilitas*, que soporta a su vez una serie con una potencia de varios centenares de metros de pizarras disodílicas con manchas sulfatadas. Este

nivel contiene muchos esqueletos y escamas de peces, como hemos podido observar en el campo petrolífero tan conocido de Bustenari.

Según muchos autores, estas capas constituyen la roca madre de todos los yacimientos petrolíferos explotables de los Cárpatos.

La parte más elevada del Oligoceno tiene una arenisca cuarzosa de cemento silíceo, con granos redondeados calibrados, con una potencia también de varios centenares de metros y, según Mrazec, está indudablemente formado por arena de duna.

El Oligoceno es el terreno más interesante de la zona del Flysch, pues encierra yacimientos petrolíferos de gran importancia.

Zona Neogena

La zona que acabamos de examinar forma parte de la cordillera carpática, mientras que entre esta sierra y la llanura rumana se extiende una región de colinas que corresponde a la zona Neogena.

Nos ocuparemos de esta zona únicamente en la parte que nos interesa, es decir, en la región de pliegues diapiros comprendida entre Buzau y el valle de Dombovitz, pues precisamente la existencia de estos pliegues y las diferentes líneas de dislocación que han motivado han sido causa de la acumulación y conservación de los campos petrolíferos más ricos de Rumania.

El Aquitaniense, que forma la base del Neogeno, tiene un carácter marcadamente lagunar con sedimentos arcillosos y margosos negros, con pequeñas intercalaciones de areniscas micáferas blandas y con potentes capas de yesos bituminosos. En esta formación se hallan todas las masas salinas carpáticas

y su facies demuestra claramente que estos sedimentos se depositaron en las lagunas que se formaron al retirarse el mar de la época del Flysch.

A causa de las fuertes dislocaciones de sus capas no ha podido medirse directamente el espesor del Aquitaniense, pero se estima que no baja de 200 metros.

El Burdigaliense está integrado por un nivel de conglomerados que llega a tener 200 metros de espesor y se presenta en transgresión sobre los horizontes más antiguos. Así como en el Aquitaniense sólo se han encontrado indicios bituminosos, pero nunca depósitos petrolíferos, en el Burdigaliense se conocen algunas pequeñas acumulaciones de esta sustancia que, sin embargo, no tiene valor comercial.

El Helveciense consta de una serie de capas de margas arcillo-sabulosas y areniscas micáferas o arenas casi sueltas con una potencia total que se acerca a los 1.000 metros. Algunas veces se presentan intercaladas pizarras arcillosas hojosas que recuerdan las pizarras disodílicas del Oligoceno.

En el Helveciense se encuentran a veces importantes cantidades de aceite, pero repartidas en un gran espesor de estratos, por lo cual los yacimientos resultan muy pobres.

El piso siguiente es el Tortoniense, integrado por margas y arenas y más raramente por calizas de *lithothamnium*.

El Sarmatiense tiene margas, arenas, areniscas y calizas oolíticas y también a veces conglomerados con una fauna muy rica de fósiles de agua salobre.

Pasemos ahora a examinar los pisos que mayor interés ofrecen para la industria petrolífera, empezando por el Meociense, con una alternancia de arenas y areniscas concrecionadas, calizas oolíticas y margas sabulosas y potencia que varía mucho de unos campos a otros, pero que como máximo alcanza los 400 metros.

En algunos puntos tiene capas de lignito que han sido ob-

jeto de una explotación bastante activa y que constituyen un excelente nivel de referencia.

La fauna característica está formada por *Dossinia escolata*, *Unio Subatavus*, *U. Subvecurvus*, *Congeria novorossica*, *C. panticapea*, *Cerithium istrizense*, y entre los vertebrados, *Hipparion gracile*.

Este tramo lo consideraríamos en España como formando un nivel elevado del Mioceno, pero en Rumania, siguiendo clasificaciones empleadas en otros países, lo consideran ya como Plioceno.

En el Meociense se encuentran los yacimientos petrolíferos más ricos del país, gracias a la disposición estratigráfica de sus capas y a la presencia de arenas muy porosas selladas por niveles arcillosos impermeables.

El Pontiense está formado casi exclusivamente de margas arcillosas y sabulosas, con algunas capas de arenas aisladas y poco potentes, con un espesor total de unos 600 metros. Además de lameliobranquios y gasterópodos, se han encontrado restos de *Hipparion gracile*, *Gazella brevicornis* y *Mastodon longirostris*.

Aunque por la escasa porosidad de sus capas no existan yacimientos petrolíferos importantes en el Pontiense, tiene este piso, en cambio, extraordinario valor como cubierta impermeable del Meociense.

El Daciense está formado casi exclusivamente por arenas o areniscas blandas y, frecuentemente, intercalaciones de margas arcillosas o carbonosas con depósitos importantes de lignito. Tiene unos 250 metros de espesor y se ha encontrado *Mastodon Borsoni*, *Dinotherium gigantissimum*, *Rhinoceros megarhinus*, etc.

Este piso tiene grandísima importancia, pues en él se encuentran algunos campos petrolíferos reputados entre los mejores de Rumania.

El Levantino constituye el último piso de edad pliocena, y está compuesto exclusivamente por depósitos de agua dulce, con un espesor que alcanza los 800 metros. En su base hay un horizonte de margas arcillosas con *Helix* (que forma excelente cubierta impermeable que resguarda los yacimientos petrolíferos del Daciense), al que siguen arenas y areniscas y en algunos puntos grandes masas de aglomerados.

Entre los mamíferos descubiertos en esta formación merece citarse *Elephas meridionalis*, y únicamente se han hallado en el Levantino pequeñas masas de asfalto y petróleo endurecido por la pérdida de sus hidrocarburos ligeros.

De todo lo expuesto se deduce que, al objeto de nuestro estudio, aparte de los yacimientos oligocenos que tuvieron hace años alguna importancia industrial, tienen extraordinario valor los criaderos del Meociense y Daciense, niveles que proporcionan casi exclusivamente la producción petrolífera rumana que tantísimo se ha desarrollado estos últimos años.

Pero no siempre tienen estos pisos aceites minerales: es necesario se verifiquen otras varias concausas que estudiaremos más detenidamente, pues pudieran tener gran interés para la investigación más científica de las posibilidades petrolíferas de la Península Ibérica y del Marruecos español.

Entre estas concausas podemos citar, ante todo, el

Carácter de los plegamientos

En el larguísimo período de emersión, que dura desde el Aptiense al Senonense, se plegaron las formaciones infracretáceas que constituyen el substratum del país: es la fase que ha denominado Stille austriaca.

Al final del Cretáceo hubo otro plegamiento, sin que coincidiera con una emersión general de los terrenos: se trata de la fase laramiense de Stille.

Del examen estratigráfico de los diversos pisos neogenos se desprende que a partir del Burdigaliense se empezó un nuevo período de plegamientos: la fase neogena que en Muntenia se prolonga sin interrupción hasta el cuaternario.

Estos movimientos tectónicos han tenido su mayor efecto en la región de los pliegues diapiros que tan claramente ha descrito Macovei, señalando sus principales características. Según tan autorizado geólogo, estos pliegues son consecuencia de la continuidad de los movimientos tectónicos que se desarrollaron paralelamente al proceso de la sedimentación efectuado en el Mioceno superior y Plioceno.

En los puntos donde el plegamiento ha tenido acción preponderante sobre el proceso de sedimentación resultarán pliegues de un gran diapirismo (tipo Moreni), en los cuales los núcleos anticlinales formados por sal aquitaniense y hasta por el Oligoceno llegan a estar en contacto con el cuaternario. En el caso de suceder lo contrario, es decir, que el proceso de sedimentación es más intenso que el plegamiento, se llega a pliegues de débil diapirismo (tipo Runcu), que se acercan mucho por sus caracteres a los pliegues normales.

A este último tipo pueden asimilarse los plegamientos que hemos observado en la costa atlántica de nuestro protectorado en Marruecos y en los campos petrolíferos situados en el protectorado francés, cerca de nuestra frontera.

Fallas

El estudio de las fallas que cortan algunas de las formaciones neogenas tiene enorme importancia industrial y científica, pues a lo largo de estas zonas de fractura se ha efectuado la migración de los hidrocarburos de las rocas madres a las arenas petrolíferas y nos permite hacer varias hipótesis muy inte-

resantes acerca de la época en que se efectuó dicha migración, así como de las relaciones entre el movimiento del petróleo y del agua salada que lo acompaña.

El distinguido geólogo profesor I. Popescu Voitesti hizo una comunicación muy interesante a la Asociación Geológica carpática, reunida en 1927, en la cual hacía notar que en los campos petrolíferos rumanos se han descubierto, gracias a los datos obtenidos en centenares de sondeos, dos líneas de fallas orientadas próximamente de E.-NE. a O.-SO. y de E.-SE. a O.-NO., que se cortan bajo un ángulo bastante agudo. Estas direcciones de fallas, al afectar los macizos salinos, son causa de la superficie más o menos paralelográfica de muchos de los afloramientos de sal.

Uno de los campos petrolíferos donde mejor han podido examinarse los efectos de las fallas es el de Ochiuri, acerca del cual ha publicado en 1929 una interesantísima monografía el profesor Preda, de la cual tomamos muchos de los datos que a continuación exponemos y que han sido contrastados por nosotros durante una visita a dicha explotación petrolífera en compañía del autor de dicho artículo científico.

Una serie de sondeos ejecutados a partir de 1923 han demostrado que en la parte SO. del campo petrolífero de Ochiuri existe una línea que separa dos regiones, la occidental, donde el «Drader» (nivel sabuloso del Daciense) está completamente desprovisto de petróleo, y otra, la oriental, donde las capas de este horizonte contienen gran cantidad de hidrocarburos líquidos y gaseosos y han sido objeto de una explotación muy lucrativa.

Esta línea corresponde a una zona de dislocación que se manifiesta en el Meociense como zona anticlinal estrecha y en el Plioceno superior como línea de falla con salto.

El pliegue diapiro de Ochiuri es de los más característicos, con un núcleo salino que atraviesa un anticlinal principal del

Plioceno representado por todos sus pisos Meociense, Pontienne, Daciense y Levantino, según puede verse en la figura 2.^a

Los sondeos efectuados en el anticlinal principal han demostrado que hay, como hemos dicho, dos orientaciones generales E.-NE.-O.-SO. y O.-NO.-E.-SE., que marcan en el plioceno que rodea al macizo salino alineaciones anticlinales secundarias, que unas veces afectan a todos los depósitos

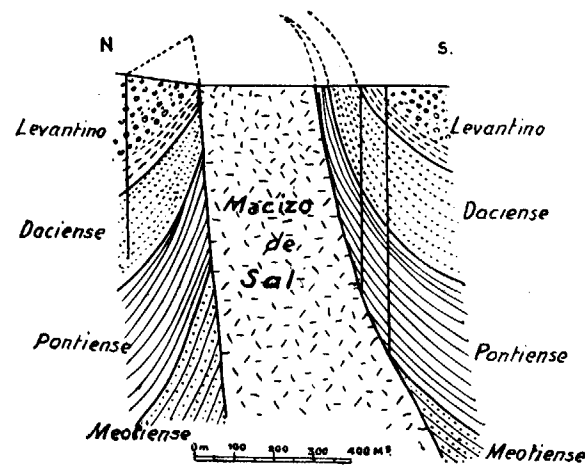


Fig. 2.^a — Corte transversal del diapiro de Ochiuri, según D. M. Preda.

pliocenos, otras solamente algunos de sus pisos y, por último, alguna vez también cortan el macizo de sal.

Estas direcciones anticlinales corresponden a dos períodos de plegamiento, una anteburdigaliense, con orientación E.-NE.-O.-SO., y el otro postlevantino, alineado O.-NO.-E.-SE. Este último movimiento, como siempre suele suceder, ha acentuado el plegamiento más antiguo y ha provocado la penetración de los macizos salinos a través de todo el Plioceno.

Esta duplicidad de pliegues secundarios ha sido causa de que en las extremidades de muchos macizos salinos existan

dos zonas anticlinales distintas que forman la continuación del domo salino, lo cual a veces tiene gran importancia industrial.

En cuanto a la zona de fallas de que hemos hablado antes y que representamos en la figura 3.^a, vemos que la región occidental se eleva unos 60 metros sobre la oriental y que las ca-

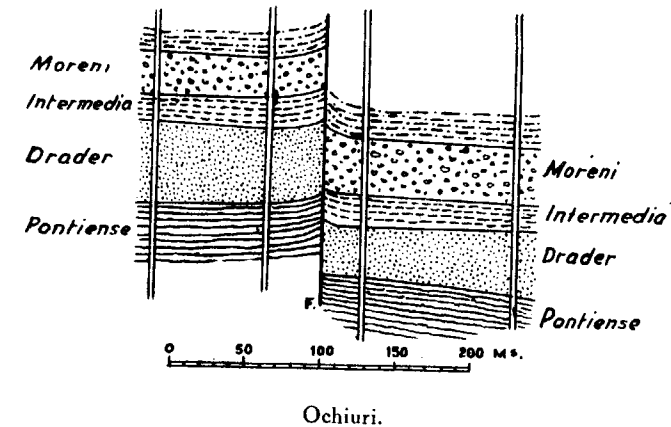


Fig. 3.^a — Corte geológico transversal, según D. M. Preda.

pas productivas del Drader del Este de la falla confrontan con el Pontienne impermeable.

De este estado de cosas deduce Preda las siguientes interesantísimas conclusiones:

1.^a El petróleo del Daciense de Ochiuri es un yacimiento secundario.

2.^a La presencia de agua salada debajo del petróleo en unas capas que, como todo el Daciense, se han depositado en lagos de agua dulce, demuestra que la migración del agua salada está íntimamente unida a la migración del petróleo.

3.^a La migración del agua salada y del petróleo se ha efectuado a lo largo de las fisuras de la brecha de falla formada alrededor del macizo de sal durante su penetración a través de los depósitos pliocenos, y en su movimiento ascensional

han encontrado las capas porosas del Drader y han penetrado en éstas en la zona situada alrededor del macizo salino.

No han podido avanzar hacia el Oeste más allá de la falla, pues han encontrado las cabezas de las capas del Drader tapadas por las margas impermeables del Pontiense.

4.^a Como la falla se ha producido después del Levantino, se deduce que la migración del petróleo ha tenido lugar en época cuaternaria.

5.^a Un problema muy interesante: consiste en saber si la migración del petróleo se ha efectuado antes o después de la del agua salada o si ha tenido lugar al mismo tiempo.

Si la migración del agua salada fuese anterior a la del petróleo, la capa porosa estaría saturada de agua a gran presión y no es posible que el petróleo haya desalojado el agua, sobre todo si se tiene en cuenta que la atracción capilar del agua es tres veces mayor que la del petróleo.

Si el petróleo hubiese migrado antes que el agua salada, es necesario que ésta hubiese atravesado la capa impregnada de hidrocarburos a gran presión para ocupar el espacio libre más bajo en el flanco del anticlinal.

Parece, en vista de lo expuesto, que lo más probable es que agua y petróleo hayan migrado juntos en forma de emulsión y que la separación de los líquidos y el gas entre sí se haya verificado en la capa misma, conforme a su respectiva densidad, tomando la posición usual que estos flúidos ocupan en toda estructura geológica petrolífera.

Existe aún otro problema de gran interés, que es la determinación de si el petróleo del Meociense se encuentra en un yacimiento primario o secundario. Desgraciadamente, las observaciones recogidas en el campo de Ochiuri, que tanta luz han dado sobre el aceite de las capas del Daciense, no son aplicables al Meociense.

Sin embargo, todos los autores modernos admiten que el

petróleo Meociense también ocupa un yacimiento secundario, lo cual nos lleva a una de las investigaciones más atrayentes de la geología petrolífera, o sea el estudio de las

Rocas madres petrolíferas

Durante mucho tiempo se han considerado como rocas madres petrolíferas capas de la más variada composición petrográfica, pues a excepción, claro es, de las rocas hipogénicas o cristalinas, casi no hay sedimento que no se haya estimado susceptible de considerarse como yacimiento petrolífero primario.

Para considerar una roca, una facies, como petrolífera en su grado primario, es necesario que sea regla general la existencia de impregnación bituminosa en esta roca o facies, pues en caso contrario, o sea que únicamente en puntos aislados existan estos indicios, no se puede defender científicamente que sean rocas madres y, sobre todo, desde el punto de vista práctico no tiene objeto alguno el tratar de demostrarlo.

También es necesario que la facies petrolífera no se limite a determinadas estructuras geológicas, por ejemplo, los anticlinales, sino debe de haber manifestaciones fuera de estas estructuras para que pueda considerarse el nivel de que se trata como yacimiento primario.

Tampoco se puede admitir que los anticlinales existieron ya y que se ha formado una «facies anticlinal petrolífera» mientras que el resto del territorio no tuviese aceites, pues en este caso también debía de haber una diferenciación petrográfica y de fauna entre anticlinales y sinclinales.

Veamos ahora cuáles son los horizontes que puedan constituir las rocas madres petrolíferas, y para esto señalaremos ante todo las características *sine qua non* de estas formaciones.

La primera y principal es que los restos orgánicos han de-

bido bituminizarse y no descomponerse simplemente, para lo cual es necesario la ausencia de oxígeno libre, puesto que se ha demostrado que la presencia de este elemento produciría una oxidación de los hidrocarburos, que en último término nos lleva a la producción de anhídrido carbónico y agua.

En este orden de ideas examinemos los distintos depósitos terciarios rumanos.

Los depósitos eocenos corresponden al Flysch con fucoïdes y jeroglíficos, es decir, gusanos que exigían, dada su organización bastante elevada, la presencia de oxígeno, elemento que también queda demostrado existía, porque los sedimentos denotan la presencia de aguas agitadas que mezclaban el agua somera aireada con las capas acuíferas más profundas.

Dejaremos por ahora las capas de Cornu, del Aquitanien- se, por tener que hacer un examen más detallado de esta formación, y prosigamos la enumeración de los depósitos neogenos.

Las capas yesíferas y salinas del Helveciense sin vida alguna no pueden considerarse como petrolíferas, como tampoco lo son los sedimentos Burdigalienses y Tortonienses con una fauna puramente marina. Únicamente en el piso Buglow (Tortoniense superior) hay intercalaciones carbonosas, lo cual demuestra que ha habido transformación en carbón de sustancias vegetales, pero no bituminación.

El Meociense tiene mucha más importancia, pues por muchos, incluso por Mrazec, se ha considerado como yacimiento petrolífero primario.

Pero un examen minucioso de la formación ha demostrado que no se han encontrado niveles generales de arcillas o pizarras polibituminosas.

Además, casi todos los horizontes Meocienses son fosilíferos y contienen moluscos que vivían en el suelo submarino y tenían conchas calcáreas, es decir, que había también oxígeno.

Además, el Meociense, fuera de los anticlinales, y aun en éstos, lejos de los mazizos salinos, suele ser estéril, es decir, que la riqueza de este piso depende de su disposición tectónica y no es general, como requiere un horizonte primario petrolífero.

Verdad es que además de estas formaciones existen en el Meociense depósitos de agua dulce con una abundante fauna de diferentes especies de Unio, pero investigaciones modernas han demostrado que tampoco en esta clase de sedimentos se forman los hidrocarburos líquidos o gaseosos.

En cuanto al Daciense, ya hemos indicado el caso tan claro de Ochiuri, que prueba se trata de yacimientos secundarios; pero además, ni la facies ni las condiciones de sedimentación son apropiadas para la formación del petróleo.

Las formaciones carboníferas del Daciense superior también demuestran un proceso de transformación de los restos vegetales completamente distinto de la bituminización.

La abundante fauna de agua salobre del Pontiense indica la existencia de oxígeno en el suelo, y por comparación con sedimentos análogos actuales hay que estimar que no se reunieron circunstancias favorables para la formación del petróleo.

Por último, los depósitos fluviales y lacustres del Levantino con faunas de agua dulce y margas con gasterópodos terrestres no reúnen ninguna condición de las señaladas anteriormente.

No quedan por considerar más que las capas de Cornu del Oligoceno, que examinaremos con mayor detalle.

Se trata de pizarras y arcillas negruzcas o negras, siempre polibituminosas, y que frecuentemente, aun hoy día, destilan aceite líquido. Las intercalaciones de areniscas cuarzosas siempre tienen aceite en más o menos cantidad, según el tiempo que han estado expuestas a los agentes atmosféricos.

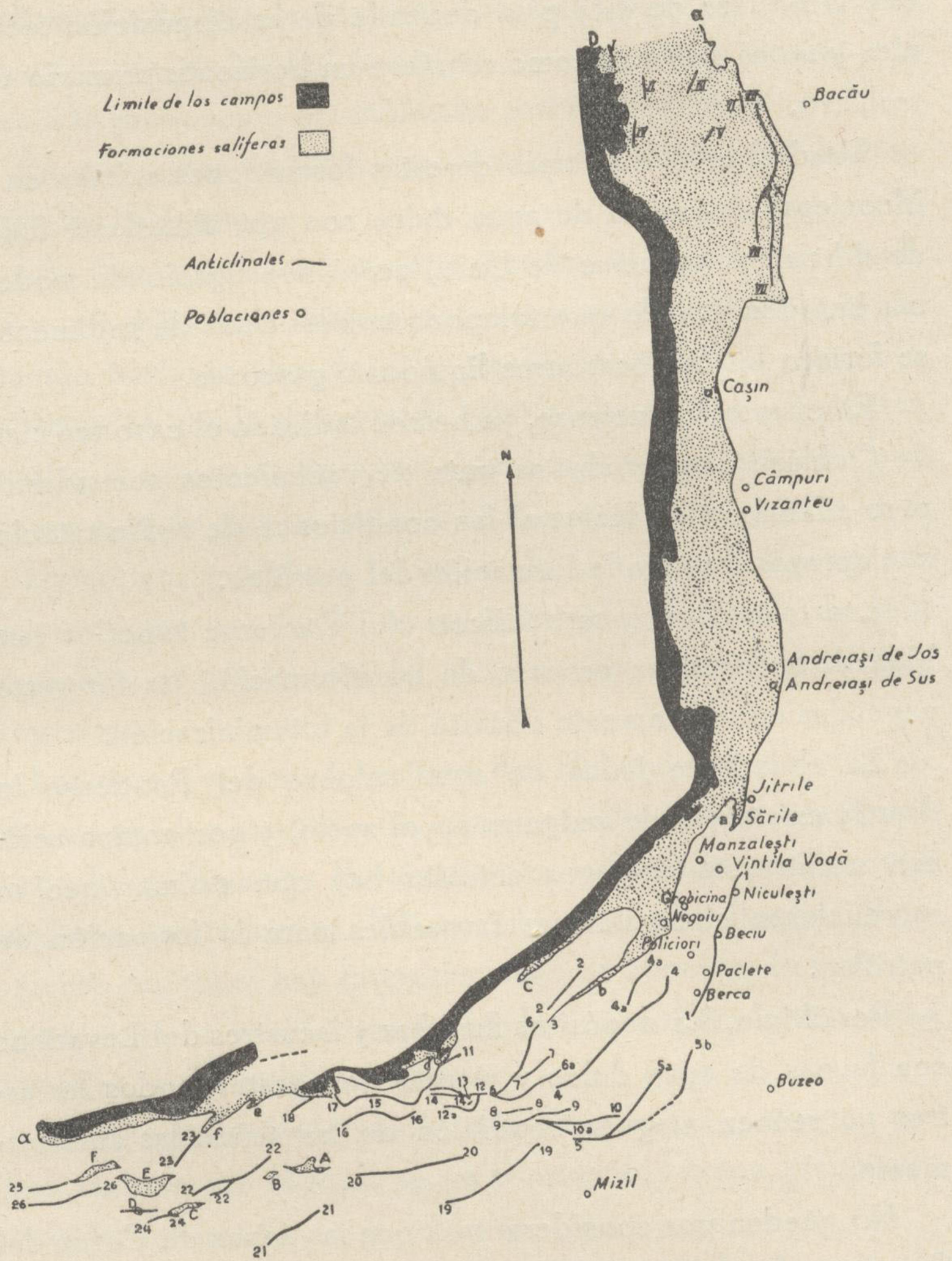
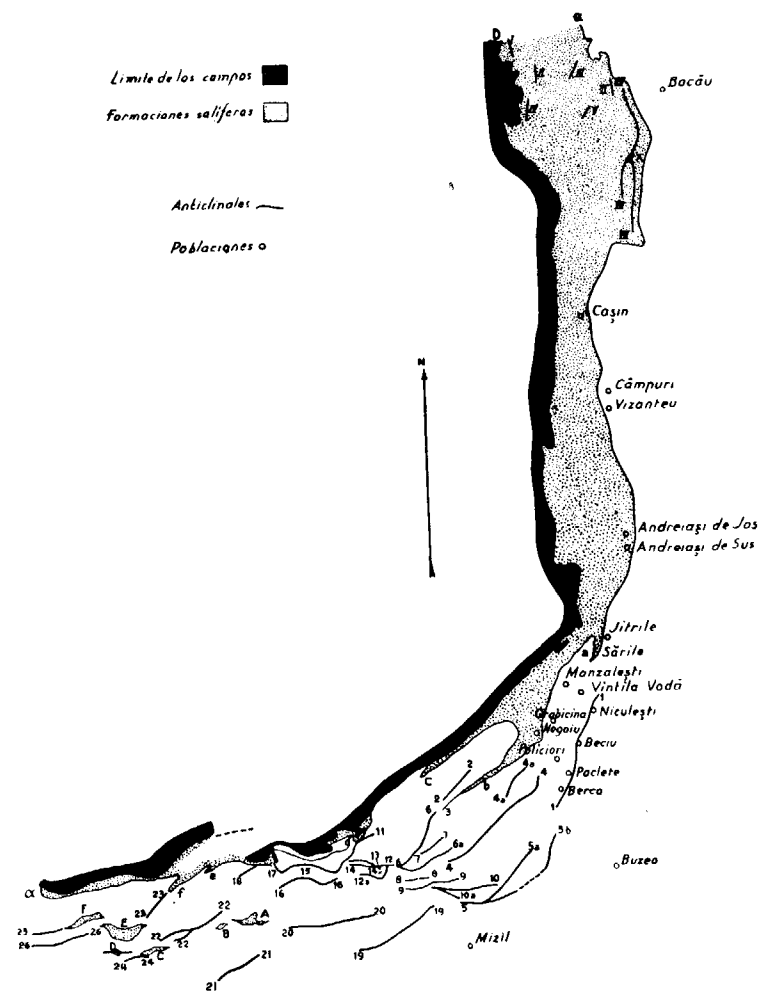


Fig. 4.^a — Los campos petrolíferos rumanos.

Fig. 4.^a — Los campos petrolíferos rumanos.

- "—" — Borde de los asomos.
 A — Asomo de Baicoi.
 B — » Floresci.
 C — » Moreni.
 D — » Ochiuri.
 E — » Ocnita.
 F — » Glodeni.
 a — Saliente de Sarile.
 b — » Cislau.
 c — » Patarlagele.
 d — » Suranii.
 e — » Campina.
 f — » Draganeasa.
 1. — Anticlinal de Arbanasi-Berca.
 2. — » Tega.
 3. — » Cislau.
 4. — » Laposu-Magura.
 5 a. — » Urzoaia-Ciocanesti.
 5. — » Baile-Boboci.
 6. — » Apostolache.
 7. — » Salcia.
 8. — » Udresti.
 9. — » Dobrota.
 10. — » Tatarul.
 11. — » Suranii.
 12. — » Podeni.
 13. — » Podeni Noiu.
 14. — » Pieptanari.
 15. — » Gornetol Cuib.
 16. — » Malaesci.
 17. — » Scaiarii-Vulcanestii.
 18. — » Recea-Runcu.
 19. — » Ceptura-Urlati.
 20. — » Boldesti.
 21. — » Aricescii.
 22. — » Filipescu.
 23. — » Draganeasa.
 24. — » Gura Ocnitei.
 25. — » Vulcana Pandele.
 26. — » Doicesti.

La presencia en las capas de pirita de hierro y la ausencia de bentos y organismos calcáreos es prueba de que se trata de sedimentos de agua profunda, sin presencia de oxígeno.

Por todas estas razones y siempre dentro del carácter hipotético de estas investigaciones, nos parece que este horizonte debe de considerarse como el principal nivel petrolífero primario rumano.

Se podría quizás opinar que la falta de petróleo actualmente en los pisos Meociense y Daciense, es debida a que después de contenerlo lo han perdido.

A esto hay que objetar que la presión sola sin una recristalización de la roca no es capaz de cerrar los poros y exprimir el aceite y, por lo tanto, no se debe atribuir a la mayor presión en los sinclinales con relación a los anticlinales el que los primeros sean estériles.

Podría admitirse que la acción del agua salada hubiese expulsado el petróleo primario de los sinclinales acumulándolo en los anticlinales, pero entonces tenía que haber una relación entre las acumulaciones de petróleo y la dimensión de los sinclinales, es decir, que a mayor sinclinal más rico campo petrolífero, relación que en la práctica se ha demostrado no existe.

CAPÍTULO II

Los campos petrolíferos de Rumania

No pretendemos hacer una reseña detallada de todos y cada uno de los yacimientos petrolíferos de este país, pues sobre hacer innecesariamente larga esta nota no tendría objeto alguno práctico el hacerlo; nos limitaremos, pues, a los campos

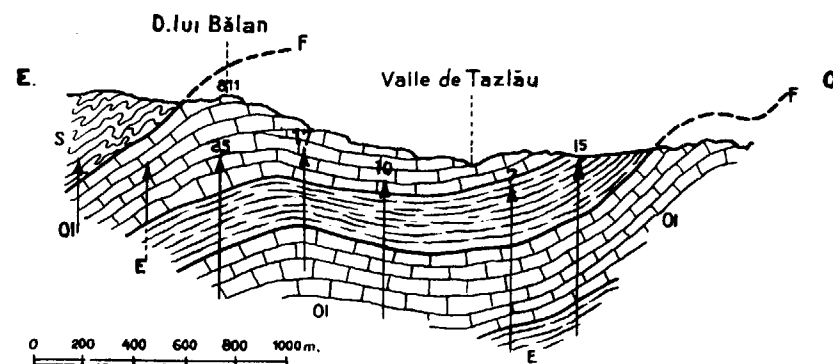


Fig. 5.^a — Corte por la zona petrolífera de Zemes, según J. Popescu-Voitesti y G. Macovei.

S. Senonense; E. Eoceno; Ol. Oligoceno.

que ofrecen un interés especial, ya por haber tenido una producción elevada o presentar brillante porvenir o porque reúnan circunstancias geológicas especiales que hayamos podido comprobar en nuestras visitas.

Zemes, distrito de Bucau.— En este campo, donde hace ya cuarenta años que se explota el petróleo, hay tres zonas de cobijadura muy interesantes. La inferior y media están forma-

das por Eoceno y Oligoceno y la superior por estos terrenos, más el Senonense que recubre el Oligoceno en la disposición de la figura 5.^a, que representa un perfil debido al profesor J. Popescu Voitești. La determinación de la situación de los terrenos se ha efectuado por el estudio de los testigos de un grandísimo número de sondeos.

Aunque en el Eoceno del manto intermedio se haya encontrado algo de petróleo y en mayor abundancia hidrocarburos gaseosos, la casi totalidad de la producción viene del Oligoceno del manto inferior y se supone se trata de un yacimiento primario o al menos que la migración del aceite ha sido puramente local.

La producción máxima ha sido de 25.000 toneladas en el año 1917; en el año 1929 aun se produjeron 19.998 toneladas.

Aunque la producción inicial es muy pequeña, un vagón (1) por día, en cambio, la vida de los sondeos se prolonga mucho. La producción total del campo ha pasado de 300.000 toneladas de un crudo asfáltico y parafinoso con densidad 0,87-0,88, y contiene 6-15 por 100 de gasolina, 20-25 por 100 de petróleo, 10-15 por 100 de gasoil, 50-60 por 100 de fueloil y 4-6 por 100 de parafina.

Moinesti, distrito de Bucau.—Las condiciones geológicas son parecidas, pues hay dos mantos de Eoceno-Oligoceno que cabalgan sobre el Helveciense.

El petróleo procede también del Oligoceno y la mayor parte de las sondas están emplazadas en el Meociense transgresivo, y después de atravesar el Oligoceno y Eoceno del manto superior, obtienen su producción en el Oligoceno de la base, a unos 1.000 metros de profundidad.

La producción inicial es baja; la vida de los sondeos, en cambio, es bastante larga, y la composición del crudo muy

(1) Diez toneladas.

parecida al de Zemes, si bien contiene un poco menos de petróleo lampante.

La producción hasta fin de 1929 ha sido de 225.000 toneladas.

Bustenari.—Este distrito fué hace veinte años el más productivo de Rumania, y hoy día, a pesar de la gran disminución de su producción, aun se paga el vagón de crudo de Bustenari unos 1.000 leis (1) más que el crudo de los otros campos, debido a sus buenas cualidades.

El Oligoceno, que aflora en grandes extensiones, contenía enormes cantidades de petróleo, que se ha explotado por

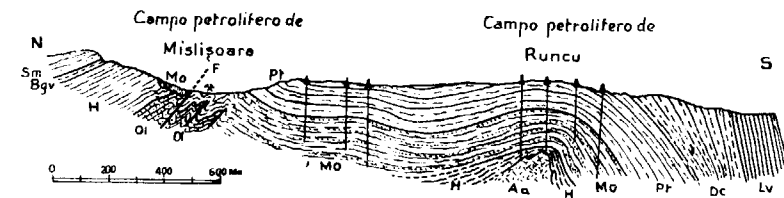


Fig. 6.^a — Corte por la zona petrolífera de Bustenari-Runcu, según H. Grozescu y D. Stefanescu.

Ol. Oligoceno; Aa. Aquitaniense con sal; H. Helveciense; Bgv. Buglowiense; Sm. Sarmatiense; Mo. Meociense; Pt. Pontiense; Dc. Daciense; Lv. Levantino.

medio de sondeos y pozos ordinarios emplazados en el Oligoceno o en el Mioceno o Plioceno suprayacente.

Publicamos un perfil (fig. 6.^a) de tan interesante campo, debido a los geólogos H. Grozescu y D. Stefanescu, que por su claridad no necesita explicación.

Debido a la escasa profundidad de las capas productivas oligocenas (180 a 300 metros) se han hecho muchísimos pozos ordinarios, efectuándose aún actualmente la explotación por medio de malacates movidos por caballerías (Lám. 1.^a).

La escasa profundidad de las capas petrolíferas y el haber

(1) Cien leis, próximamente seis pesetas.

perdido éstas todo el gas por estar los estratos acribillados de pozos ordinarios y sondeos ha motivado que una Compañía — la Romano-Africana — haya ensayado la explotación del petróleo remanente por el procedimiento alsaciano.

Para esto ha perforado un pozo ordinario de 300 metros (Lám. 1.^a), habilitado con jaulas, y ha comenzado galerías de absorción del aceite.

Aunque el problema lo han resuelto técnicamente por completo, es probable necesite precios más elevados que los actuales para ser remunerador.

Este procedimiento de producción no es fácil se generalice en Rumania, pues la mayor parte de los yacimientos están muy profundos y la presencia de agua salada y de gases remanentes encarecería mucho la extracción del petróleo.

La producción, que en 1906 llegó a alcanzar 420.000 toneladas, no llega actualmente a las 10.000 toneladas anuales, y aun disminuirá más rápidamente. El crudo, con hasta 30 por 100 de gasolina, casi no tiene parafina, pues no llega al $\frac{1}{2}$ por 100.

Además del Oligoceno se explotan en Bustenari varios anticlinales con producción del Meociense, de los cuales el más importante es el de Runcu. En este campo el nivel productivo se encuentra entre los 400 y 1.000 metros de profundidad, habiendo centenares de pozos, algunos a 10 ó 20 metros de distancia unos de otros, que han agotado rápidamente la región, una de las más ricas de Rumania.

La producción alcanzó el máximo en 1929 con 888.664 toneladas, y en conjunto ha dado el Meociense de Runcu toneladas 10.405.000 de crudo, que tiene caracteres parecidos al de las demás explotaciones de este nivel geológico.

Arbanasi, distrito Buzau. — Se trata de un pliegue de débil carácter diapiro con una falla, en la cual se conocían muchas manifestaciones petrolíferas con desprendimientos de hidrocarburos líquidos y gaseosos y volcanes de fango.



Lám. 1.^a — Bustenari. Pozo de extracción de «Romano Africana» y malacate de extracción animal.



Lám. 1.^a — Bustenari. Pozo de extracción de «Romano Africana» y malacate de extracción animal.

El petróleo procede del Meociense, que se encuentra desde 650 a 900 metros de profundidad.

La producción total de este campo ha sido de 1.684.000 toneladas, pero ya está casi agotado.

Se trata de un crudo ligero con 0,82-83 de densidad, 9-12 por 100 de gasolina, 45-47 de petróleo, 7-8 de gasoil y 33-35 de fueloil, con 6 a 6,5 de parafina.

Ceptura Urlati. — Este gran anticlinal tiene más de 15 kilómetros reconocidos hasta el paraje donde buza bajo la llanura. Se trata de un pliegue asimétrico ligeramente diapiro, en el cual se explota el Meociense, que es sumamente productivo y ha dado lugar a uno de los campos más importantes del país, que tiene aún en la parte de Urlati brillantísimo porvenir.

La profundidad de los sondeos varía de 600 a 1.400 metros y se explotan varios horizontes productivos distintos en el Meociense.

La producción inicial es elevada, hasta 20 vagones diarios, y la curva de descenso de la producción muy lenta, conservando los pozos una presión gaseosa elevada.

En la época de mi visita había una sonda, la 119 Steua-Romana, situada en Urlati, que hacía más de seis meses producía por encima de 20 vagones diarios; claro es que se trata de una perforación en la parte alta del anticlinal, y es muy probable que los sondeos situados en los flancos de la estructura tengan una vida mucho más corta, sobre todo si, como es costumbre en Rumania, se multiplican excesivamente los taladros.

La producción de este distrito el año 1929 alcanzó 650.000 toneladas de un crudo de 0,85-87 de densidad con 9-24 por 100 de gasolina, 16-23 de petróleo, 8-16 de gasoil, 49-57 de fueloil y 4,5 a 8 de parafina.

Boldesti. — Este anticlinal de laderas de pendiente suave, tiene 10 kilómetros de longitud con más de uno de amplitud.

En el Daciense, a 450 metros de profundidad, se hallaron cantidades enormes de gases sin petróleo; hay sondeo que ha producido más de 18 millones de metros cúbicos.

En el Meociense se ha encontrado aceite muy ligero con densidad de 0,73-75, 50 a 70 por 100 de gasolina ligera, 10-18 de gasolina pesada y 20-35 de aceite ligero.

El campo de Boldesti, afortunadamente, tiene su propiedad muy poco subdividida, por cuyo motivo se ha comenzado una explotación racional y moderna que contrasta muy favorablemente con la de los demás campos clásicos rumanos.

Los pozos están suficientemente espaciados; las instalaciones de transporte, captado de productos, separación del aceite de los gases, etc., pueden considerarse como modelos, con lo cual no sólo se obtendrá una explotación más económica al conservarse un buen coeficiente gas-aceite, sino que quedará menos petróleo remanente en el yacimiento.

El examen de todas estas cuestiones demuestra la importancia enorme que tiene una buena ley de hidrocarburos que impida la explotación desordenada y de verdadera rapiña que ha caracterizado la industria petrolífera, no sólo en Rumania, sino en casi todos los principales países productores, y muy especialmente en los Estados Unidos de Norteamérica.

Cámpina. — Este es uno de los campos clásicos rumanos que dió lugar a la construcción de una gran refinería, que hoy en día se alimenta con la producción de otros distritos, pues éste se halla agotado.

El Meociense está completamente cubierto por el Pontense y por un manto de corrimiento. Una vez agotados los sondeos se ha intentado la explotación del campo, por medio de pozos ordinarios, pero con resultado poco favorable, más que nada porque afluyó a los pozos gran cantidad de agua procedente probablemente de las terrazas cuaternarias donde se emplazó la instalación de extracción.

Lo producción total ha sido de 4.120.000 toneladas.

Anticlinal de Baicoi-Tintea. — Se trata de un pliegue diapiro estirado, como puede verse en el corte adjunto (figura 7.^a), debido al conocido geólogo profesor J. Atanasiu.

En parte de su perímetro, el macizo salino, que es muy importante, desborda sobre el Plioceno con una sección pare-

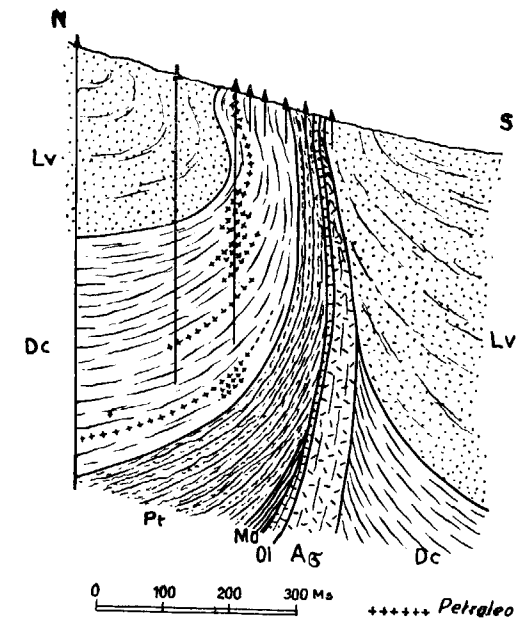


Fig. 7.^a — Corte por el extremo oriental del anticlinal de Baicoi-Tintea, según J. Atanasiu.

Ol. Oligoceno; Aa. Aquitaniense con sal; Mo. Meociense; Pt. Pontense; Dc. Daciense; Lv. Levantino.

cida a la de una seta, de modo que hay sondeos que, a pesar de penetrar en la sal, han encontrado después el Plioceno productivo.

El petróleo proviene del Daciense y Meociense con profundidades de 1.000 y 1.600 metros.

La producción total ha sido hasta 1929 de 4.000.000 de

toneladas, y es muy posible tenga una prolongación hacia el Oeste alrededor del pequeño macizo salino de Floresti.

Filipești de Padure. — Este anticlinal tiene un diapirismo mucho menos marcado. El petróleo procede también del Meociense que alcanzan los taladros a los 1.000 metros de profundidad.

La producción hasta 1929 fué de 271.000 toneladas, pero

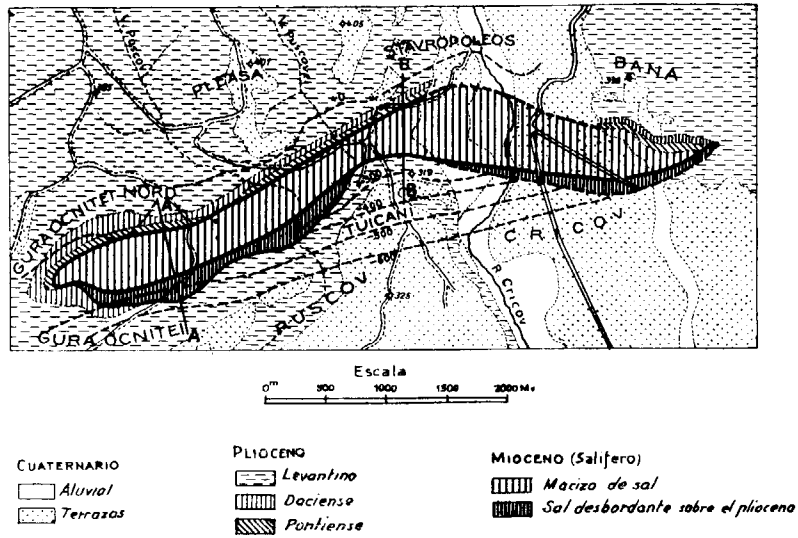


Fig. 8.^a — Mapa del anticlinal Moreni-Gura Ocniței, según L. Mrazec y J. Atanasiu.

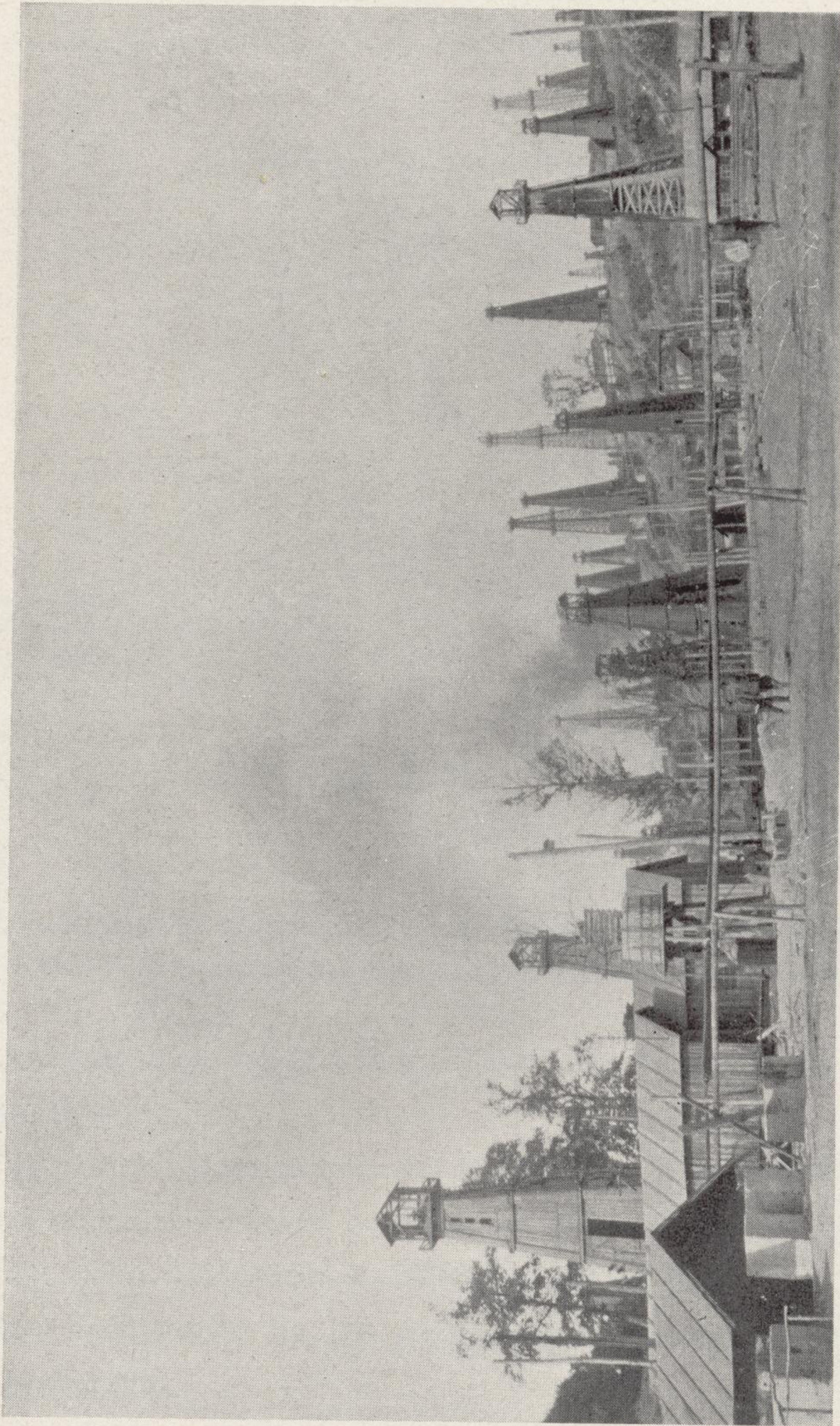
el campo está agotado, a no ser que se encuentren nuevos niveles productivos.

Anticlinal Moreni-Gura Ocniței. — Se trata, sin duda alguna y por muchos conceptos, del campo petrolífero más interesante de Rumania.

En el mapa parcial de la región (fig. 8.^a) puede verse la distribución geográfica de los terrenos que rodean el macizo de sal, cuya forma romboidal es debida, sin duda, a los siste-



Lám. 2.^a — Campo petrolífero de Moreni. Vista parcial.



Lám. 2.^a — Campo petrolífero de Moreni. Vista parcial.

mas de fallas E.-NE., O.-SO. y O.-NO.-E.-SE. que cortan la región, según hemos manifestado en un capítulo anterior.

El corte del yacimiento (fig. 9.^a), debido al profesor Macovei, es muy instructivo y demuestra el exagerado diapirismo de

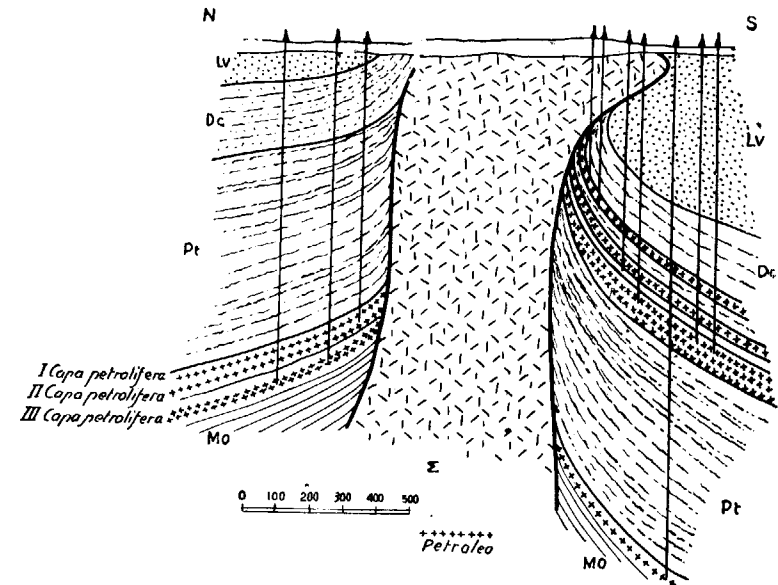


Fig. 9.^a — Corte por el anticlinal Moreni-Gura Ocniței, según G. Macovei.

Σ. Macizo salino; Mo. Meociense; Pt. Pontiense; Dc. Daciense; Lv. Levantino.

este pliegue, cuyo núcleo salino tiene más de cinco kilómetros de longitud.

Tanto el Meociense como el Daciense son muy productivos y hasta se ha encontrado petróleo en el Levantino.

Hay cinco horizontes petrolíferos en el Daciense, encontrándose más aceite en los puntos en que estas capas están más profundas.

Los niveles más ricos están en la base del Daciense, el llamado horizonte V, y constituyen las capas llamadas «Moreni» y «Drader» por los perforadores. La producción mayor se ha obtenido en los sondeos situados cerca de un kilómetro del

núcleo salino, pues a mayor distancia aparece el agua salada que rápidamente ha invadido muchos pozos.

Varias circunstancias han sido causa del rápido agotamiento de los niveles petrolíferos Dacienses de Moreni; ante todo, el excesivo número de pozos perforados (Lám. 2.^a), pues hay parcelas en que apenas se puede transitar entre el bosque de castilletes; también ha influido la enorme producción de algunos pozos, como el número 1 Colombia, que ha dado cerca de 500.000 toneladas solamente de la capa «Drader», pues claro es que por muy rico que sea un horizonte petrolífero, ante tales rendimientos muy pronto se agota.

También ha tenido un efecto desastroso en la duración del campo de Moreni la sonda de Romano Americana, que hace dos años se incendió (Lám. 3.^a), sin que pudiera apagarse el fuego a pesar de haberse gastado millones y haber perdido la vida varios operarios combatiendo el fuego, que actualmente asemeja un verdadero volcán (1).

Este pozo, situado cerca de la parte más elevada del monoclinal, no sólo ha sido causa de que se pierdan muchos miles de toneladas de petróleo, sino que, al hacer disminuir rápidamente la presión gaseosa en las capas, ha imposibilitado el beneficio de cantidades inmensas de este líquido.

Todos los procedimientos que la moderna técnica para el combate de los incendios aconseja (empleo de explosivos, apagafuegos, agua, un túnel para cortar la tubería por debajo de tierra y del fuego) se han intentado sin éxito alguno, más que nada porque el chorro gaseoso inflamado circula por fuera de la tubería del sondeo.

En total se ha obtenido hasta 1929 inclusive, del anticlinal Moreni-Gura Ocnitei, 20.567.000 toneladas.

(1) El 18 de septiembre de 1931, a los dos años y cuatro meses, consiguieron apagar el incendio, pero, desgraciadamente, éste recomenzó, aunque menos potente, el 27 del mismo mes.

El aceite del Daciense tiene las siguientes características: densidad, 0,92; gasolina, del 1 al 24 por 100; petróleo, 8-30; gasoil, 2-12; fueloil, 40-75, no parafinoso.

El crudo Meociense es mucho más ligero: densidad, 0,80-85; gasolina, 10-40 por 100; petróleo, 25-40; gasoil, 7-17; fueloil, 22-42; parafina, 3-6,5.

El crudo parafinoso de Moreni tiene en el mercado un precio de lo menos 1.000 leis menos por vagón que el tipo Bustenari.

Anticlinal de Ochiuri. — A cinco kilómetros al Oeste del anticlinal que acabamos de describir se encuentra el de Ochiuri, muy parecido en sus características, pero de núcleo salino mucho más pequeño.

En otro capítulo hemos hablado del interesantísimo estudio que de este campo ha hecho el profesor Preda y de las consecuencias que del examen del resultado de los sondeos se derivan para el conocimiento geológico y la génesis del petróleo de la región.

El crudo proviene tanto del Daciense como del Meociense, y los resultados de algunos sondeos que han entrado en producción en el año de 1931, con rendimientos iniciales hasta de 500 toneladas diarias, permiten asegurar que se trata de uno de los campos de más brillante porvenir de Rumania.

A pesar de hacer pocos años que se explota este campo, su producción total hasta final de 1929 ha sido de 2.909.000 toneladas de un crudo de parecidas cualidades que el de Moreni.

CAPÍTULO III

La industria petrolífera*Reseña histórica*

La existencia del petróleo en Rumania es conocida desde hace muchísimo tiempo, pues ya viajeros del siglo XVII señalan diversas localidades donde se encontraba este producto.

Sin embargo, hasta mediados del siglo XIX no comenzó una explotación continua de los yacimientos por medio de pozos ordinarios y extracción con malacate, método que, aunque en pequeña escala, aun se emplea en algunos campos rumanos.

En el año 1856 se instaló la primera refinería en Rumania, situada en Ploesti, ciudad que aun hoy en día es el principal centro de esta industria.

Sin embargo, con la competencia de los petróleos de Rusia y Galitzia, situados en posición geográfica más privilegiada, la extracción del petróleo rumano se desarrolló muy lentamente y sólo en 1897 pasó de las 100.000 toneladas anuales.

La guerra europea tuvo un efecto desastroso sobre la industria petrolífera rumana, destruyéndose gran número de pozos al tener que retroceder en este frente las tropas de los aliados.

Ocupados los campos petrolíferos por los ejércitos de los Imperios Centrales y ante la penuria de petróleo y sus derivados que padecían estos países, procuraron reorganizar la producción rumana, consiguiéndolo en parte.



Lám. 3.ª — Sonda incendiada de Moreni.



Lám. 3.^a — Sonda incendiada de Moreni.

Pero cuando más desarrollo ha adquirido la industria ha sido inmediatamente después de la conflagración europea, impulsada, más que nada, por una gran invasión de capitales extranjeros, principalmente ingleses o franceses y también belgas, italianos y holandeses, gracias a lo cual en 1924 ya se alcanzó la producción máxima de la anteguerra.

A partir de esta fecha, aumenta rápidamente la producción rumana, y ni aun en 1930, en que se quiso efectuar una reducción voluntaria de la producción para contrarrestar la baja continua de los precios, se consiguió disminuir el rendimiento de sus campos petrolíferos.

En el cuadro que insertamos a continuación figura la producción de los principales países productores del mundo, desde 1857 hasta 1930, con lo cual puede verse, más que por ningún razonamiento, la importancia de los petróleos rumanos en la economía europea y aun mundial.

En este otro cuadro señalamos la variación del porcentaje rumano en la producción mundial del petróleo, por la cual este país ha pasado del séptimo lugar en 1929 al quinto en 1930.

	1930		1929		1928	
	Toneladas	Por ciento del total	Toneladas	Por ciento del total	Toneladas	Por ciento del total
Estados Unidos.	123.026.000	63,29	138.003.251	67,86	123.501.988	68,03
Venezuela.....	18.861.475	9,70	18.833.664	9,26	14.487.613	7,98
Rusia.....	18.517.605	9,52	13.632.459	6,70	11.604.448	6,39
Persia.....	6.222.540	3,20	5.773.865	2,84	5.954.157	3,28
Rumania.....	5.744.000	2,95	4.827.278	2,38	4.268.541	2,36
Indias holandesas	5.500.550	2,84	5.215.864	2,57	4.400.166	2,42
Méjico.....	5.415.610	2,78	6.122.256	3,00	6.870.687	3,79
Colombia.....	2.787.402	1,44	2.792.745	1,38	2.725.889	1,50
Perú.....	1.706.746	0,88	1.838.814	0,90	1.644.822	0,90
Trinidad.....	1.249.440	0,64	1.194.092	0,58	1.052.708	0,58
Argentina.....	1.220.670	0,62	1.286.567	0,63	1.242.590	0,68
Indias inglesas...	1.134.360	0,58	1.146.142	0,56	1.197.517	0,66
Borneo (Sarawak)	798.710	0,42	723.223	0,35	715.551	0,39
Polonia.....	663.080	0,35	633.356	0,33	752.404	0,42
Japón.....	267.150	0,13	275.370	0,14	266.328	0,14
Egipto.....	261.670	0,14	255.368	0,13	252.354	0,14
Sakhalin (Rusia).	228.790	0,12	147.412	0,07	92.749	0,05
Ecuador.....	213.583	0,11	184.950	0,09	148.508	0,08
Canadá.....	205.500	0,10	153.577	0,07	85.488	0,05
Alemania.....	159.057	0,09	97.407	0,05	86.310	0,05
Irak.....	102.750		109.326	0,06	97.681	0,06
Francia.....	71.240		68.089	0,04	70.144	0,04
Checoslovaquia.	20.550	0,10	12.741	0,01	12.878	0,01
Italia.....	8.631		6.028		6.302	
Bolivia.....	7.672		—		—	
Otros países....	4.110		4.658		3.288	
TOTAL.....	194.398.891	100,00	203.388.502	100,00	181.541.061	100,00

La exportación de productos petrolíferos a España ha sido:

1929.....	79.891 toneladas.
1930.....	92.283 —

Situación actual de la industria petrolífera rumana

La baja mundial de precios del crudo y sus derivados, producida por causas de todo el mundo conocidas, no ha podido por menos de afectar profundamente a la industria rumana, que ha visto cómo el valor de un vagón de crudo descendía por etapas sucesivas de 20 ó 25.000 leis a 2 ó 3.000 (1).

Esta baja del precio del crudo es la principal causa de la gravísima crisis de la industria petrolífera; pero existen otras varias concausas, debidas más que nada a que esta industria se ha desarrollado en época de precios elevados y hasta ahora no se había experimentado una crisis que exigiese una racionalización completa de la industria, no sólo por parte de las pequeñas Compañías, sino aun por parte de los grandes productores pertenecientes a los *trusts* cuyos métodos de trabajo en Rumania están anticuados en relación con los que emplean en otros países.

Veamos, siquiera sea a la ligera, algunas de las principales circunstancias que contribuyen a esta crisis.

a) *Parcelación excesiva de las concesiones.* — Antes de 1924 el petróleo pertenecía al propietario del suelo, lo cual en una región de propiedades agrarias muy reducidas ha dado lugar a la existencia de miles de concesiones petrolíferas muy pequeñas, muchas de sólo algunos centenares de metros cuadrados.

Esto ha sido causa de una verdadera explotación de rapiña en los campos clásicos rumanos, como Runcu, Bustenari, Cep-tura, Címpina, Moreni, etc., perforándose en reducido espacio centenares de pozos con un costo tres o cuatro veces superior

(1) La cotización en 1 de agosto de 1931 era: Bustenari, 3.100 leis; Moreni, no parafinoso, 3.300; Moreni, parafinoso, 2.500.

al necesario para la explotación del campo, con rápida pérdida de la presión e innecesario aumento en los gastos de bombeo o extracción con cuchara.

Esta excesiva parcelación es causa también de que en la actualidad haya muchos perímetros en que legalmente no pueden obtenerse permisos de perforación, pues se exige, por lo general, que el propietario tenga lo menos media hectárea de terreno para poder instalar un sondeo. Otras veces se consigue un permiso para explotar las capas Dacienses más someras y lo niega el Estado para beneficiar los horizontes Meocienses, más profundos y más productivos.

Legalmente, deben de agruparse las concesiones pequeñas hasta conseguir un perímetro de suficiente extensión; pero esta operación, que llaman *commazare*, ofrece considerables dificultades.

Como ya hemos indicado anteriormente, en los campos antiguos frecuentemente casi se tocan los castilletes entre sí; pero a esto se ha puesto remedio últimamente, pues en Cep-tura y Boldesti la distancia entre sondas es de 100, 150 y aun 250 metros, cifra esta última que corresponde a más de cinco hectáreas por perforación, que quizás ya sea algo exagerada.

La excesiva parcelación también influye en el precio de transporte por *pipeline* hasta las refinerías, pues en vez de hacerse directamente por los dueños de grandes concesiones, se efectúa por Compañías dedicadas especialmente a este trabajo.

La existencia de parcelas con sólo uno o dos pozos productivos, también exige la instalación de demasiados depósitos de crudo en los campos y de líneas secundarias de transporte hasta las tuberías generales.

b) *Mal emplazamiento geográfico de las refinerías.* — Esta ha sido una de las causas que más han contribuido a la crisis rumana, pues han instalado las refinerías en Ploesti, Bu-

caest o Cápina, en vez de hacerlo en los puertos del Danubio o en Constanza, sobre el Mar Negro.

Cuando la mayor parte de la exportación se hacía a los países de Europa Central, tenía esto en parte explicación, aunque siempre hubiese sido mucho más económico utilizar la vía fluvial del Danubio que el ferrocarril.

Hoy en día esta situación, en cuanto afecta a la exportación por el Mar Negro, hace imposible la competencia con los petróleos rusos, pues basta considerar que el petróleo rumano no sólo queda gravado con la diferencia entre el transporte por ferrocarril o por «pipeline» hasta Constanza, sino que necesita dobles depósitos en la refinería y en Constanza, y una doble operación de carga y descarga de los vagones tanques en la refinería y Constanza.

Este conjunto de circunstancias ha sido causa de que hoy en día el fueloil no tenga valor alguno en las refinerías del interior.

Únicamente tienen razón de ser las refinerías en las proximidades de los campos petrolíferos cuando se trata de abastecer el mercado interior rumano.

Antiguamente, cuando los distintos tipos de crudo rumano Bustenari, Moreni, parafinoso o no parafinoso, etc., tenían distinto valor, se comprende que existiesen dificultades (siempre relativas) para utilizar un solo pipeline para crudos hasta Constanza, pero actualmente, con los procedimientos modernos de refinación, se han igualado mucho los precios, y no existe ya esta dificultad.

Solo de pasada indicaremos las evidentes ventajas del craking, que aun se emplea poco en país donde tan reducido precio tiene el fueloil.

c) *Excesivo canon del Estado y de los propietarios.* — La doble circunstancia de haberse hecho los contratos con el Estado y propietarios en épocas de prosperidad de la indus-

tria petrolífera y la mala situación de la Hacienda rumana, han sido causa de que los cánones que gravan la producción sean a todas luces excesivas si se comparan con las usuales en otros países.

El canon en especie del Estado generalmente lo adquieren en las subastas que éste efectúa periódicamente las mismas refinerías que benefician el resto del crudo.

d) *Mercado interior rumano.* — En muchos países, si bien la industria extractiva y de exportación está en crisis, hay una compensación en el mercado interior para las Compañías que tienen refinerías y distribuyen directamente al público sus productos.

No sucede así en Rumania, donde la denuncia del acuerdo existente entre las diferentes Compañías, efectuado por una de las partes interesadas al final del año 1930, ha traído como consecuencia una competencia ruinosa.

Basta decir que ha habido momentos en que se ha vendido la gasolina al precio de los impuestos, más el costo de los transportes, o sea regalando el producto.

e) *Exceso en el activo de las Compañías petrolíferas.* — Este concepto ha influido notablemente en la marcha de las Compañías petrolíferas, y ha sido causa de la difícil situación de muchas de ellas, que en otras circunstancias hubieran soportado más fácilmente la crisis actual.

Hay que tener en cuenta que después de la guerra europea y en los años en que más costaba la maquinaria hubieron de adquirir los industriales costosas instalaciones que no han tenido tiempo de amortizar.

Ha contribuido también a la rápida desvalorización de las instalaciones y maquinaria los enormes progresos de la técnica en estos últimos años, especialmente en lo que concierne a los siguientes conceptos:

1.º *Material de perforación.* — Hace solamente dos o tres

años que se ha adoptado en Rumania el sistema de perforación con rotación rápida, que ha tenido un desarrollo enorme porque había necesidad de alcanzar las capas muy productivas del Meociense en época en que en casi todos los campos se agotaban rápidamente los horizontes productivos del Daciense, mucho más somero.

Hay que tener en cuenta que actualmente hacen un sondeo de 1.800 metros en un plazo máximo de tres meses, mientras que antiguamente necesitaban más de un año, y hasta las Compañías menos importantes han abandonado trenes y métodos de sondeos que hace tres años podían considerarse como modernos.

2.º *Tuberías.* — El año pasado se ha autorizado el empleo de la columna única en los pozos rumanos, mientras que hasta esa fecha exigía el Estado el uso de la columna múltiple.

Esto influye indudablemente en el valor de las grandes existencias de tubos de revestimiento que poseen algunas de las Compañías y que además se adquirieron en gran parte en período en que el material tenía un precio más elevado.

3.º *Electrificación.* — El empleo de la electricidad producida en centrales que aprovechan el gas de los pozos también tiene un efecto depresivo sobre la valoración del material de calderas, máquinas y bombas de vapor, etc.

CAPÍTULO IV

Aplicación de los datos geológicos rumanos a la investigación de algunos yacimientos petrolíferos españoles

Después de conocer en detalle la mayor parte de los campos petrolíferos de los Estados Unidos de Norteamérica, México, Venezuela, Trinidad y Rumania, se llega al convencimiento de que únicamente en este último país se encuentran condiciones algo parecidas a las de la Península Ibérica, pues se trata de región fuertemente plegada al pie de una cordillera, en contraste con las formaciones tabulares americanas, donde tan leves han sido los movimientos tectónicos que tienen que contar por pie de diferencia de cota por milla el buzamiento de los estratos, siendo frecuente que una formación petrolífera sólo se eleve cinco o diez pies en milla.

Tampoco existe en América en general el diapirismo tan marcado de algunos de nuestros pliegues catalanes o marroquíes, circunstancia que también nos acerca a la típica geología de los cárpatos rumanos.

La estructura intrincada de nuestras formaciones mesozoicas levantinas con cabalgamientos frontales también recuerda constantemente la tectónica rumana.

El paralelismo entre el país de colinas terciarias que bordea las formaciones mesozoicas carpáticas y los depósitos lagunares y marinos postcretácicos que limitan la cordillera pirenaica en parte de su recorrido también es muy notable.

Todas estas razones me han movido a examinar algunos de los puntos más interesantes de nuestra geología petrolífera, sin que desgraciadamente sea posible desarrollar estas ideas completamente, pues falta aún hacer el estudio de detalle de estas formaciones petrolíferas, examen analítico que siempre ha de ser el precursor de las grandes síntesis.

En España, aunque se hayan perforado algunos pozos en busca de petróleo y se conozcan muchísimas manifestaciones petrolíferas más o menos interesantes, no se han hecho con posterioridad al trabajo del Sr. D. J. Gavala acerca de las regiones petrolíferas de Andalucía estudios fundamentales, con un desvío completamente inexplicable hacia este magno problema por parte de entidades que tienen la obligación de hacerlo.

A falta, pues, de estudios detallados y únicamente en virtud de las observaciones recogidas personalmente en diversas visitas a las regiones reputadas como petrolíferas en España y Marruecos, examinaremos algunos de los problemas geológicos fundamentales que hay que investigar para llegar al conocimiento de las posibilidades petrolíferas de nuestro suelo.

PIRINEO CATALÁN

Generalidades.

Esta es la región española donde mayor continuidad presentan las manifestaciones petrolíferas a lo largo de una faja que bordea el Pirineo a través de las provincias de Lérida, Barcelona y Gerona.

Esta faja está relacionada con la desembocadura de ríos que afluirían a un mar poco profundo que ocupaba aquellas regiones, en el cual se depositaron los sedimentos petrolíferos con una sintomática repetición de facies que ocupa la última parte del mesozoico y el principio del terciario antes de formarse los grandes mares interiores oligocenos.

Esto estaría de acuerdo con la presencia de indicaciones petrolíferas al pie de las grandes cordilleras europeas, sin desconocer el carácter alpino del levantamiento pirenaico, es decir, que esta barrera montañosa es, en gran parte, posterior a la edad de los sedimentos petrolíferos.

El mayor interés de las manifestaciones hidrocarburadas es que la mayor parte son de carácter netamente primario, con todos los caracteres de las rocas madres típicas del petróleo. Es decir, que admitido este principio es muy verosímil que estructuras geológicas cerradas, desprovistas en absoluto de manifestaciones petrolíferas, pero ligadas geológicamente a los precipitados sedimentos, reunirán condiciones adecuadas para contener acumulaciones de hidrocarburos líquidos o gaseosos.

La existencia de estas sustancias en cantidades comerciales dependerá, claro es, de los trastornos geológicos que hayan afectado a las estructuras, y aunque estos pliegues y fallas no hayan tenido la intensidad de los que hemos observado en los

campos rumanos, en cambio son mucho más importantes en cuanto a su edad y duración, pues no hay que olvidar que, según hemos demostrado, los pliegues diapiros de dicho país son sólo cuaternarios, y en el cuaternario también han tenido lugar la impregnación de las capas Meocienses y Dacienses (los niveles principales productivos y ambos pliocenos).

Aunque no sea más que a la ligera, citaremos los principales puntos de mayor interés de la faja petrolífera catalana, y que contando de Oeste a Este son:

Boixóls, cuenca de Tremp (Lérida).

Riutort, Brocá (Barcelona).

Vallfogona, Ripoll (Gerona)

Montagut-Oix, Castellfullit de la Roca (Gerona).

San Lorenzo de la Muga, Figueras (Gerona).

Lástima grande es que no exista aún un estudio estratigráfico y técnico detallado de esta zona que nos permitiría no solamente confirmar muchas de nuestras hipótesis, sino también aclarar puntos oscuros, cosa que en el estado actual de nuestros conocimientos geológicos no es posible hacer sin causas manifiestas de error.

Este estudio es aún más necesario, pues la zona prepirenaica catalana, desde Aragón hasta el golfo gerundense, tiene una geología muy complicada; la serie de terrenos afectados por el levantamiento pirenaico están muy plegados, y los cortan grandes fallas que ponen en contacto formaciones de edades muy distintas, circunstancias todas que, si siempre tienen importancia, aun la tienen mayor cuando se trate de asunto tan delicado como la génesis y conservación en la corteza terrestre de los hidrocarburos.

También tiene interés para el conocimiento de las condiciones petrolíferas del Pirineo catalán el resultado de los sondeos efectuados en la vertiente septentrional de la cordillera, en región simétrica con relación al núcleo central mon-

tañoso, donde por razones tectónicas no ha de encontrarse petróleo.

Tanto en los Pirineos centrales como en los occidentales, se han hecho en la nación vecina un considerable número de perforaciones con resultado siempre negativo, tanto en las Landas como en el alto Garona y el Ariège.

Los únicos yacimientos productivos, aunque en pequeña escala, son los de Gabian (Herault), donde hasta mediados de 1929 habían obtenido 18 millones de litros de petróleo, para lo cual han hecho más de 50 sondeos de 80 hasta 350 metros de profundidad.

Este yacimiento, como veremos más adelante, es completamente distinto de los catalanes, pues el depósito secundario lo constituyen brechas de la parte inferior del Trías, sin que se sepa a punto fijo cuáles son los sedimentos donde se ha originado el petróleo formando el depósito primario.

Serie de los terrenos sedimentarios.—La serie de terrenos que en Cataluña tiene interés petrolífero comienza en el infracretáceo, con los pisos Aptense y Albense y una enorme potencia de depósitos cretáceos con los tramos Cenomanense, Turonense, Senonense y Garumnense, característico este último del Pirineo catalán, y no detallamos las rocas que componen estos terrenos por no hacer demasiado larga esta nota.

El Eoceno consta de dos pisos: uno inferior margoso, con yesos en algunos puntos, y otro superior, con grandes horizontes calcáreos.

El Oligoceno, que tantísimo desarrollo tiene en las provincias de Lérida y Barcelona, carece al parecer de interés petrolífero.

Manifestaciones petrolíferas.—Las manifestaciones petrolíferas, invariablemente, se presentan en forma líquida en las caras de junta y pequeñas oquedades de calizas arcillosas o pizarras disodílicas, lo mismo en el Infracretáceo que en el

Eoceno, pero siempre en la faja que hemos dicho corre a lo largo del Pirineo.

Es muy curioso que cubriendo, sobre todo el Eoceno, muchísimos kilómetros cuadrados de terreno, sin embargo, solamente en la zona prepirenaica se encuentren las manifestaciones petrolíferas y precisamente en la misma faja donde están las exudaciones hidrocarbурadas aptenses. Esto parece indicar una repetición de las condiciones necesarias en los fondos marinos para la formación de materias petrolíferas, o sea una repetición de facies a lo largo de una línea que ha marcado la playa en ambas épocas geológicas.

Yo estimo que, dado el enorme espesor de arcillas impermeables que constituyen ambos terrenos, hay que excluir la posibilidad de que se trate de yacimientos secundarios, es decir, producidos por migración del petróleo.

Los sedimentos petrolíferos reúnen los caracteres de las rocas madres, pero ninguna de las condiciones inherentes a los depósitos secundarios. Únicamente en casos aislados y concretos, como veremos más adelante, se puede admitir con fundamento que estamos en presencia de un depósito secundario.

Ateniéndonos únicamente a los datos petrográficos, hemos de convenir que todo indica que el petróleo se ha originado en los mismos estratos donde se encuentra, y es mucho más lógico suponer que las gotas de petróleo líquido que encierran, así como el olor, debido a la presencia de hidrocarburos gaseosos, sea debido a la exudación de la roca, que no que los hidrocarburos hayan recorrido centenares de metros a través de estratos completamente impermeables.

Además, si se tratase de petróleo migrado no se comprende cómo no se encuentren indicios en niveles adyacentes mucho más permeables y porosos, como areniscas o calizas fisuradas.

Algunos autores, sin tener en cuenta algunas de las observaciones indicadas acerca de la distribución geográfica y geológica de las manifestaciones, y sin haber estudiado en detalle las características petrográficas de las rocas petrolíferas catalanes, admiten que el petróleo procede de niveles infrayacentes, y en este caso convendría razonar cuáles podrían ser estos niveles.

En la cuenca francesa del Herault, los petróleos se han acumulado en las brechas de la base del Trías y se ha supuesto, aunque sin suficientes datos para poder afirmarlo con seguridad, que la roca madre está constituida por pizarras permianas.

En la vertiente española no afloran niveles pertenecientes a esta última edad geológica, y tampoco se han encontrado manifestaciones en el Trías, circunstancias ambas que nos obligan a desechar la hipótesis de que tengan su origen en estos horizontes los indicios petrolíferos.

Las manifestaciones petrolíferas del Aptense (Boixols), es más lógico suponer provengan de sedimentos post-triásicos, es decir, de margas jurásicas o de depósitos de la base del infracretáceo.

Es necesario hacer constar aquí, que las ricas y conocidas manifestaciones de las provincias de Burgos, Santander y Soria se encuentran en niveles permeables, arenas y areniscas del Aptense y que frecuentemente se hallan a grandes distancias de los afloramientos jurásicos, lo cual indica que estas manifestaciones, indudablemente secundarias, provienen de una roca madre postjurásica y, por lo tanto, únicamente han de tener su origen en las rocas arcillosas de la base del Infracretáceo.

Es decir, que en ambos casos llegamos a la conclusión de que ha de existir una roca madre infracretácea, lo mismo en Cataluña que en la cordillera cantábrica.

En cuanto a las exudaciones petrolíferas del eoceno cata-

lán, en el caso de no ser primarias, podrían tener su origen en los grandes espesores de margas, arcillas y pizarras del Infracretáceo, del Cretáceo y aun del Eoceno, pues en todas estas edades existen horizontes que reúnen la facies característica de las rocas madres petrolíferas.

Otra cuestión que tiene grandísima importancia es la determinación de los niveles porosos, arenas, areniscas, brechas, etcétera, que reúnan condiciones adecuadas para que en ellas puedan acumularse los hidrocarburos formados en los horizontes primarios.

Indudablemente ofrece la resolución de este problema serias dificultades, pero es completamente necesario resolverlo antes de poder fundamentar el emplazamiento de sondeos de investigación en estas comarcas.

Examinando los terrenos geológicos por el orden cronológico de su sedimentación, vemos que el único campo cercano donde se ha explotado petróleo es el de Herault (Francia), y en éste se ha hallado en las brechas de la base del Trías. No se debe, pues, excluir la posibilidad de que estos bancos sean también petrolíferos en Cataluña.

Por otra parte, si admitimos que los indicios aptenses son fenómenos secundarios, es decir, escapes de niveles inferiores, habría que admitir la existencia de acumulaciones en estratos más antiguos, es decir, o en el Trías o en la base del infracretáceo, pues las formaciones liásicas y jurásicas faltan en esta parte del Pirineo, apoyándose el Infracretáceo directamente en el triásico.

Si, en cambio, admitimos la hipótesis de que estas manifestaciones aptenses sean primarias, entonces se podría encontrar petróleo en cualquier formación geológica más moderna y que tuviera una estructura favorable.

En el primer caso habría que sondear por debajo de las capas de Boixóls; en el segundo, por encima; vemos, pues, si

tiene importancia el comprobar estos razonamientos con trabajos de campo de detalle.

Las mismas dudas se nos ofrecen en cuanto a las manifestaciones petrolíferas en el Eoceno, y según admitamos una u otra hipótesis, será necesario sondear por debajo o por encima de las margas con hidrocarburos.

De lo expuesto anteriormente se deduce que el hacer taladros en el estado actual de los conocimientos respecto a la génesis y estratigrafía de los depósitos reputados como petrolíferos es sumamente arriesgado.

Cuantos han ubicado sondeos hasta ahora lo han hecho sin un fundamento científico serio, lo cual quita probabilidades de éxito a un problema ya de por sí tan aleatorio.

Yo estimo que es necesario efectuar un estudio geológico muy detallado de tan interesante zona petrolífera para ver de determinar:

- 1.º Las capas donde pueden existir yacimientos hidrocarburos primarios y secundarios.
- 2.º Las estructuras geológicas favorables, anticlinales, cúpulas, etc., para la acumulación del petróleo.

Es muy posible que este estudio de detalle que aun no ha emprendido nadie nos dé luz acerca de problemas hoy en día irresolubles.

Datos locales

Empezaremos por los puntos situados más a Poniente para de O. a E. citar los lugares de mayor interés petrolífero.

BOIXÓLS

Separado de la cuenca de Tremp por una gran falla que corre desde Boixóls por Abella hacia Bastús, aparece el infra-

cretáceo muy levantado en todos los contrafuertes meridionales de la Sierra de Carreu (fig. 10.^a).

En las margas compactas y duras casi verticales aparecen en varios puntos, como sucede en la misma aldea de Boixóls o en los estribos del puente de la carretera de Boixóls y como a un kilómetro de este pueblo, unas exudaciones petrolíferas interesantes; basta dar un barreno y partir las rocas arrancadas para encontrar las juntas y lisos cubiertos de petróleo líquido y

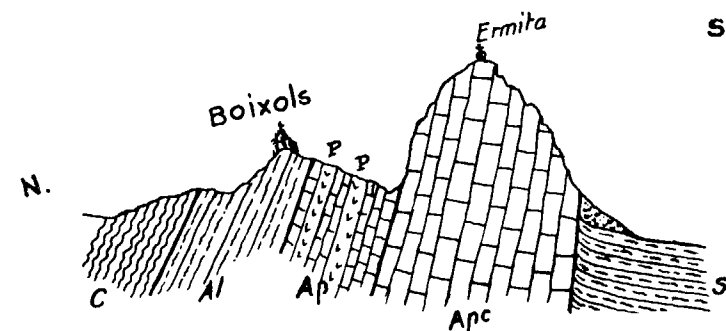


Fig. 10.^a – Corte por las manifestaciones petrolíferas infracretáceas de Boixóls.

S. Senonense; C. Cenomanense; Al. Albense; Ap. Aptense; Apc. Calizas aptenses; P. P. Manifestaciones petrolíferas.

con el olor aromático característico de los aceites bastante ligeros.

En cuanto al origen de este petróleo, para muchos queda la duda de si se trata de un yacimiento primario, es decir, que el petróleo no ha emigrado de otras capas, sino que se encuentra impregnando las margas quizá con una proporción muy baja, que apenas se acusa en los análisis, pero que es suficiente para que se concentre en las fisuras y juntas de la roca, o también puede ser un yacimiento secundario, es decir, que el petróleo proceda de otro nivel geológico y se haya trasladado al que se presenta aquí en la superficie.

Yo me inclino a la primera hipótesis, pues las margas me parecen demasiado impermeables para admitir que el petróleo pueda actualmente escaparse a través de ellas.

En todo caso, la roca es demasiado poco porosa para poder constituir un nivel petrolífero explotable: no sirve para contener una acumulación de petróleo.

Este punto es de una importancia capital, pues quiere decir que aunque la sonda llegare al nivel petrolífero de Boixóls y éste esté cubierto por un anticlinal, no se encontraría en él petróleo.

Cerca de Boixóls, si bien separado de este paraje por la falla de que antes hemos hecho mención, está la cuenca de Tremp, fosa tectónica de gran interés geológico, que está enclavada en la formación garumnense, piso lacustre del cretáceo superior.

Esta formación se presenta sensiblemente horizontal en conjunto, aunque no cabe duda que un examen estratigráfico y detenido revelaría la existencia de anticlinales y sinclinales amplios y poco tendidos de tipo normal, es decir, sin diapirismo.

Este terreno es muy conocido a partir de los magistrales estudios geológicos hechos en el siglo pasado por D. Luis Mariano Vidal, y tiene gran interés industrial, pues pertenecen al garumnense los conocidos yacimientos de carbón de Figóls.

En la cuenca de Tremp aparecen los siguientes tramos garumnenses: en la base, las calizas con lignitos que no afloran más que en contados puntos del borde de la cuenca, el piso medio integrado por margas rojas, y, por último, generalmente denudadas, se presentan grandes bancos de calizas.

En vista de la existencia de estas estructuras geológicas favorables y de las exudaciones petrolíferas conocidas de Boixóls y otros parajes de las inmediaciones de la fosa citada, se ha pretendido sondear dentro de la cuenca de Tremp, hacia

Conqués o Abella de la Conca, en la esperanza de encontrar petróleo en el nivel de Boixóls.

A nuestro parecer, esta empresa tendría pocas probabilidades de éxito, pues ya hemos indicado que el nivel de Boixóls no es lo suficientemente poroso para que en él puedan acumularse los hidrocarburos.

Además, una investigación sería sumamente costosa, pues se trataría de un sondeo a gran profundidad, ya que según los datos que poseemos, los espesores en la cuenca serán los siguientes:

Garumnense.....	300 metros.
Senonense.....	600 —
Turonense.....	100 —
Cenomanense y Albense.....	500 —

Terrenos todos que cubren las formaciones petrolíferas de Boixóls, y que es muy probable estén todos representados en el paraje donde hubiere que sondear.

Es decir, que habría que pensarlo muchísimo antes de aventurarse a ejecutar sondeo de investigación de resultado tan aleatorio.

RÍUTORT

Está enclavado junto a Brocá, comarca situada entre Guardiola y la Pobla de Lillet.

Las margas petrolíferas de Riutort constituyen la manifestación más notable de la región prepirenaica catalana y una de las más importantes de España.

Han sido objeto de una exploración muy extensa por medio de galerías y de un intento de explotación, destilando las margas en hornos construidos en una fábrica hoy en día derribada.

Desde medio kilómetro al Norte de la carretera de la Pobla de Lillet, las capas de edad eocena forman un gran monoclinal

con buzamiento meridional constante, de unos 45 grados de término medio.

Por esta razón, las capas petrolíferas han desaparecido en la parte Norte de la mina «Conchita», y en cambio se encontrarán a considerable profundidad en la mina «San Roque», situada más al Sur.

También pueden tener considerable importancia petrolífera los yesos rojos tan abundantes junto a Guardiola, y es necesario establecer la relación estratigráfica entre este horizonte y las margas de Riutort.

En las inmediaciones de las labores mineras las capas están muy levantadas, plegadas y rizadas, denotando la intensidad de los movimientos tectónicos en la región (Lám. 4.^a).

Sin embargo, a no ser en las inmediaciones de las masas yesosas no se observa diapirismo en los pliegues.

Existen en la mina de Riutort unos 700 metros de amplias galerías con muchísimos puntos donde mana el petróleo gota a gota de las juntas y fisuras de las calizas margosas, que son muy compactas y bastante duras, manteniéndose las galerías sin fortificación.

El petróleo en algunos sitios chorrea por las paredes y forma pequeños embalses en el suelo donde sobrenada al agua, pudiéndose llenar botellas sin ninguna dificultad.

Hay algunas zonas completamente estériles, sobre todo en la parte occidental de la mina, pero en las demás labores brota el petróleo en muchos sitios de varias capas distintas de margas calcáreas.

El más profano en estas materias ha de reconocer inmediatamente la extensión e importancia grande de esta interesantísima manifestación petrolífera.

Ahora bien: las rocas son demasiado poco porosas para constituir una explotación a estilo de las alsacianas, donde se recoge el petróleo que fluye de las arenas que cortan las galerías.



Lám. 4.^a — Socavón de las minas de Riutort.
Las capas rizadas casi verticales.



Lám. 4.^a — Socavón de las minas de Riutort.
Las capas rizadas casi verticales.

Tampoco parece indicado el destilar estas rocas, pues la impregnación es muy irregular y en conjunto pobre. La toma de muestras para determinar la ley media de las margas exigiría una labor detenida, empezando por perforar algo en las galerías existentes, pues para nada sirve tomar muestras aisladas, que lo mismo pueden engañar por acusar una riqueza menor de la media, si se han evaporado los aceites ligeros, que manifiestan una ley exagerada si se ha concentrado en este punto el petróleo.

Desechada la explotación directa, no queda más que determinar la posibilidad de encontrar acumulaciones en capas porosas por medio de sondeos.

Dada la importancia del horizonte de rocas plásticas que reúne todas las características de las rocas madres petrolíferas y su alto grado de impregnación, yo estimo que un nivel de rocas porosas en contacto con este horizonte es muy probable contenga acumulaciones de petróleo, siempre que esté en una estructura geológica cerrada y que los movimientos tectónicos no hayan sido causa del escape de los hidrocarburos.

Un ensayo industrial de destilación del petróleo crudo de Brocá, ha dado el resultado siguiente:

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

Densidad a 15°.....	= 0,941
Inflamabilidad.....	= 143°
Combustión.....	= 167° C
Acidez en oleico.....	= 0,27 por 100
Humedad.....	= 8 —
Viscosidad Engler a 50°.....	= 7,65
<i>Productos destilados hasta 300° C = 16 por 100 s/materia seca</i>	

CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS

Destilados

Densidad a 15° C.....	= 0,860
Inflamabilidad.....	= 103°
Combustión.....	= 127°
Acidez en oleico.....	= 0,28 por 100
Destilación:	
Principio.....	225°
10 por 100.....	258°
20 —	267°
30 —	271°
40 —	276°
50 —	282°
60 —	289°
70 —	296°
80 —	305°
90 —	326°
final..	340°
Azufre.....	= 0,15 por 100
Potencia calorífica.....	= 10.935 calorías.

Residuo.

Densidad a 15° C.	= 0,947
Viscosidad Engler a 50°.....	= 16,80
Acidez en oleico	= 0,32 por 100.
Inflamabilidad.....	= 185°
Combustión.....	= 222°
Residuo de Cok.....	= 4,64 por 100.
Asfalto duro.....	= 0,59 —
Azufre	= 0,48 —
Potencia calorífica	= 10.320 calorías.
Cenizas.....	= 0,70 por 100.
Congelación.....	= 12° C bajo cero.

BARRANCO DE VALLFOGONA

Al Sur de la carretera que conduce de Ripoll a Olot y en un profundo valle situado como a cuatro kilómetros al Oeste de San Juliá de Vallfogona, está situada una manifestación petrolífera curiosa.

La geología de la comarca es muy sencilla. Desde la carretera hasta el fondo del valle se extiende un potente nivel de conglomerados y areniscas bastas eocenas con constante buzamiento septentrional, en término medio de 45 grados.

En todo el fondo del barranco, y en un afluente del mismo, donde existe una pequeña impregnación de petróleo, se presenta un potentísimo nivel de margas también eocenas y con el buzamiento concordante, si bien la inclinación de las capas es mayor según avanzamos hacia el Sur.

En estas margas, y como a medio kilómetro al Sur del barranco de Vallfogona, han hecho un pequeño socavón de unos cinco metros con dos pocillos. Tanto en uno de los pocillos como en el fondo del arroyuelo, se encuentran pequeñas exudaciones de petróleo. Indudablemente, si se hicieran más trabajos se encontrarían otros puntos con indicios petrolíferos.

En todo el barranco de Vallfogona hemos encontrado siempre las capas con inclinación meridional, pero su exagerada inclinación parece indicar que se trata de región muy plegada, y, por lo tanto, poco a propósito para la existencia de acumulaciones de petróleo.

Habría también que medir los espesores de los horizontes geológicos superiores a la manifestación petrolífera para ver si dentro del límite que puede alcanzar la sonda se encuentran niveles aptos para contener el aceite mineral.

MONTAGUT — OIX. CASTELFULLIT DE LA ROCA (GERONA)

A unos tres kilómetros de Castellfullit de la Roca, por la carretera de Oix, hay una gran cantera que explotan con destino a la fabricación de cemento.

La cantera tiene un frente de más de 100 metros por unos 20 de altura media, y benefician margas compactas grises eocenas que presentan una gran homogeneidad.

Las capas en la cantera inclinan unos 60 grados, mientras que más al Este, del otro lado de la carretera, se presentan casi verticales.

Hacia el Norte, o sea en dirección a Oix, se tienden más, dibujando una bóveda, que no tuvimos ocasión de observar si está completamente cerrada o no.

De todos modos, si este anticlinal tiene las faldas tan inclinadas por el Norte como por su vertiente Sur, será poco amplio.

En la cantera se observa cómo gran número de las juntas de las margas tienen gotas de aceite, que rellena también algunas pequeñas cavidades de la roca. Las margas recién fracturadas tienen fuerte olor a petróleo.

Vemos, pues, que es una comarca interesante, tanto por las manifestaciones petrolíferas como por el indicio de una estructura geológica favorable.

Al Norte de estas canteras y cerca de Oix han hecho un sondeo de escasa profundidad y sin éxito.

Será también muy interesante estudiar los asomos cretáceo y triásico, que según el mapa asoman en ojal en Oix, para ver el diapirismo de los pliegues, aunque no parece que estas formaciones geológicas pudieran tener relación con las manifestaciones petrolíferas, pues, a mi juicio, no cabe duda se trata de un yacimiento primario, pues es muy inverosímil admitir

una migración del aceite a través o a lo largo de bancos tan compactos e impermeables.

SAN LORENZO DE LA MUGA (GERONA)

En los alrededores de San Lorenzo de la Muga se presenta el Eoceno integrado por un piso margoso, donde se han encontrado las manifestaciones petrolíferas y un potente nivel calcáreo materialmente cuajado de numulites de tamaño pequeño.

Al Norte de esta faja eocena se extiende el cretáceo y aun más al Norte el triásico, siendo, por lo tanto, región interesantísima para estudiar los sedimentos que forman el substratum del nivel petrolífero.

En un barranquito situado al pie de la carretera de Terradas a San Lorenzo de la Muga, y a un kilómetro de este último pueblo, hay un afloramiento de margas con indicios petrolíferos en las juntas y oquedades de la roca. Las margas, de estructura pizarreña, parecen contener petróleo en su masa, además de las juntas, pero para obtener una muestra sería necesario dar algunos barrenos, pues hasta ahora ninguna labor se ha hecho; de todos modos, reúne la formación las características de las rocas madres petrolíferas.

Entre el barranco citado y la carretera se presentan las calizas cuajadas de numulites, que, en cambio, no se hallan del lado opuesto del barranco, de modo que habría que comprobar si corría una falla por la vaguada.

Las formaciones al Norte de la carretera inclinan todas unos 45 grados al Sur, pero en el punto donde aparecen las margas petrolíferas los estratos se tienden y sólo inclinan 10 grados al Este.

A dos kilómetros al O.-NO. de San Lorenzo de la Muga examinamos un paraje donde han pensado perforar un sondeo.

Las montañas forman aquí un circo abierto hacia San Lorenzo de la Muga, en el cual un gran banco de calizas dibuja una bóveda. En cambio, en una ermita situada junto a la carretera, así como en el camino de carros que conduce al paraje indicado, se encuentran los bancos muy levantados, así que no parece indicado el hacer un sondeo en este paraje.

Nos manifestaron que en verano se ven manchas de petróleo en el arroyuelo que nace al pie del citado circo montañoso.

Dadas las manifestaciones petrolíferas indicadas, será conveniente estudiar las estructuras geológicas de las inmediaciones de San Lorenzo de la Muga, pues es posible se encuentren niveles permeables del Eoceno superior donde pudiesen reunirse las condiciones necesarias para poder formarse acumulaciones de hidrocarburos líquidos y gaseosos.

CORDILLERA CANTÁBRICA

En la falda meridional de la cordillera cantábrica abundan mucho las manifestaciones petrolíferas en forma de arenas o areniscas más o menos impregnadas y con aceite mas o menos asfáltico (Puerto del Escudo, Robredo Ahedo, Basconcillos del Tozo) o fuentes que tienen algo de petróleo mezclado en el agua (Zamanzas).

Las manifestaciones se presentan en el Aptense, que tiene una facies nerítica muy importante en esta región, pero que hacia el Este (Santander y Vizcaya) va pasando lateralmente a un gran predominio de depósitos calcáreos coralígenos.

Se trata de acumulaciones indudablemente secundarias, pero no podemos precisar cuál ha de ser el nivel de las rocas madres petrolíferas; es posible sean las arcillas y margas de edad jurásica que en ojal afloran en muchos puntos de la región, pero parece más probable que el aceite se haya originado en los depósitos vealdenses formados en lagunas de poca profundidad y en la desembocadura de ríos caudalosos a juzgar por el espesor y desarrollo de estos sedimentos.

Como dato curioso cabe indicar que en uno de los sondeos efectuados para buscar la prolongación del macizo salino de Cabezón de la Sal (Santander) se obtuvieron algunos barriles de petróleo. El aceite brotó de las capas infracretáceas, pero muy cerca del manchón triásico donde están las minas de sal.

Algunos han supuesto que el petróleo tiene su origen en las hiladas triásicas (roca primaria) y que las areniscas infracretáceas constituyen el depósito secundario.

Esto último me parece indudable, no así lo primero, pues

a mi juicio el Triás, al romper a través de las formaciones más modernas, no ha hecho más que facilitar la migración del petróleo, pero no le ha dado origen. Es decir, que se repetiría el caso de los macizos de sal que hemos descrito al tratar de los campos petrolíferos rumanos.

Confirma esta hipótesis el que se hayan encontrado muchas manifestaciones petrolíferas que no tienen ni la más remota conexión con las manchas triásicas y que en los afloramientos triásicos tan abundantes en la región no exista ni un nivel que reúna las características de las rocas madres. Tampoco hay que olvidar que en el triásico de Cabezón hay muchos sondeos y en ninguno se ha encontrado aceite mineral.

Además de las manifestaciones petrolíferas aptenses, de las cuales estamos tratando, existen las conocidas canteras de asfalto de Maestu, que se encuentran en el Eoceno. Este yacimiento no es primario como los eocenos catalanes que hemos descrito; se trata de una caliza porosa que constituye un nivel muy a propósito para impregnarse como yacimiento secundario, y en esta forma y por evaporación de los aceites ligeros se ha formado el criadero asfáltico.

Datos locales

Unicamente citaremos algunas de las manifestaciones más conocidas para evitar repeticiones y no alargar demasiado esta nota, ya que no hemos pretendido hacer una reseña de todos los yacimientos petrolíferos españoles.

Uno de los afloramientos más interesantes es el del Puerto del Escudo, en la divisoria entre Santander y Burgos, donde hay una capa de arenisca aptense de unos dos metros de potencia tan impregnada de petróleo, que ha sido objeto de una explotación bastante activa durante la guerra europea.

Por medio de socavones arrancaban la roca, que destilaban *in situ* en unas calderas sumamente rudimentarias.

Aunque las manifestaciones están en el Aptense, se hallan inmediatos unos enormes depósitos de arcillas abigarradas vealdenses.

No existe diapirismo en los pliegues; las formaciones, por lo general, inclinan muy poco, pero en cambio las cortan frecuentes fallas, y la ausencia de una cubierta impermeable ha impedido se forme y conserve una acumulación importante de hidrocarburos.

Muy parecido es el caso de Robredo Ahedo, donde también existen afloramientos de arenas petrolíferas explotadas durante la guerra.

El terreno es aptense, y el vealdense no está lejos, aunque no se halle tan próximo como en el Puerto del Escudo.

En una pequeña estructura geológica, formada por las margas cretáceas que cubrían el infracretáceo, hizo el Estado un sondeo que, a pesar de alcanzar 700 metros, sólo dió algunos litros de petróleo, y no cortó nivel gaseoso alguno, lo cual indica que, o la cúpula citada no contenía petróleo, o lo que es más probable, éste se ha perdido en el transcurso de los tiempos, debido más que nada a los movimientos tectónicos que tan profundamente han afectado la región y a la gran altura sobre el mar (cerca de 1.000 metros) de la estructura, la cual indudablemente ha facilitado el escape de los hidrocarburos que pudiera contener.

Cerca de Robredo Ahedo, en el anticlinal de Leva (Soncillo), también han hecho un sondeo en busca de petróleo, pero el taladro emboquillado en el senonense, a pesar de profundizarse 600 metros, no alcanzó las areniscas aptenses, reputadas como petrolíferas.

En este anticlinal en la región comprendida entre Soncillo y Cubillos del Rojo, se ha efectuado por el Estado un recono-

cimiento geofísico empleando el método sísmico de prospección.

Esta investigación ha demostrado que existen varias fallas, acusadas en la superficie unas y sin aflorar otras, que cortan tanto el cretáceo como el infracretáceo. Claro es que es muy probable que estas fallas que cortan principalmente estratos arcillosos estén selladas, y no debe admitirse *a priori* que sean causa suficiente para decidir acerca de la esterilidad de la estructura geológica examinada.

Ni el anticlinal de Leva, ni otros adyacentes, se pueden considerar como diapiros, pero en medio de la región, junto a Soncillo, hay un asomo triásico que rompe a través de las formaciones cretáceas.

Parece lógico que si hubiere niveles petrolíferos productivos hubiere alguna manifestación hidrocarburada en los límites de este asomo, cosa que desgraciadamente no sucede.

Muy distinto es el caso del valle de Zanzas (Burgos), enorme circo de denudación, en cuyas laderas aflora el cretáceo y las hiladas más altas del infracretáceo, mientras que en el fondo asoma el aptense y el vealdense. El mayor interés de esta comarca estriba en que en el eje del valle, y cerca del Ebro, existe una fuente en la cual mana algo de aceite.

Todo parece indicar que en las inmediaciones de este valle, donde hay varios anticlinales bastante amplios, se reúnan las condiciones para formarse acumulaciones de hidrocarburos; el problema es si éstas se han conservado, o si, como es muy probable, el petróleo se ha perdido en su mayor parte. Otra comarca interesante es el extenso valle de Basconcillos del Tozo (Burgos), que está limitado por Levante por una gran cortina montañosa, donde afloran formando pronunciado cejo las calizas cenomanenses alineadas de NO. a SE. y con buzamiento de 45 grados al NE., aproximada-

mente. Por debajo de los potentes bancos de caliza aflora un nivel margoso.

El fondo del valle, de suelo relativamente llano, está formado por areniscas, arenas y conglomerados calcáreos de elementos finos, nivel aptense, donde se encuentran las manifestaciones petrolíferas, y que presenta los mismos caracteres y disposición de todo el aptense petrolífero de la falda meridional de la cordillera cantábrica.

Por encima del pueblo de Basconcillos, o sea donde están las manifestaciones petrolíferas, las capas de arenisca buzan concordantes con las calizas del cretáceo superior.

Como a un kilómetro al Oeste de Basconcillos siguen conservando las areniscas el mismo buzamiento a Levante, pero un poco más al Oeste asoman con dirección opuesta unos bancos de caliza arcillosa fétida, con pequeños lechos de margo negra intercalada.

Entre estos dos últimos afloramientos parece, pues, dibujarse un anticlinal, pero la circunstancia de ser distintas las rocas que componen ambas ramas—en un lado areniscas, en el otro calizas—hace que sin una comprobación estratigráfica detallada no podamos afirmar si no existe aquí un trastorno geológico que pudiera tener gran importancia.

En cuanto a los flancos del anticlinal, el oriental, como hemos visto, está admirablemente caracterizado; no así el occidental, pues a Poniente del eje se extiende una gran mancha de areniscas aptenses, con buzamiento indefinido.

A menos de un kilómetro de Basconcillos del Tozo hay un afloramiento muy interesante de areniscas de grano muy grueso impregnadas de betún asfáltico. La impregnación es bastante rica, pero todos los aceites ligeros han desaparecido bajo la acción de los agentes atmosféricos.

Hay muy poca labor hecha para poder determinar la potencia de la arenisca petrolífera.

La arena reúne excelentes condiciones para constituir una acumulación de hidrocarburos, pues es muy porosa y casi no contiene arcilla.

El yacimiento es seguramente secundario, originándose el petróleo en alguna marga o arcilla más antigua, cuya edad desconocemos, quizá vealdense o jurásica.

La formación petrolífera está desmantelada, es decir, que falta la cubierta impermeable necesaria para una acumulación de petróleo; únicamente queda la posibilidad de que exista un segundo nivel petrolífero desconocido, cubierto por margas o arcillas impermeables.

Como carácter común y negativo de todas las estructuras geológicas de la falda de la cordillera cantábrica cabe indicar la altura grande sobre el nivel del mar (1.000 metros) y la cota sobre el nivel de base que marca el Ebro, que corre por gargantas varios centenares de metros más profundas.

GARRUCHA (ALMERÍA)

Se trata del descubrimiento más interesante hecho estos últimos años en la Península, tanto por la forma de aparecer el petróleo como por la calidad del crudo sumamente ligero, y se comprende el revuelo causado por el hallazgo que ha motivado se denuncien como terrenos petrolíferos, no sólo los colindantes con Garrucha, sino muchos más que no tienen la menor relación geológica con el sitio donde aparecieron las manifestaciones petrolíferas.

Desgraciadamente se han hecho pocas investigaciones a pesar del gran número de minas demarcadas, y estos trabajos aun no han alcanzado éxito favorable.

En cuanto a las manifestaciones petrolíferas, podemos manifestar que el petróleo ha aparecido en cuatro pozos situados dentro del límite del pueblo y agrupados de dos en dos.

Según parece, el petróleo surgió en estos pozos, que tenían agua clara si bien im potable, a raíz de unos movimientos sísmicos bastante violentos que se observaron el año 1929.

Desde esa época se han vaciado varias veces los pozos, volviendo a aparecer siempre una capa oleaginosa encima del agua.

Los dos pozos meridionales, llamados de Don Andrés Garrido y de la Confitera, están separados entre sí solamente cinco metros. Ambos tienen 10 metros de profundidad con unos tres metros de agua en su fondo.

El aceite es muy fluido, transparente, de un color amarillo muy claro, y se emplea en los encendedores y hasta se ha probado en los automóviles con buen éxito, pero ensucia rápidamente los motores.

En la parte septentrional del pueblo, junto a la calle Mayor y a unos 500 metros de los pozos citados anteriormente, hay otros dos con análogos indicios.

Estos últimos pozos tienen 12 metros de profundidad y en ellos mana próximamente la misma cantidad de aceite, pero éste es un poco más pesado, tiene un color amarillo más oscuro y al poco rato de expuesto a la luz toma un color de ámbar parduzco.

Los pozos están situados sobre una línea N.-S. paralela a la playa y a muy corta distancia de ésta.

Su cota es de ocho metros, es decir, que el aceite mana próximamente al nivel del mar.

El análisis de unas muestras hecho en el Instituto Geológico y Minero de España ha dado los siguientes resultados:

Pozos meridionales

Destila:

$$80-198^{\circ} \quad D_{15} = 0,7679$$

El agua del pozo tiene 7.202 gramos de cloruro sódico.

Pozos septentrionales

Destila:

$$147-241^{\circ} - 27,39 \text{ por } 100. \quad D_{15} = 0,8430 \text{ (lampante).}$$

$$241-328^{\circ} - 62,19 \quad \text{»} \quad D_{15} = 0,8782 \text{ (Gasoil).}$$

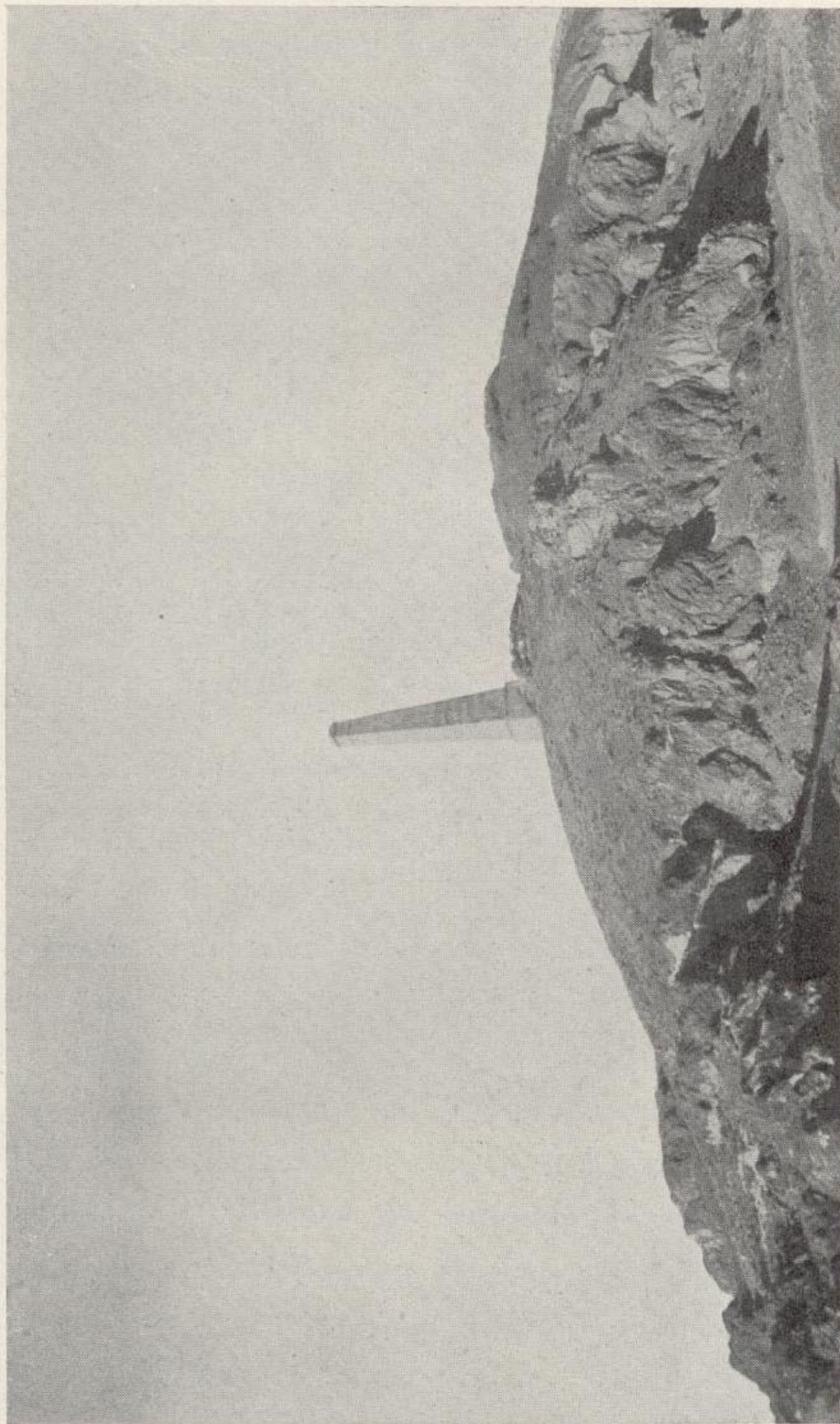
En vacío:

$$250-335^{\circ} - 9,11 \text{ por } 100. \quad D_{15} = 0,9061 \text{ (engrase).}$$

Hemos observado que además del líquido se desprenden hidrocarburos gaseosos en forma de burbujas, que producen fuerte olor en el brocal de los pozos (fig. 11.ª).



Lám. 5.ª — Garrucha. El Triás del Calvario.



Lám. 5.^a — Garrucha. El Trías del Calvario.

Descripción geológica

En Garrucha se pueden distinguir varias zonas de estructura geológica distinta, que iremos enumerando a continuación.

Serreta del Calvario. — Está formada por un conjunto de capas triásicas: pizarras, calizas, mineral de hierro, etc., muy

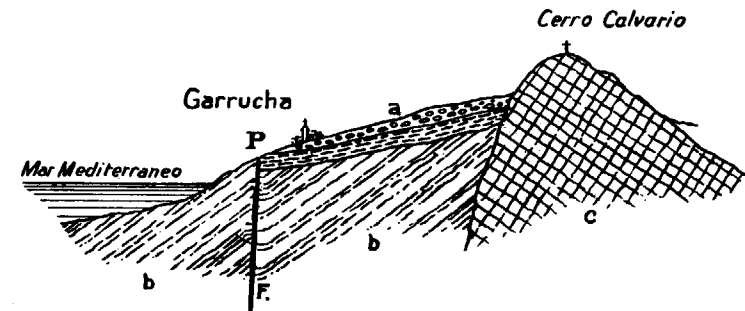


Fig. 11.ª — Corte esquemático por Garrucha.

a. Conglomerados pleistocenos y arcillas pliocenas; b. Margas tortonienses; c. Macizo triásico; P. Petróleo; F. Falla.

trastornadas, levantadas y con frecuentes torceduras y fallas. En esta formación, que ocupa parte considerable de la región, no hay posibilidad de que exista petróleo (Lám. 5.ª).

Zona plegada meridional. — Toda la parte de la costa situada al Sur y Oeste de la serreta que acabamos de citar, está constituida por una serie de sedimentos terciarios, eocenos, plegados con grandes masas de yeso alabastrino que se explota en unas canteras situadas junto a un cordoncito de calizas numulíticas.

También se encuentran margas acribilladas de cristales de yesos acaramelados.

El triásico asoma en un vallejo donde ha habido una explotación bastante importante de carbonato de hierro.

Los Saladares.—Esta depresión (que cruza la carretera de Vera a dos kilómetros de Garrucha) corresponde a un valle de denudación moderno, cuyo origen se debe a un descenso reciente del nivel del mar (Lám. 6.^a).

En los montículos que rodean la depresión, aparecen rigurosamente horizontales los estratos pliocenos integrados por arcillas con lentejones de arena.

En la falda Norte del Calvario, junto a Garrucha, hay un corte muy interesante en la formación, en el cual, además de las capas citadas, hay aglomerados de cantos de tamaño grande que corresponden a la playa pliocena.

En el Plioceno hay bancos muy yesosos, lo cual denota la persistencia de una facies seca repetidas veces en el terciario.

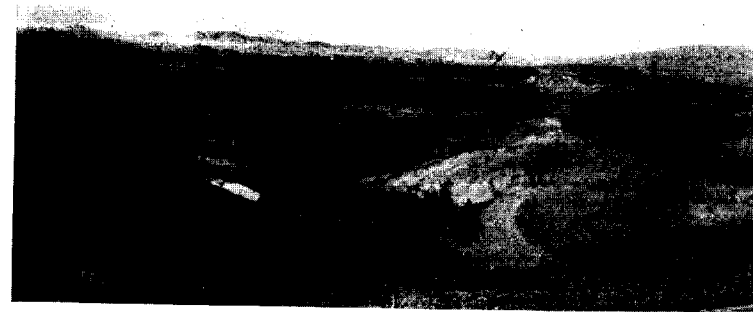
El Plioceno está cubierto por una capa de conglomerados pleistocenos que llaman lastra en el país e inclina suavemente hacia el mar (Lám. 6.^a).

Zona de la Verita.—Al Norte de Garrucha hay una extensa región donde aparecen batolitos de Verita, roca eruptiva que corta las formaciones terciarias.

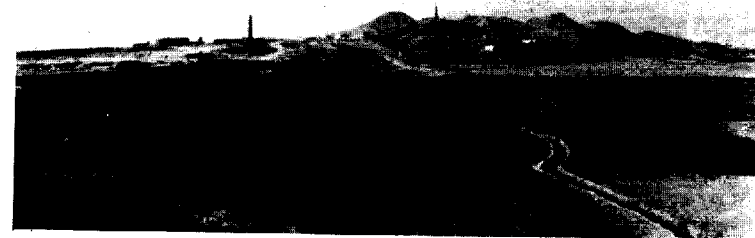
Al Sur del badén, por donde la carretera de Vera cruza el río Antas, hay cortes en que se ve cómo algunos bancos de arcilla contienen muchos pedazos de la roca hipogénica, lo cual prueba que son posteriores a algunas de las coladas eruptivas.

El terciario está algo inclinado en las inmediaciones de los manchones de Verita y es posible que la roca eruptiva selle algunos de los monoclinales terciarios, constituyendo depósitos donde pueden acumularse los hidrocarburos; pero en mi concepto la roca presenta demasiadas digitaciones para poderse presumir que hay depósitos importantes y, además, la ubicación apropiada de los sondeos es un problema difícilísimo.

Zona de Garrucha.—El pueblo está situado entre el mar



Lám. 6.^a — Los saladares de Garrucha.



Lám. 6.^a — Cerro del Calvario y borde pleistoceno.



Lám. 6.^a — Los saladares de Garrucha.



Lám. 6.^a — Cerro del Calvario y borde pleistoceno.

y una loma alargada y baja que se extiende desde el Calvario hasta casi el río de Antas.

Esta loma, cuya altura no pasa de 30 metros y cuyas cotas van bajando hacia el Norte, está formada por capas pliocenas horizontales con una lastra de conglomerados pleistocenos que buza unos 15 grados hacia el mar.

Al Sur del pueblo, en la carretera de Turre, hay un corte de gran interés, donde aflora el mioceno inclinándose 80 grados hacia el mar y cortado por una falla muy reciente, como lo prueba el que esté rellena de pedazos de bancos pleistocenos. Esta falla parece coincidir con la prolongación meridional de una línea jalonada por los pozos con petróleo.

Estas capas inclinadas miocenas, que es donde, a mi juicio, mana el aceite, están selladas por el plioceno horizontal.

Origen del petróleo. — El petróleo proviene como roca madre de cualquiera de los niveles arcillosos terciarios, se ha acumulado en bancos algo menos porosos, que están sellados por las arcillas pliocenas, y ha surgido en los pozos por la acción de los terremotos sobre las fallas del terciario.

Yo estimo que no hay razón para suponer tengan su origen los aceites en formaciones más antiguas, pues en ningún punto donde aflora el substratum triásico se han encontrado indicios de petróleo.

Trabajos de exploración. — Para poder investigar completamente la zona sería necesario hacer una serie de sondeos de exploración geológica, partiendo de las proximidades de los pozos con petróleo y extendiéndose por el resto de la región.

Tanto por la edad de las rocas madres y de las posibles acumulaciones petrolíferas, como por la época tan reciente de los movimientos tectónicos que han afectado hasta los estratos postpliocenos, no cabe negar grandes semejanzas entre este yacimiento y algunos campos rumanos.

Zona de Larache (Marruecos).

El interés de esta zona estriba el que en algunos puntos, como sucede junto a la carretera de Beni-Aros, se han encontrado fuentes de petróleo, si bien siempre en pequeña cantidad y la proximidad a las importantes manifestaciones de la zona francesa de Marruecos, donde tanto en el Fokra como en Sidi-Ameur-el-Hadi están desarrollando nuestros vecinos un importante programa de trabajos.

Han empezado por efectuar notabilísimos trabajos geológicos de detalle ejecutados por reputados geólogos no reparando en el gasto de efectuar gran número de pocillos y sondeos geológicos hasta 100 metros de profundidad, pues así lo exige la naturaleza de aquellos terrenos, en los cuales los estratos están casi siempre cubiertos por mantos pliocenos, cuaternarios o simplemente tierras de labor que impiden el estudio estratigráfico minucioso tan necesario para poder emplazar con acierto los grandes sondeos de investigación.

El estudio geológico lo han completado con una extensa prospección geofísica, empleando como procedimientos el gravimétrico y el eléctrico como más adecuados a aquellos terrenos.

Unicamente de pasada y por la relación que pueda tener con la región petrolífera de Larache citaré los resultados obtenidos hasta ahora en la zona francesa, pues aun prosiguen activamente los trabajos de exploración.

Por de pronto han podido demostrar gracias a estos estudios, viéndose confirmadas las hipótesis por los sondeos ejecutados, que no existen grandes zonas de cobijadura, sino que se trata de pliegues con un diapirismo agudo, asomando en los ejes de los anticlinales el Trías, frecuentemente con macizos salinos. Al Trías de los núcleos de los plegamientos flan-

quean el Mioceno, el Eoceno y aun el Cretáceo. Por encima de estas formaciones, en discordancia y ocultándolas a veces completamente, se halla el Plioceno.

A estas mismas conclusiones he llegado yo en recientes estudios efectuados en el territorio jalonado por Larache, Alcazarquivir y Arcila, si bien con algunas diferencias que conviene señalar.

Por de pronto se trata de región mucho más plegada, como corresponde a la menor distancia que existe entre la

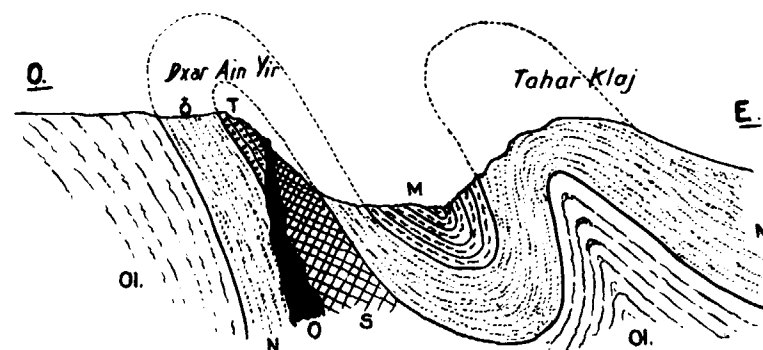


Fig. 12.ª — Corte esquemático por el pliegue de Ain Yir (Larache).
M. Mioceno; N. Bartoniense; Ol. Luteciense; T. Triásico; O. Ofitas; S. Macizo salino.

sierra y el macizo hundido que debe ocupar el fondo del Atlántico, no lejos de la costa. Así, en nuestra zona son frecuentes los buzamientos de 70 y 80 grados, mientras que en la francesa, por lo general, no pasan de 45 grados (fig. 12.ª).

Llama también la atención la persistencia del buzamiento hacia el Este, repetido ininidad de veces entre el mar y el macizo montañoso que forma el eje de la Península nortemarroquí, lo cual en mi concepto únicamente cabe explicarlo satisfactoriamente por una repetición de pliegues acostados muy denudados, hasta el punto de no aparecer por parte alguna los corchetes de los anticlinales.

También cabe indicar como diferencia entre la estructura

de las dos zonas, francesa y española, la desigual dirección de los plegamientos, pues en los campos petrolíferos franceses están arrumbados los estratos de NO. a SE., mientras que más al Norte describen un arco y en nuestra zona tienen una dirección ya casi meridiana.

Nosotros también tenemos que admitir la existencia de grandes fallas, casi paralelas a la costa atlántica, y que están jalonadas por una serie de asomos ofíticos. La falta de sondeos nos impide conocer el diapirismo de los pliegues, pero tenemos un ejemplo típico de asomo triásico con núcleo salino y acompañamiento de erupciones ofíticas en Dzar-Yedid.

En agosto de 1931 tuve ocasión de volver a examinar las manifestaciones petrolíferas en la zona francesa, cerca de Alcazarquivir, que son las que mayor interés ofrecen para nosotros.

En el Fokra, uno de los antiguos sondeos ejecutados hace cerca de diez años, da unos 100 kilogramos diarios de petróleo crudo de buena calidad.

En Sidi-Ameur-el-Hadi han hecho recientemente una zanja de unos dos metros de profundidad sobre una fuente donde hace tiempo se sabía que rezumaba aceite y recogen al día varios bidones de crudo bastante ligero.

En cuanto a los sondeos profundos, aun no ha llegado la hora de hablar de ellos, pues aun no han terminado la exploración; basta indicar que, a pesar de haber llegado con dos a la profundidad de 1.000 metros, aun no han tenido un éxito francamente favorable.

También es prematuro hablar aun de las enseñanzas que se deriven de estas investigaciones y que podemos aplicar a la zona española.

Basta indicar que no existen mantos de corrimiento, que los pliegues son diapiros y que en mi concepto en nuestra zona son muy agudos, están acostados y los cortan grandes fallas longitudinales.

BIBLIOGRAFÍA

RUMANIA

- AINSMAN, S.: «Rumänisches Petroleum.» *C. R. II Congr. Internat. du Pétrole*, III sess. — Bukarest, 1910.
- BUTESCU, D., et ATANASIU, V.: «Sur la présence de l'Hélium dans les gaz des sondes pétrolifères.» *Ann. des mines de Roumanie*, 9, n.º 12. — Bukarest, 1926.
- Carte géologique de la Roumanie*, 1 : 1.500.000. — Bukarest, 1926.
- DAVID, M.: «Recherches géologiques dans le plateau moldave.» *Ann. Inst. Geol. Roman.*, 9. — Bukarest, 1922.
- EDELEANU, L.: «Das Rumänische Erdoel.» *Ann. Inst. Geol. Roman.*, 2, 1. Bukarest, 1908.
- FILIPESCU, D.: «Région de Bustenari.» *Ann. des mines de Roumanie*, 8, n.º 14. — Bukarest, 1925.
- GROZESCU, H. G.: «Géologie de la région subcarpathique de la partie septentrionale du district de Bucau.» *Ann. Inst. Geol. Roman.*, 8. — Bukarest, 1918.
- GROZESCU, H. G.: «Condițiunile de sedimentare ale Formațiunei salifere subcarpatice.» *Dări de seamă. Inst. Geol. Roman.*, 6. — Bukarest, 1923.
- KREJCI, K.: «Der Bau der rumänischen Oelgebiete.» *Geol. Rundschau*, 1925, Bd. 16, Heft 1 & 2.
- KREJCI, K.: «Zu Voltestis Betrachtungen ueber die Tektonik und das Alter der karpatischen Salzstöcke.» *Geol. Rundschau*, 1927, Bd. 18, Heft 3.
- MACOVEI, G.: *Rumänien-Die Erdoel-Gas und Asphaltlagerstätten. Das Erdoel*, II Band, II Teil. — Leipzig, 1930.
- MACOVEI, G.: «Asupra vârstei formațiunei salifere in România.» *Dări de seamă*, 4. — Bukarest, 1913.
- MACOVEI, G.: «Considérations sur les rapports qui existent entre le pétrole et les schistes bitumineux.» *Ann. des mines de Roumanie*, 8, núm. 6. — Bukarest, 1925.
- MACOVEI, G.: «La formation des gisements de pétrole en Roumanie.» *Ann. des mines de Roum.*, 9, n.º 5. — Bukarest, 1926.
- MACOVEI, G., und ATANASIU, I.: «Câteva date asupra constitutiei geologice a zonei Flisului din regiunea văilor Sânicului și a Oituzului (Moldova).» *Dări de Seamă ale sedint. Inst. Geol.* 11. — Sedinta dela 26 Jan. 1923.

- MATESCU, S.: «Cercetari geologice in partea externă a curbarei sudestice a carpatilor Români.» *Ann. Inst. Geol. al României*, 12. — Bukarest, 1927.
- MIKAILOVITCH: «Quelques renseignements sur l'état du fonçage du puits. N.° 1, Steaua Română, Campina.» *Ann. des mines de Roumanie*, 10, n.° 5. — Bukarest, 1927.
- MRAZEC, L.: «Contributions à l'étude de la dépression subcarpathique.» *Bull. Soc. Science Roum.* — Bukarest, 1900.
- MRAZEC, L.: «Die Geolog. Verhältnisse der Erdölzonen in Rumänien.» *Oesterr. Zeitschr. f. Berg. &.* — Huttenw, 1902.
- MRAZEC, L.: «Ueber die Bildung der rumän. Petroleumlagerst.» *Congr. Internat. petrol.*, III sess. *Compt. Rend.* 2. — Bukarest, 1910.
- MRAZEC, L.: *Les gisements de pétrole.* Ministère de l'Industrie et du Comm. — Bukarest, 1910.
- MRAZEC, L.: «Léçons sur les gisements de pétrole.» *Ann. des mines de Roum.* 1922
- MRAZEC, L.: «Despre Compozitia apelor fosile de zăcământ din formațiunile de petrol si origina iodurilor.» *Dări de Seamă. Inst. Geol. Rom.*, 9. — Bukarest, 1922.
- MRAZEC, L.: «Vorlesungen ueber die Lagerstätt. des Erdöls.» *Petroleum*, Bd. 22, n.° 24. — Berlin-Wien, 1926.
- MRAZEC, L., et POPESCU-VOITESTI, J.: «Nappes du Flysch carpathique.» *Ann. Inst. Geol. Roman.*, 5/2. — Bukarest, 1911.
- MRAZEC, L., et POPESCU-VOITESTI, J.: «Contrib. à la connaissance des nappes du Flysch carpathique en Roumanie.» *Ann. Inst. Geol. Roman.*, 5. — Bukarest, 1914.
- MRAZEC, L., et TESSEYRE, W.: «Aperçu sur les formations salifères de Roumanie.» *Moniteur int. pétrol. roum.* — Bukarest, 1902.
- MRAZEC, L., et TESSEYRE, W.: «Excursions dans les régions pétrolifères de la vallée de la Prahova.» *Congr. Intern. du Pétrole*, III sess. *Guide des excurs.*, 11. — Bukarest, 1907.
- MURGOCI, G. M.: «Die Petroleumlagerstätten von Bălteni.» *Compt. rend.*, 2 *Congr. Internat. du Pétrole*, III sess. — Bukarest, 1910.
- MURGOCI, G. M.: «Das Tertiär Olteniens.» *Ann. Inst. Geol. Roman.*, 1. — Bukarest, 1907.
- MURGOCI, G. M.: «Die Fazies und die Tektonik des Tertiärs von Oltenia in bezug auf die Petroleumlagerst.» *Compt. rend.*, II *Congrès Intern. du Pétrole*, III sess. — Bukarest, 1910.
- MURGOCI, G. M.: «Nouvelles données relatives aux gisements de pétrole.» *Ann. min. Roum.*, 4, n.° 8/9. — Bukarest, 1921.
- OSTROGOVICH, A.: «Étude chimique d'un pétrole brut de Hârja.» *Ann. Inst. Geol. Roman.*, Bd. 6. — Bukarest, 1914.
- PETRASCHECK, W.: «Neue Erfahrungen & Richtlinien zur Erdölgeologie der Karpathen.» *Petroleum*, 1922.
- PETRASCHECK, W.: «Ueber Beziehungen zwischen Erdöllagerst. und Nebengestein.» *Ann. des mines de Roum.*, 9, n.° 5. — Bukarest, 1926.

- POPESCU-VOITESTI, J.: «Aperçu général sur la Géologie de la Roumanie.» *Ann. des mines de Roum.*, 4, Jahrg, n.° 8/9. — Bukarest, 1921.
- POPESCU-VOITESTI, J.: «The mode of appearance of the Petroleum Deposits in the carpathien region, etc.» *Journ. Petrol. Technol.*, 9, n.° 38. — London, 1923.
- POPESCU-VOITESTI, J.: «Betrachtungen ueber die Tektonik und das Alter der karpathischen Salzstöche.» *Mitt. der Geogr. Gesellsch.*, Bd. 69. — Wien, 1926.
- PREDA, D. M.: «Observat. géologiques dans le champs pétrolifère d'Ochiuri.» *Apatete Minilor Din Romania*, n.° 3. — Bukarest, 1929.
- PREDA, D. M.: «Géologie de la région subcarpathique de la partie méridionale du district de Bacău.» *Ann. Inst. Geol. Roman.*, Bd. 7. — Bukarest, 1917.
- PREDA, D. M.: «Géologie et Tectonique de la partie orientale du district de Prahova.» *Ann. Inst. Geol. al Rom.*, Bd. 10. — Bukarest, 1925.
- PREISWERK, H.: «Ueber den geolog. Bau der Region der Schlammvulkane und Oelfelder von Berca und Beciu bei Buzău in Rumänien.» *Zeitschr. f. prakt. Geol.*, 20, Jahrg., 1912, Heft 1/2.
- PROTESCU, O.: «Asupra prezentei etajului Tortonian in regiunea Melicesti.» *Dări de seamă. Inst. Geol. Roman.*, 4, S. 8-11. — Bukarest, 1915.
- PUSTOWKA, A.: «Ueber «Exotische Blöcke» in rumänischen Salzgebirge.» *Geol. Arch.*, Bd. 3. — Königsberg, 1924.
- PUSTOWKA, A.: «Ueber rumänische Salztoneaufbrüche.» *N. Jahrb. f. Min. Beil.*, Bd. 61 B, S. 317-398. — Stuttgart, 1928.
- SCHMITZ, E.: «Sur la transformation des résidus de pétrole en Asphalt.» *Ann. des mines de Roum.*, 5, n.° 10. — Bukarest, 1922.
- SEVASTOS, R.: «Limita Sarmatianului, Meotianului si Pontianului.» *Ann. Inst. Geol. Roman.*, 9. — Bukarest, 1922.
- TÂNĂSESCU, I.: «Influenta gazelor asupra nivelului hydrostatic al apelor din formațiunile petrolifere.» *Dări de seamă. Inst. Geol. Roman.*, 3. — Bukarest, 1912.
- TÂNĂSESCU, I.: «Étude préliminaire sur la région thermique dans les régions pétrolifères de la Roumanie.» *Ann. Inst. Geol. Roman.*, Bd. 5. — Bukarest, 1914.
- TÂNĂSESCU, I.: «Les conditions physiques d'accumulation des hydrocarbures et les normes d'évaluation des gisements de pétrole.» *Ann. Inst. Geol. Roman.*, Bd. 9. — Bukarest, 1922.
- TEISSEYRE, W.: «Ueber die mäotische, pontische und dazische Stufe.» *Ann. Inst. Geol. Roman.*, Bd. 2. — Bukarest, 1908.
- TEISSEYRE, W.: «Die Schlammvulkane von Berca Beciu und die Frageerörterung der Bedeutung derselben fuer die Oelzone.» *Compt. rend.*, II *Congr. intern. du pétrole*, III sess. — Bukarest, 1910.
- WISCHIN, R.: «Spezifische Eigenschaften der rumänischen Rohöle und die dadurch bedingten Methoden ihrer Verarbeitung.» *Compt. rend.*, II *Congr. internat. du pétrole*, III sess. — Bukarest, 1910.

ESPAÑA Y MARRUECOS

- ALVARADO, A. DE, y MENÉNDEZ PUGET, L.: «Pizarras bituminosas. Datos obtenidos en el sondeo número 1 de Puertollano.» *Bol. del Inst. Geol. y Minero de España*. I, LII, 1930.
- BRIVES, A.: «Le pétrole en Algérie et dans l'Afrique du Nord.» *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord*. 1919, págs. 116-127.
- CHOFFAT, P.: «Regiones petrolíferas en la Extremadura portuguesa.» *Bol. Inst. Geol. de España*. Tomo XXXVII, 1916. Madrid.
- DALLONI, M.: *La géologie du pétrole et la recherche des gisements pétrolifères en Algérie*. Univ. Alger. Fac. Sc., 1922, 329 págs., 48 figs., 1 carte.
- DUPUY DE LÔME, E., y MILÁNS DEL BOSCH, J.: «Geología de Marruecos. Zona atlántica.» *Bol. del Inst. Geol. de España*. Tomo XXXVIII (1917). Madrid.
- DUPUY DE LÔME, E., y MILÁNS DEL BOSCH, J.: «Geología nortemarroquí.» *Bol. del Inst. Geol. de España*. Tomo XLII, 1921.
- GAUDOUIN: «Les gisements de pétrole dans l'Afrique du Nord.» *La Rev. Maritime*. Mars 1929, págs. 362-372.
- GAVALA, J.: «Regiones petrolíferas de Andalucía.» *Bol. del Inst. Geol. de España*. Tomo XXXVII (1916). Madrid.
- GAVALA, J.: «Regiones petrolíferas en Huidobro (Burgos).» *Bol. del Inst. Geol. de España*. Tomo XXXVII (1916). Madrid.
- GAVALA, J.: «Los lignitos y pizarras bituminosas de Rubielos de Mora (Teruel).» *Bol. del Inst. Geol. de España*. Tomo XLII, 1921. Madrid.
- JOLEAUD, L.: *Le pétrole dans l'Afrique du Nord*. 1926. París.
- KINDELÁN, V.: «Posibles depósitos de hidrocarburos en terrenos azufreos del SE. de España.» *Bol. del Inst. Geol. de España*. Tomo XLVII, 1926. Madrid.
- MALLADA, L.: «Yacimientos de petróleo y azufre en Cádiz.» *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España*. Tomo XXX, 1909. Madrid.
- MARÍN, A.: «La potasa.» *Bol. del Inst. Geol. de España*. Tomo XLVIII, primera y segunda parte, 1927. Madrid.
- NEUBURGER, H.: *Les gisements pétrolifères du département d'Oran*. Mustapha, 1901.
- NEUBURGER, H.: *Le pétrole en Algérie*. París, 1902.
- RUIZ FALCÓ, M.: «Sondeo de Caldones (Asturias).» *Bol. del Inst. Geol. de España*. Tomo XXXVII, 1916. Madrid.
- SAMPelayo, P. H., y CINCÚNEGUI, M. DE: «Esquistos bituminosos de Ribesalbes (Castellón).» *Bol. del Inst. Geol. de España*. Tomo XLVI, 1925. Madrid.
- SAMPelayo, P. H.: «Noticia sobre los petróleos de Garrucha (Almería).» *Revista Minera*, 16 enero 1931. Madrid.

- SEBILLOT, P. Y.: *Les pétroles africains et coloniaux. Recherches faites et résultats acquis*. París. Larose, in-8.º, 58 págs., fig.
- SOLIGNAC, M.: «Les recherches de pétrole en Tunisie.» *Revue Pétrolifère*, in 4.º, 1925, 60 págs., figs. y cartes.
- VIDAL, L. M.: «Nota acerca del sistema cretáceo en los Pirineos de Cataluña.» Tomo IV. *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España*, 1875. Madrid.
- YOVANOVITCH, B.: «La Géologie du Pétrole au Maroc.» *Bull. Soc. Géol. France*, 4.º, ser. XXII, 1922, págs. 234-244. 4 figs. (cartes, coupes).
- YOVANOVITCH, B.: «Des rivalités d'intérêt au Maroc: la politique du pétrole de 1913 à 1923.» *Revue Pétrolifère*, III, nº 14, 24 février 1923, páginas 9-13, 2 figs. (cartes).

SINOPSIS
DE LAS
ROCAS HIPOGÉNICAS
DE ESPAÑA
POR
ENRIQUE RUBIO Y MANUEL CINCÚNEGUI
Ingenieros de Minas

SINOPSIS DE LAS ROCAS HIPOGÉNICAS DE ESPAÑA

Introducción

Siendo misión principal del Instituto Geológico y Minero de España la formación del nuevo mapa geológico a escala 1 : 50.000, en cuyas hojas ha de aparecer la geología con un detalle y precisión mucho mayor que con el que hasta ahora se venía efectuando, hemos podido observar que una de las dificultades con que se suele tropezar, es la carencia de un tratado completo de consulta donde se encuentren reunidos todos los datos conocidos de la Petrografía española, los cuales se hallan diseminados en multitud de folletos y *Boletines* o como datos accidentales en las *Memorias* publicadas sobre la constitución geológica de las diferentes regiones que constituyen nuestro país.

El objeto del trabajo que presentamos es llegar a exponer en un solo estudio todos los datos esparcidos que hemos reunido y que seguimos reuniendo en el laboratorio de Petrografía del Instituto Geológico y Minero, referentes a las distintas clases de rocas hipogénicas que aparecen en nuestro suelo, con los caracteres más notables que las distinguen, su composición íntima y sus variaciones, debidas a veces al metamorfismo.

De cada clase de roca que describamos expondremos diversos tipos, especificando su textura y minerales componentes,

detallando el estudio de éstos y acompañando esta descripción de microfotografías, sin las cuales el texto sería de escasa utilidad.

Estas microfotografías habrán de referirse, no sólo a la roca en conjunto, sino también a los detalles de los minerales componentes que juzguemos de interés.

Dada la variedad de rocas hipogénicas que aparecen en nuestro territorio y el detalle con que queremos describirlas, este trabajo habrá de resultar forzosamente bastante extenso, y sobre todo, requerirá un período de tiempo algo largo, por lo cual y al objeto de no tener que esperar su terminación para que su publicación comience, hemos creído más conveniente irlo publicando por partes en los diversos *Boletines* de este Instituto, haciendo a la vez tiradas aparte que más tarde podrán ser reunidas en un solo volumen a su terminación.

No pretendemos que todo nuestro trabajo sea original, puesto que ya decimos que se trata de una recopilación de datos, y sucederá a veces que en ciertas regiones que han sido ya estudiadas por eminentes petrógrafos, nuestra misión se reducirá poco menos que a transcribir sus observaciones; pero no sucederá lo mismo en otras, en las cuales la existencia de datos es nula o casi nula y todo ello ha tenido que ser estudiado de nuevo.

De todas formas, como no abrigamos ninguna pretensión de gloria al empezar esta publicación y sí sólo el deseo de facilitar las consultas de cuantos se dediquen en nuestro país a esta rama de la geología, si llegamos a conseguir esto, aunque sólo sea en parte, nuestros deseos se verán más que satisfechos.

Mucho hemos vacilado ante el orden que habrá de darse a esta sinopsis, siendo nuestra tendencia natural el comenzar por el orden clásico en estos estudios; por la más antigua y abundante de las rocas hipogénicas, por el granito; pero aun-

que parezca paradójico, precisamente la abundancia de esta roca en nuestro país, ha hecho que los datos que sobre ella existen en sus múltiples variedades sean los más escasos en nuestras colecciones. Esto se explica por el deseo natural y humano de todo investigador de procurar que sus publicaciones tengan la mayor novedad y originalidad posible. Y así se ve que a veces sobre rocas cuya abundancia es escasisima y cuyos ejemplares constituyen más bien una rareza en las colecciones, se encuentran monografías y estudios sumamente detallados y profundos, mientras que otras, mucho más abundantes y comunes, apenas han llamado la atención de los especialistas, precisamente por esta causa.

Por esta razón y para no retrasar el comienzo de esta publicación, hasta que reunamos todos los datos y variedades de los granitos, hemos decidido invertir el orden y comenzaremos estas notas por las rocas hipogénicas más modernas y, entre ellas, por el grupo andesítico que aparece en el Cabo de Gata, en la provincia de Almería.

Para mayor claridad en las definiciones que van a seguir, creemos necesario exponer los significados de los términos que comúnmente hemos de emplear y que se refieren a la estructura, textura y tipo. Estos tres términos se prestan frecuentemente a interpretaciones confusas en los diversos autores, sobre todo en lo que se refiere a estructura y textura, que a menudo se confunden. Así, pues, nosotros los interpretamos de la forma siguiente:

Estructura. — Designa los caracteres más aparentes de una colada o masa eruptiva, como son, por ejemplo, la estructura columnar de los basaltos, estructura esferoidal de ciertos granitos, estructura prismática, estratiforme, brechoide, etc. La palabra estructura aplicada a algunos cristales indica la manera de estar éstos constituidos, como es, por ejemplo, la estructura zonar de los feldespatos.

Textura. — Designa la organización interna de las rocas, que ofrece cierta analogía con la disposición de las células que constituyen el tejido celular.

Así como la estructura, pues, se refiere a los caracteres externos de grandes masas o al menos de trozos de notable tamaño, la textura sólo es apreciable, en la mayoría de los casos, al examinar al microscopio la preparación delgada de la roca, y así se pueden apreciar las texturas graníticas, pegmatíticas, ofíticas, pilotácicas, hyalopilíticas, etc.

Tipo. — Entendemos por tipo la disposición especial de los elementos de una roca, que es perfectamente compatible con diversas texturas; así tendremos tipo granudo u holocristalino, tipo porfídico o hipocristalino, y tipo vítreo.

En varias de las microfotografías que presentamos se observan coloraciones que no corresponden a las clásicas de polarización de los elementos constitutivos de las rocas en estudio, debido a que para su mejor diferenciación hemos empleado el procedimiento aconsejado y tan acertadamente puesto en práctica repetidas veces por nuestro sabio maestro el insigne petrógrafo D. Domingo de Orueta.

Hacia éste resaltar en uno de sus numerosos trabajos la dificultad con que se tropezaba frecuentemente al estudiar al microscopio materiales en los que predominasen sustancias isótropas que aparecen constantemente extinguidas con los nicoles cruzados.

Acontece, en efecto, en estos casos que en el campo del microscopio se destacan los fenocristales con sus colores propios de polarización, rodeados de una masa negra en la que es imposible, o muy difícil cuando menos, descubrir la existencia de los microlitos. Si se separa uno de los nicoles, el resultado es el mismo, pues tanto la pasta como los microlitos aparecen entonces incoloros y transparentes, sin que entre una y otros haya diferenciación.

El fundamento de la teoría para el estudio de rocas al microscopio es, como sabemos, que el haz de luz que emerge del polarizador y llega sin encontrar obstáculo alguno al analizador, cambia normalmente su plano de vibración anulándose totalmente y apareciendo negro el campo del microscopio. Si entre uno y otro se intercala una roca tallada en lámina delgada, todos los puntos constituidos por una materia isótropa no ejercen influencia alguna y siguen apareciendo negros en el campo del microscopio, mientras que los elementos anisótropos descomponen el haz de luz polarizada en dos normales entre sí y de distinta velocidad de vibración. Al llegar al analizador vuelve a vibrar en el mismo plano, pero como conservan la misma diferencia de velocidad, interfieren, dando por resultado un aumento, aminoración o anulación de la intensidad lumínica, que origina que, si se empleó luz natural para iluminar el microscopio, alguno de los colores componentes de ésta desaparezca y llegue al ojo del observador una coloración resultante de la composición de los que no se han anulado, es decir, el color propio de polarización del cristal en estudio.

Si entre el polarizador y la preparación en estudio intercalamos una placa de una sustancia conocida, de espesor uniforme y situada en forma que deje pasar la mayor cantidad de luz posible, es decir, a 45 grados de su posición de extinción, ésta descompondrá el haz luminoso que sale del polarizador en otros dos que vibran perpendicularmente y con distinta velocidad; al pasar a través de sustancias isótropas no sufrirán alteración, y al llegar al analizador, volverán a vibrar en el mismo plano, pero conservando sus distintas velocidades y dando una coloración resultante de su interferencia, que será la correspondiente a la de polarización de la placa interpuesta, con lo cual se habrá coloreado la parte isótropa de la preparación, facilitándose con ello considerablemente su estudio.

En cuanto a la parte anisótropa el fenómeno habrá sido

más complejo, pues los dos haces luminosos que salen de la placa interpuesta se dividen en cuatro, todos con distinta velocidad, y al llegar al analizador vuelven a vibrar en un plano, cada uno con su velocidad correspondiente, produciendo por interferencia un color determinado, distinto del verdadero de polarización, pero que conserva una cierta relación con él, según la sustancia empleada en la placa auxiliar. Además, en la posición de extinción nunca aparecerá en negro, sino con el color correspondiente al de polarización de esa placa auxiliar.

Esta es, en síntesis, la teoría aplicada por D. Domingo de Orueta, que nosotros hemos utilizado también en algunas de nuestras microfotografías, empleando como él dos láminas auxiliares: una, de mica de un cuarto de longitud de onda, y otra, de yeso con color de polarización rojo de primer orden, colocadas de forma que las direcciones de su índice máximo coincidan, con lo cual el color negro se eleva al azul de segundo orden, en la proximidad de la banda que separa el azul del verde, color que tiene la ventaja de ser uno de los que mejor aprecia la retina humana, con lo cual se consigue perfectamente el objeto deseado.

CAPÍTULO I

Clasificación y condiciones de yacimiento

Una vez aclarados estos conceptos pasemos a exponer la clasificación de las rocas que constituyen el objeto de este primer estudio, o sease las rocas del grupo traquiandesítico.

Para la clasificación de las mismas hemos seguido el orden que establecen los autores franceses, los cuales dividen estas rocas, pertenecientes al grupo de las con feldespatos y sin feldespatoides, en dos subgrupos. El primero compuesto por aquellas rocas en las cuales el feldespato es del tipo alcalino u ortoclasa. El segundo compuesto por aquellas en que el feldespato es calcosódico o plagioclasa.

Dentro de estos subgrupos se hace la división según que las rocas contengan o no cuarzo libre.

Esta división, puramente teórica, no corresponde exactamente a la realidad, cosa natural si se tiene en cuenta que la diferenciación de magmas dentro de una misma masa hipogénica no está nunca separada por una línea matemática, sino que antes al contrario, existen dentro de ella rocas de tránsito de composición intermedia, y así tendremos en este grupo unas que contendrán casi igual proporción de feldespato alcalino que de feldespato calcosódico, y otras en las cuales la proporción de cuarzo no será ni tan abundante ni tan escasa que permita catalogarlas exactamente en uno de los grupos citados.

Habrà, pues, que considerar esta división con un cierto margen, teniendo en cuenta para ella la abundancia o preponderancia de unos minerales sobre otros.

Todo este grupo de rocas pertenece al tipo porfídico o hipocristalino, en el cual pueden distinguirse los fenocristales (grandes cristales) formados durante el proceso intratélúrico, es decir, durante el primer tiempo de cristalización, rodeados de una pasta o matriz resultante de la solidificación del magma en su fase eruptiva, o sea durante el segundo tiempo de solidificación. Esta matriz puede ser a su vez rica en microlitos, siendo éstos tanto más raros cuanto que el enfriamiento o consolidación de la roca haya sido más rápida, en cuyo caso estos pequeños cristales no han tenido tiempo de individualizarse y todo el magma se ha consolidado en un vidrio homogéneo de composición variable.

He aquí, pues, el cuadro que condensa la clasificación de este tipo de rocas:

<i>Tipo porfídico</i>	} Con feldespato alcalino.....	} Con cuarzo	Rhyolitas o Liparitas.
			} Sin cuarzo.....
	} Con feldespato calcosódico..	} Con cuarzo	
			} Sin cuarzo

Claro está, conforme con lo dicho anteriormente, que no siempre se puede llegar a la clasificación de las rocas de acuerdo con este cuadro teórico, y que necesariamente se tiene que admitir en la práctica un tipo intermedio de traquiandesitas en el que tengan cabida las dos clases de feldespatos, y que es el caso más frecuente en las rocas que estamos estudiando, añadiendo, además, la denominación de cuarcíferas en el caso de que este elemento entre en su composición.

Una gran parte de la formación geológica de la zona de Cabo de Gata está constituida por rocas volcánicas correspondientes a este tipo porfídico, aun cuando sea difícil determinar los restos de los antiguos cráteres. Cita, sin embargo, el señor Vilanova hasta unos veinte de ellos, de grandes dimensiones, en los parajes denominados Rincón de Martos, El Sabinar, Majada Redonda, Cala del Monsú, Morrón de los Genoveses,

Cortijo de las Higueras, Hoyazo de Nijar, etc., y entre éstos se destaca como ejemplo típico el Hoyazo de Nijar, situado a poca distancia de este pueblo, al pie de la Sierra Alamilla. Forma una gran cavidad sensiblemente circular, con salida por el Sur por la garganta de las Granatillas, así nombrada por ser en ella tal la abundancia de granates, que son objeto de explotación industrial. La forma del Hoyazo es la de un cono truncado en cuyo interior se eleva otro pico o cráter adventicio unos 100 metros más bajo que el borde superior del cráter primitivo, pudiendo atribuirse esta configuración a la existencia de dos erupciones separadas por un espacio de tiempo considerable, como manifiesta el Sr. Calderón en su estudio sobre las rocas hipogénicas del Cabo y como sucede en el pico de Tenerife y el Vesubio.

Esta curiosa formación puede verse en la foto número 1.

Para determinar la edad de la erupción basta observar lo que ocurre en el denominado Cerro Blanco, situado en el extremo Oeste de la sierra de Cabo de Gata, constituido por caliza blanca de origen orgánico que contiene restos de diatomeas, pecten, etc., y que ha sido clasificada como pliocena.

En la base de este cerro se encuentra una roca eruptiva de color rojizo, que clasificamos como andesita anfibólica, tránsito a dacita, sobre la que se apoyan los estratos terciarios sin que se observe en ellos metamorfismo ni alteración alguna, indicando claramente que la erupción fué anterior a la época de sedimentación de estos estratos, o sea al Plioceno.

CAPÍTULO II

Descripción de los minerales constituyentes de las rocas traquiandesíticas

Para mayor facilidad en el examen de las preparaciones microscópicas de las rocas que vamos a describir, hemos creído conveniente exponer los caracteres de los minerales que más frecuentemente entran a formar parte de su constitución y sobre todo de aquellos que sirven para clasificar la roca dentro de las varias especies que constituyen la familia, mencionando al mismo tiempo que los caracteres generales, aquellas formas especiales de presentarse estos minerales dentro de esta serie.

Empezaremos describiendo el cuarzo y los dos principales elementos blancos, sanidina y plagioclasa, y terminaremos por los silicatos ferromagnesianos coloreados: biotita, hornablenda y augita, que son los que más comúnmente se encuentran.

Los primeros determinan la especie de la roca, es decir, de cuál de los cuatro tipos clásicos se trata (Liparita, traquita, andesita o dacita), y los segundos imprimen una modalidad especial dentro de cada tipo, y así tendremos, andesita anfibólica, augita, etc.

Claro está que la descripción de estos minerales puede encontrarse en cualquier libro de Petrografía, pero como ya indicamos al principio de este trabajo, el fin principal que con él perseguimos, es el facilitar el estudio de las rocas hipogénicas de nuestro país, evitando el tener que apelar a libros de consulta y monografías diseminadas, gracias a la reunión

de todos los datos importantes en un solo trabajo sobre las mismas.

En el estudio de los minerales no entramos al detalle en sus propiedades cristalográficas, ni químicas, y sí sólo en aquellos caracteres que se aprecian en su examen al microscopio en láminas delgadas, que son los que el petrógrafo puede apreciar, y aun en éstos nos hemos de reducir a los principales que sirven para reconocerlos en un primer examen.

Conviene al tratar de esta cuestión, hacer además la advertencia de que al hablar de colores de polarización nos referimos siempre a preparaciones talladas, con un espesor casi fijo de dos o tres centésimas de milímetro, pues sabido es que dicho color de polarización depende, principalmente, de dos factores: uno, la dirección en que el cristal ha sido tallado con relación a sus ejes ópticos, y otro, su espesor. Así tenemos, por ejemplo, que los cristales de cuarzo, que decimos que polarizan en tonos grises, al aumentar el espesor hacen subir este color dentro de la escala, pasando a ser amarillos para espesores comprendidos entre cuatro y cinco centésimas, y rojos y hasta azules para los comprendidos entre cinco y seis.

Es, por lo tanto, muy importante en este aspecto procurar siempre trabajar en secciones que tengan el espesor tipo mencionado, de dos a tres centésimas de milímetro, pues en caso contrario su examen se presta a dudas y confusiones.

Para ello, rara vez necesitará el observador recurrir a procedimientos de gran exactitud, sobre todo en las rocas que estamos estudiando, ya que contienen tantos plagioclasas fáciles de reconocer por sus maclas polisintéticas y bastará desechando todas aquellas preparaciones en que dichos feldespatos polaricen en colores que no sean el gris de primer orden.

Cuarzo

El cuarzo, que cristaliza en el sistema exagonal, tiene una refringencia igual a la del bálsamo del Canadá, y, por lo tanto, no presenta relieve al ser examinado en preparaciones delgadas.

Su birrefringencia es baja (0,009), lo cual indica que sus colores de polarización han de ser muy bajos y comprendidos dentro del gris de primer orden.

Es el más diáfano y transparente de todos los minerales que aparecen en las rocas que estamos estudiando.

La dirección de extinción es paralela a las aristas longitudinales del prisma, y esta extinción puede ser de una vez o formando mosaico.

En las rocas porfídicas, que constituyen el objeto de este estudio, rarísima vez se encuentran caras cristalinas, y el cuarzo se presenta en granos más o menos corroídos y penetrados por la pasta, con cavidades que a menudo contienen vidrio, pero casi nunca inclusiones líquidas. (Véase la figura 1 de la lámina III.)

Nunca presenta maclas, y este carácter, unido a su diafanidad y transparencia, le diferencian de los feldespatos que en estas rocas generalmente le acompañan.

No presentan cruceros, pero en los cristales se ven con frecuencia grietas sinuosas o quebradas que parecen haberse producido posteriormente a la formación de la roca.

En algunas preparaciones se observan vetitas o filoncillos delgados de cuarzo con cristales con forma de prisma exagonal apuntado, vetas que no son otra cosa sino la reproducción en pequeño de los filones de formación hidrotermal que tanto abundan en la zona; pero estos cristales no pueden considerarse, claro está, como minerales constituyentes de las rocas.

En las secciones de rocas en que abunda el cuarzo, es frecuente encontrar algunas que estén talladas perpendicularmente al eje óptico, las cuales se distinguen de las demás en que permanecen siempre extinguidas entre los nikoles cruzados, y en estas secciones al alumbrarlas con luz convergente y observarlas con un potente objetivo, aplicando al mismo tiempo la lámina de Bertrand, se puede ver la figura de interferencia clásica de los minerales uniáxicos, es decir, una cruz negra de posición invariable con la rotación de la platina, rodeada de uno o dos círculos de colores irisados, carácter también que le distingue de los feldespatos, que son minerales biáxicos.

Feldespatos alcalinos

La sanidina, silicato doble de alúmina y potasa, es un feldespato potásico que cristaliza en el sistema monoclinico, y su forma más frecuente es la de cristales prismáticos con las caras g_1 bien desarrolladas, y generalmente alargados según la arista pg_1 , lo que les da a veces semejanza con un prisma cuadrático, siendo las secciones perpendiculares a dicha arista rectangulares, y las secciones paralelas a g_1 o la base p , exagonales.

La sanidina es transparente, incolora o grisácea con brillo vítreo.

Los cruceros, poco visibles, son dos, perpendiculares entre sí, y sus planos son paralelos a la base p y a la clinopinacoide g'_1 ; sus trazas son muy finas y rectilíneas.

El ángulo de los ejes ópticos de este mineral biáxico es muy pequeño, y a veces se aproxima tanto a cero que el cristal puede considerarse más bien como monoáxico. Su signo óptico es negativo.

El valor de la birrefracción es bajo (0,007), y, por lo tanto,

en luz polarizada la sanidina toma tonos grises algo más bajos aun que los del cuarzo.

La sanidina puede considerarse como una ortosa deformada: en efecto, se ha demostrado que el ángulo de los ejes ópticos de la ortosa, cuyo valor es como término medio 60 grados, va disminuyendo a medida que se calienta el cristal, hasta llegar a ser nulo o casi nulo, para volver a su posición normal al volverse a enfriar el cristal; pero si la temperatura a que ha estado sometido excede de cierta cifra, de unos 800 grados término medio, esta modificación del ángulo de los ejes es ya permanente, y la ortosa pasa a ser sanidina. Así, pues, se considera que las rocas que contienen ortosa es que han estado sometidas a temperaturas inferiores al límite indicado, y las que contienen sanidina han sufrido altas temperaturas, superiores a la citada como punto en que la modificación del ángulo de los ejes queda ya como permanente.

La sanidina suele estar maclada por la macla de Carlsbad, que se pone de manifiesto por la diferencia del ángulo de extinción entre las dos zonas que esta macla produce, ángulo que puede llegar a valer un recto cuando la dirección en que ha sido tallado el cristal en la preparación da la coincidencia de que es paralela a h_1 .

Otra macla frecuente en las sanidinas de las traquitas que estamos estudiando es la macla en exágono, compuesta por seis zonas con extinciones simétricas, dos a dos, que reproducimos en la microfotografía número 2 de la lámina I, y que puede provenir de una combinación entre las maclas de Carlsbad y Babeno, que de coincidir en un mismo cristal producen este curioso fenómeno.

La extinción de la sanidina coincide con las direcciones de los cruceros en las secciones basales, en que éstos aparecen cortándose bajo un ángulo recto, mientras que en las secciones paralelas a g_1 , en que sólo puede aparecer el crucero, según p ,

la dirección de extinción forma un pequeño ángulo de cinco a seis grados con dicho crucero.

A veces la extinción es zonar (microfotografía número 1 de la lámina II), formada por una serie de bandas concéntricas que se van extinguiendo simultáneamente, lo que demuestra que tienen caracteres ópticos distintos, y, por lo tanto, composición diferente. Esta extinción zonar es frecuente en todos los feldespatos, no sólo en la sanidina, y cuando además coincide con la macla en seis sectores que ya hemos mencionado, se produce la curiosa combinación que reproducimos en la micrografía número 2 de la lámina I, ya citada.

Feldespatos calcosódicos

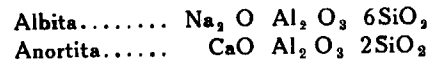
Los feldespatos calcosódicos o plagioclasas son muy abundantes en las rocas andesíticas que estamos estudiando y puede decirse que constituye una verdadera rareza encontrar un ejemplar de roca hipogénica en la zona de Cabo de Gata que no los contenga, unas veces como elemento preponderante, como en las andesitas y dacitas, y otras como accesorio más o menos escaso, en las liparitas y traquitas. Aparte de esto, la serie traquiandesítica de rocas de tránsito, tan frecuente en esta zona, también los contienen en abundancia, pudiendo decirse, por lo tanto, que esta clase de feldespato constituye con mucho el mineral preponderante.

Por esta razón los estudiaremos con algún detenimiento, describiendo la serie en términos generales para después detallar algo más sobre los tipos que aparecen en las rocas que nos interesan.

Los plagioclasas constituyen una serie formada por la albita, oligoclasa, andesina, labrador, bytonita y anortita, en las que la cantidad de sodio va disminuyendo a medida que au-

menta la de calcio, existiendo todos los tránsitos entre unas y otras.

Las composiciones extremas son:



siendo, por tanto, el más ácido la albita y el más básico la anortita.

El carácter más rápido para la identificación de estos feldespatos es el de la medida del ángulo que forman las direcciones de extinción de las dos series de láminas hemitrópicas de la macla por la ley de la albita, y los caracteres especiales que esta macla y la del periclino presentan en cada feldespato.

Las maclas, por la ley de la albita, son más anchas y menos numerosas que las del periclino, formando sistemas de bandas y las segundas sistemas de rayas.

Para medir el ángulo de extinción se busca una cara normal al plano de macla. Sabemos que estamos en una sección perpendicular o casi perpendicular al plano de macla, cuando la línea de separación sea perfectamente clara y nada borrosa y cuando estando una serie extinguida esté la otra perfectamente clara. Además, la línea de separación, es decir, la traza del plano de macla, deberá ser la bisectriz de las direcciones de extinción de cada una de las bandas, y, por lo tanto, al coincidir la traza del plano de la macla con los hilos del retículo las dos bandas deben presentar igual color de polarización. Las observaciones deben hacerse sobre varias secciones y elegir los valores máximos de los ángulos, cuya correspondencia es la siguiente:

Albita...	36 grados
Oligoclasa.....	24 —
Andesina.....	42 —
Labrador.....	64 —
Anortita.....	90 —

Los feldespatos calcosódicos son todos triclinicos, y, por lo tanto, biáxicos; su refringencia, débil, crece desde la albita a la anortita progresivamente, coincidiendo, aproximadamente, el índice de la oligoclasa con el del bálsamo del Canadá.

La birrefringencia es también débil, próxima a la de la ortosa, con colores de polarización grises.

Además de la medida del ángulo que forman las direcciones de extinción, pueden citarse otros caracteres que, aunque no con tanta exactitud, sirven para diferenciar los distintos tipos de plagioclasa que exponemos a continuación.

Albita. — Signo óptico positivo o negativo. Cristales blancos, lechosos, con maclas muy finas.

Oligoclasa. — Signo óptico positivo o negativo. Alternan las fajas anchas y estrechas con cierta regularidad.

Andesina. — Signo óptico positivo. Fajas polisintéticas desiguales.

Labrador. — Signo óptico positivo. Las fajas polisintéticas que se distinguen son muy desiguales, presentándose con irregularidad y pudiéndose notar que las anchas lo son más que las de igual clase de la especie oligoclasa. (Microfotografía 2 de la lámina II.)

Anortita. — Signo óptico negativo. Las fajas polisintéticas vienen a ser sensiblemente iguales.

M i c a

La mica constituye el elemento ferromagnesiano más abundante en las rocas andesíticas que estamos estudiando, y en la mayoría de los casos pertenece al tipo biotita, pues la muscovita sólo como producto secundario de descomposición suele aparecer.

La biotita es un silicato hidratado de alúmina y potasa

con magnesia y hierro, y su fórmula química es $(H^2 K^2) O$, $(Al^2 Fe^2) O^3$, $2 (Mg Fe) O$, $3 SiO^2$.

Es monoclinica, pero muy próxima a la forma ortorrómbica, ya que el ángulo de la base con la cara del prisma es casi un recto (81 grados).

Tiene un crucero muy marcado según la base, que es muy visible en las preparaciones microscópicas, y según esta dirección, no sólo se extinguen sus cristales entre los nicoles cruzados (carácter que la distingue de los anfiboles y piroxenos clinorrómbicos), sino que además es muy marcado el dicroísmo según esas direcciones de los cruceros, variando el color del amarillo pajizo al rojo pardo oscuro, y siendo esta coloración máxima cuando la dirección de los cruceros es paralela al plano de vibración de la luz incidente, o sea, por lo tanto, paralela al plano de vibración del polarizador (carácter que la distingue de la esfena).

El índice de refracción máximo de la biotita es de 1,585, y su birrefracción es bastante fuerte, de 0,058, y, por lo tanto, los colores de polarización son altos, aunque siempre están enmascarados por el color pardo rojizo propio del mineral.

Como el ángulo de los ejes ópticos de la biotita es muy pequeño, la figura de interferencia que se produce al examinar con luz convergente una sección basal es casi una cruz, es decir, que las dos ramas de hipérbola, características en esta figura en los minerales biáxicos, aquí se aproximan tanto que casi se unen y producen una cruz.

La biotita está frecuentemente alterada en sus bordes, produciéndose entonces una disminución de dicroísmo en éstos, que si avanza, acaba por hacer desaparecer este carácter en los cristales pequeños, pudiendo entonces confundirse con la muscovita.

Es frecuente también que la corrosión del magma en estas rocas de tipo porfídico haga nacer en los bordes de los

fenoscristales de biotita una periferia cargada de hierro bajo la forma de minúsculos cristales de magnetita.

En la microfotografía número 3 de la lámina II puede verse un bonito cristal de biotita, con los cruceros perfectamente marcados y con sus vivos colores irisados de polarización.

Hornablenda

La hornablenda es un metasilicato ferromagnesiano, cuya fórmula es $(Mg Fe)^2 Si^2 O^6 (Al Fe)^4 O^6$, que cristaliza en el sistema monoclinico.

En preparación delgada tiene un ligero tinte verdoso y un dicroísmo bastante marcado.

El carácter que en seguida salta a la vista al examinar un cristal de este mineral al microscopio es la existencia de los cruceros muy pronunciados y paralelos a las caras m del prisma.

En secciones cortadas paralelamente al eje vertical, según el cual los cristales están siempre alargados, estos cruceros se marcan por líneas rectas finas, y en aquellas que son paralelas a la base, por dos series de líneas que al cruzarse forman una trama rombale, en la cual estos rombos tienen ángulos de 124 y 56 grados respectivamente.

En las secciones comprendidas entre estos dos límites los cruceros se cortan en ángulos inferiores al máximo fijado, y entonces pueden confundirse la hornablenda con la augita; pero examinando estas muestras y tan pronto como se tengan ángulos mayores de 87 grados, que es el ángulo máximo de este piroxeno, se tendrá la seguridad de estar en presencia de la hornablenda.

El índice de refracción medio es de 1,60, y su birrefringencia de 0,026, siendo sus tintes de polarización, por lo tanto,

amarillos, rojos o azules, según la dirección en que el mineral ha sido tallado.

La dirección de extinción es oblicua con respecto a las trazas de los cruceros, aunque esta inclinación es menor que para la augita, aproximadamente la mitad, o sea de 20 a 25 grados. Esta extinción será recta sólo en la cara h , por ser ésta perpendicular al plano que contiene los ejes ópticos.

Esta cara h constituye también el plano, según el cual suelen maclarse algunos cristales de hornablenda, macla que puede ser múltiple en ciertos casos.

En la microfotografía número 4 de la lámina II aparece un bonito cristal de hornablenda, en el cual se distinguen las dos series de cruceros que hemos mencionado, cortándose en rombos, y la macla que acabamos de citar.

La corrosión magmática en los bordes del cristal con producción de magnetita es frecuente también en la hornablenda, y en la microfotografía también se acusa por la periferia más oscura y pronunciada del cristal.

Augita

Pertenece a la serie de piroxenos clinorrómbicos y es un silicato ferromagnesiano cuya fórmula es $(Ca Mg Fe) SiO_3 - m (Ac Fe)_2 2 O_3$.

En las rocas de tipo porfídico como en las que estamos estudiando, suele estar bien cristalizada en prismas cortos, frecuentemente octogonales en los fenocristales y en prismas alargados según $h_1 g_1$ en los microlitos.

Lo mismo que sucede con la hornablenda, los cruceros según las caras m suelen estar muy marcados, pero en vez de ser líneas finas y seguidas, como en dicho anfíbol, aquí aparecen como trazos de desigual grueso, interrumpidos de trecho en trecho.

Estos cruceros forman entre sí ángulos muy próximos a un recto, y así se tiene que en las secciones basales, los rombos que forman los cruceros y que en la hornablenda tienen como valores para el ángulo obtuso 124 grados y 56 grados para el agudo, aquí son de 93 grados y 87 grados respectivamente, lo cual hace que los mencionados rombos se conviertan casi en cuadrados.

Los índices de refracción para la augita son elevados, de 1,68 a 1,70, término medio, y su birrefringencia 0,022 a 0,030, y, por lo tanto, sus colores de polarización son vivos.

La extinción es muy oblicua con respecto a la traza de los cruceros y alcanza valores hasta de 40 a 50 grados, mucho mayores que para la hornablenda.

Los cristales están a veces maclados según la arista $h_1 g_1$, y además a veces suelen maclarse también con cristales pertenecientes al grupo de piroxenos ortorrómbicos.

En la microfotografía número 5 de la lámina II hemos reproducido un cristal de augita con una bonita macla múltiple y con los cruceros bien marcados y cortándose casi en ángulo recto, que corrobora cuanto sobre este particular acabamos de exponer.

CAPÍTULO III

Descripción de las rocas traqui-andesíticas

Rhyolitas o liparitas

El nombre de rhyolitas ha sido asignado a estas rocas por Von Richthofen a causa de su textura generalmente fluidal, y en él incluye las lavas verdaderamente ácidas y las rocas de tipo porfídico, caracterizadas, como hemos dicho, por ser sus minerales componentes principales el cuarzo y el feldespato alcalino denominado sanidina.

Algunos autores, como Harker, separan este subgrupo del de las traquitas y constituyen con él una familia aparte, describiéndola como tal. Sin embargo, nosotros creemos errónea esta separación, al menos en nuestro caso, basándonos en la gran frecuencia con que hemos examinado en esta región preparaciones que muestran verdaderas rocas de tránsito entre las traquitas, que al empezar a cargarse de cuarzo llegan a convertirse en rhyolitas por la abundancia de este mineral.

Además, hemos de hacer notar que la textura fluidal constituye más bien un límite de la textura traquítica, y así se observa que la disminución del tamaño de los microlitos, que orientados formando regueros constituyen esta textura, llega a dar lugar, al ser éstos ya imperceptibles, a la fluidal.

La denominación de liparitas propuesta por Roth para estas rocas, por su abundancia en las islas de Lipari, nos parece más indicada, porque no prefija la idea de textura fluidal que

quiere indicar la palabra rhyolita, ya que como decimos, al menos en nuestro caso, esto constituye más bien una excepción, que sólo se encuentra en ciertos bordes de la erupción en que aparecen también verdaderos pechsteins.

De la colección de más de 500 preparaciones de rocas hipogénicas del Cabo de Gata recogidas por nosotros, que tenemos a la vista y de las cuales hay unas 60 que hemos clasificado como liparitas típicas, tan sólo hemos podido encontrar una media docena en que esta textura fluidal esté claramente de manifiesto en muestras pertenecientes a los parajes de la Cruz del Muerto, Morrón de los Genoveses, Cerro de Enmedio, Cortijo de Hernán Pérez y Punta Negra.

Las demás tienen texturas microlíticas con más o menos tendencia a la traquítica, afanítica o hyalopilitica.

Además de los minerales típicos que definen estas rocas, o sea el cuarzo y la sanidina, aparecen también en las preparaciones, muy frecuentemente, mica negra o biotita, y aunque con menos carácter de generalidad que ésta, el anfíbol hornablanda, y como minerales accesorios la magnetita y a veces el granate. Cuando la roca ha sido propilitizada pueden aparecer en ella como elementos secundarios y producto de esta descomposición la clorita, calcita, epidoto y minerales del grupo de las escapolitas.

A continuación pasamos a describir dos preparaciones de muestras pertenecientes a este subgrupo y que se refieren a las variedades de liparitas más frecuentes.

1.º *Liparitas de textura fluidal.*—La liparita de esta clase que aparece en la fotografía número 1 de la lámina III ha sido cogida en el Morrón de los Genoveses, y su preparación es a propósito para la descripción de esta textura.

Macroscópicamente, la roca tiene aspecto compacto y de grano fino, su color es crema claro, su fractura áspera al tacto, su dureza media y su densidad bastante ligera.

Examinada su preparación al microscopio y con los nikoles cruzados, se ven destacarse algunos cristales de cuarzo y de feldespatos sobre una masa sin reacción óptica perceptible.

Quitando el analizador, la textura de la roca se pone clara de manifiesto. En ella se perciben finas estrías formadas por longulitos, con una orientación marcadamente paralela a la dirección de la fluidez.

Estos longulitos forman a veces a modo de remolinos alrededor de las vacuolas o de los fenocristales, y si se examinan con un potente aumento puede observarse que están constituidos por pequeñísimos cuerpos de forma esferoidal alineados y que se denominan globulitos. Los globulitos son el resultado de un principio de individualización, es decir, de tendencia a la cristalización de la masa vítrea, que no dan aún reacción con la luz polarizada.

Estos microlitos en embrión indican que la solidificación de la roca no ha dado tiempo a la diferenciación del magma en esta parte, y el proceso de cristalización, que estaba nada más que iniciado, ha sido interrumpido en sus comienzos.

Otra particularidad que se presenta en esta roca y que puede verse en la citada microfotografía número 1, en el punto indicado (2), es la presencia de esferolitos de materia amorfa, que hemos reproducido también con mayor aumento en la lámina I, microfotografía número 1.

Estos esferolitos, constituidos por materias coloides y, por tanto, sin reacción óptica entre los nikoles cruzados, deberían permanecer siempre extinguidos, y, sin embargo, como se observa perfectamente en la citada lámina I, están atravesados por una cruz negra, cuyas ramas van ensanchándose del centro a la periferia y cuyas direcciones son paralelas a las secciones principales de los nikoles. Esta anomalía óptica se explica por las tensiones internas que han dividido a estos glóbulos en capas concéntricas de densidad creciente.

Los mencionados esferolitos están alineados paralelamente, pero esta alineación se ve que es independiente de la dirección de fluidez y de formación posterior a ésta.

Los esferolitos pueden contener además materia cristalizada o estar constituidos por microlitos agrupados según una dirección radial, como se observa en el punto (2) de la microfotografía 1 de la lámina I, en la cual se notan las estrías que indican la existencia de estos microlitos alargados, dispuestos radialmente.

2.º *Liparita de textura hyalopilitica*.—La microfotografía número 2 de la lámina III corresponde a una muestra de liparita cogida en el interior del Hoyazo de Nijar, en su parte Norte.

Macroscópicamente tiene aspecto porfiroide, color gris claro con puntos negros y brillo micáceo.

El examen microscópico muestra una textura hyalopilitica, compuesta de microlitos de sanidina, algunos de labrador, mica y vidrio, con fenocristales de cuarzo, sanidina, biotita y granate, y como elemento accesorio la magnetita.

Los fenocristales se nota que han sido corroídos por el magma.

Este fenómeno, denominado de corrosión magmática o de reabsorción, es frecuente en las rocas de tipo porfídico, sobre todo en aquellas que son pobres en vidrio, en las cuales el fenómeno de solidificación, al ser más lento, ha permitido mayor ataque. Los cristales sometidos a este proceso alteran considerablemente su forma externa, los vértices se redondean, se producen profundos entrantes que frecuentemente acaban por disgregar el cristal en dos o más trozos.

Traquitas

Las traquitas, como hemos indicado en el cuadro de clasificación general, son rocas de tipo porfídico más básicas que las liparitas que acabamos de describir, y compuestas esencialmente por feldespato alcalino, acompañado, aunque siempre en escasa cantidad, por minerales coloreados y sin cuarzo libre. (Biotita, hornablenda, augita y piroxeno rómbico.)

El nombre de traquitas fué adjudicado a estas rocas por Haüy, indicando el aspecto rugoso que generalmente tienen estas rocas al tacto (1).

Las traquitas características no se encuentran generalmente más que entre las rocas volcánicas terciarias o recientes, y solamente como excepción se han clasificado como tales, rocas más antiguas, como las encontradas en el carbonífero en Escocia.

La parte de estas rocas de tipo porfídico está constituida por microlitos de sanidina que a veces se alinean según una dirección fluidal, formando la textura traquítica clásica con una cantidad mayor o menor de vidrio amorfo. Además de estos microlitos feldespáticos no es raro encontrar en la pasta otros de mica, anfíbol y piroxeno.

Hay que hacer constar, además, volviendo a repetir lo indicado anteriormente respecto a la delimitación entre las traquitas y las andesitas, que rara vez se puede encontrar una muestra en que no aparezca acompañando al feldespato alcalino (sanidina) un feldespato calcosódico (generalmente labrador). Así, pues, clasificamos como traquitas aquellas rocas en que la sanidina es el elemento principal y el feldespato calcosódico sólo constituye un accesorio.

(1) De *ραχύς*, rudo, áspero.

En los fenocristales de sanidina es frecuente apreciar la macla de Carlsbad, y en aquellos de gran dimensión puede verse una desviación de la línea de macla, debido a la interpenetración de los dos cristales que la forman.

En las traquitas, el elemento ferromagnésiano más común es la biotita, cuyos cristales están frecuentemente corroídos por el magma. Esta corrosión se hace ostensible en los cristales por la formación de un borde negruzco, al mismo tiempo que sus formas se redondean, y el resultado de ella es la formación de magnetita y a veces minúsculos cristales de augita. La conservación de la forma del cristal y la aureola oscura que le rodea, demuestran que esta transformación es debida a una epigénesis que se deriva de las reacciones químicas entre éste y el magma fluido, y no a una recristalización.

Aunque con menos frecuencia que la biotita, suele encontrarse también hornablenda, con los mismos caracteres de reabsorción por el magma, o también la augita, la cual, por el contrario, no muestra este fenómeno de epigénesis.

Respecto a la pasta o matriz de las traquitas, contrariamente a lo que sucede en las liparitas, es generalmente holocristalina, es decir, sin residuo vítreo, o por lo menos muy escaso.

Esta pasta está constituida por microlitos de sanidina, a veces alargados, que pueden estar alineados según una dirección y entonces constituyen lo que, como ya hemos indicado, se denomina textura traquítica típica, lo cual no quiere decir que esta textura sea exclusiva de las traquitas, ni tampoco que todas ellas la tengan; antes al contrario, y al menos en nuestro caso, esta textura es más común en las liparitas y andesitas del Cabo de Gata que en las traquitas mismas. Y esto se explica por la mayor basicidad del magma traquítico con respecto al liparítico y aun al andesítico. La textura traquítica explica cierta fluidez en el magma y éste es más fácil en los magmas ácidos

que en los más básicos. En cambio, y debido a la naturaleza cristalina del magma traquítico y la tendencia al idiomorfismo, en sus elementos es frecuente la estructura microlítica o drúsica.

Además de los microlitos ya indicados de sanidina, la pasta puede acusar también la existencia de pequeños cristales de biotita, hornablenda o augita, con los caracteres ya mencionados para los fenocristales.

Macroscópicamente, las traquitas son rocas ásperas al tacto y de color gris claro, cuando no contienen elementos ferromagnesianos; la naturaleza de éstos, su abundancia y su grado más o menos avanzado de descomposición, imprimen distintos coloridos a la roca, y así las hay gris claro con puntos rojizos, debido a la mica descompuesta en hierro, o verdosas, amarillas o moradas.

El carácter típico es la ausencia de granos de cuarzo, que la distinguen de las liparitas o dacitas, pero pueden ser confundidas con las andesitas, de las que sólo el examen microscópico permite una clara distinción.

Por lo demás, son las rocas más escasas de la serie, como puede verse en el cuadro que acompaña a estas notas.

Según la abundancia del elemento ferromagnesianos, así tendremos las traquitas micáceas, traquitas anfibólicas, etc.

Traquita anfibólica. — La microfotografía número 1 de la lámina IV corresponde a una muestra recogida en Punta de San Pedro, en la vertiente NE., al Sur de la casa Montoya.

Macroscópicamente, la roca tiene un color gris verdoso claro, con pequeños cristallitos alargados de color verde oscuro, casi negro.

Examinada al microscopio su textura es traquítica, es decir, constituida por microlitos de feldespato alcalino con cierta tendencia a una alineación fluidal, destacándose cristales de sanidina, maclados a veces por la ley de Carlsbad, y grandes

fenocristales de hornablenda con sus cruceros característicos y ausencia completa de materia vítrea.

Traquita con sólo elementos blancos. — Viene representada en la microfotografía número 2 de la lámina IV y corresponde a una muestra recogida en el extremo Sur de Cabo de Gata, al SO. del Cerro de Enmedio, en el paraje de la Corraleta.

Macroscópicamente es una roca de color blanco de carne, de aspecto porfiroide, dura y compacta.

Examinada al microscopio se ve una textura microlítica, compuesta exclusivamente de microcristales de feldespato alcalino, de la cual se destacan fenocristales de sanidina, corroídos por el magma y con grandes huecos, como puede apreciarse en la microfotografía citada.

Andesitas

Este tipo de rocas constituye la parte dominante de todo el grupo y está constituido, como hemos indicado en el cuadro, por aquellas rocas de tipo porfídico cuyo elemento constituyente principal es un feldespato calcosódico al cual pueden acompañar, como accesorios, diversos elementos ferromagnesianos.

El nombre de andesitas fué aplicado por primera vez a estas rocas por Von Buch, indicando su gran preponderancia entre las rocas hipogénicas que constituyen la cadena montañosa de los Andes.

En general, el nombre de andesitas queda circunscrito a las rocas porfídicas de edad geológica reciente, dándose el nombre de porfiritas a sus equivalentes preterciarios.

El examen microscópico de las preparaciones de estas rocas muestra en primer lugar un carácter porfídico muy marcado.

Los fenocristales son en su mayoría cristales maclados de

un feldespato calcosódico del tipo andesina o labrador, en los cuales, el ángulo de extinción de las dos series de laminillas hemitrópicas producidas por la macla según la ley de la albita, tiene un valor que oscila entre 40 y 60 grados, valores que corresponden a estos minerales tipos, pudiendo decirse como regla general, que el feldespato es tanto más ácido cuanto más anfíbol o mica le acompaña o cuanto más cuarzo va apareciendo en la roca, y en cambio será más básico cuanto más piroxeno aparezca en la misma.

La preponderancia del feldespato calcosódico puede ser tal, que no existan en la roca elementos ferromagnesianos ninguno, o al menos en cantidad apreciable, y en ese caso, tendremos una verdadera «labradorita» como la que aparece en la microfotografía número 2 de la lámina V.

Como en todas las rocas de la serie, la mica biotita y la hornablenda son elementos que acompañan al feldespato en la constitución de las mismas.

El anfíbol aparece generalmente en prismas idiomorfos frecuentemente maclados, de un color pardo, con fuerte dichroísmo y pequeño ángulo de extinción, aunque también se encuentra hornablenda verdosa.

Tanto la hornablenda como la mica muestran con frecuencia el fenómeno de reabsorción en los bordes que ya hemos mencionado en el estudio de las traquitas, y se supone por muchos autores que una gran parte de la magnetita que se encuentra frecuentemente distribuida en la pasta de las andesitas, provenga de esta epigénesis de la mica y el anfíbol. También los piroxenos suelen formar parte en la constitución de las andesitas y generalmente aparecen en cristales bien formados y maclados. Estos piroxenos pueden ser la augita, o también del sistema ortorrómbico, y en este caso generalmente la hiperstena.

En cuanto a la textura de la pasta de las andesitas, ésta es

generalmente hyalopilitica, es decir, constituida por innumerables microlitos de feldespato, simples o maclados, a veces con tendencia a la orientación fluidal y todo ello empastado en un residuo de materia vítrea bien perceptible, conteniendo vesículas que, al rellenarse de materiales secundarios, dan lugar a un aspecto amigdalóide.

Esta textura es tan frecuente en las andesitas que por varios autores se la denomina «textura andesítica».

Cuando los microlitos están tan juntos unos a otros que no aparece entre ellos residuo alguno de materia vítrea, la estructura hyalopilitica pasa a ser pilotáxica, textura también bastante frecuente en las andesitas que nos ocupan.

Andesita anfibólica. — La microfotografía número 1 de la lámina V corresponde a una muestra recogida en la Rambla de Arteal de la Serrata y su aspecto macroscópico es porfiroide, con color gris verdoso, sobre el que se destacan láminas alargadas y oscuras y con fractura áspera.

El examen en preparación delgada hace destacar sobre un fondo de textura afanítica, grandes fenocristales de feldespato maclados, en los cuales, aplicando el método de determinación por el ángulo de extinción de las maclas citadas, demuestra que se trata de un labrador tipo $Al_2 An_3$.

Además de este feldespato aparecen grandes cristales de hornablenda, en muchos sitios, maclados y festoneados por un borde oscuro compuesto en su mayor parte de magnetita, signo evidente de corrosión magnética. Esta hornablenda en algunos sitios se encuentra uralitizada.

En la preparación se destacan también algunos puntos negros de magnetita.

Como elemento mucho menos abundantes, se ven también pequeños cristales de sanidina y aun algo de cuarzo.

Andesita con elementos blancos solamente (labradorita). — La microfotografía número 2 de la lámina V corresponde a

una muestra recogida en el Cerro de Enmedio, San José, en la ladera de levante. Macroscópicamente es una roca de color pardo claro, tipo marcadamente porfídico, en la cual se destacan los cristales blanco lechosos de feldespato.

Examinada al microscopio, se ve que la roca está formada exclusivamente por elementos blancos de feldespato calcosódico, tipo labrador, con sus maclas polisintéticas y una matriz microlítica, en muchos sitios con tendencia fluidal. Estos microlitos son también, a su vez, de feldespato calcosódico, y entre ellos aparecen algunos granos de magnetita.

Dacitas

Es un tipo de rocas que, con el de las andesitas, predomina en la Sierra de Gata. Sus minerales constituyentes son: el cuarzo y un feldespato calcosódico, como elementos principales, y como accesorios, los diversos ferromagnesianos que hemos reseñado en las demás rocas de tipo porfídico.

El nombre de dacitas, de Dacia, Siebenbürgen, fué aplicado por primera vez por Stache para designar las andesitas cuarzosas de Transilvania y del distrito aurífero de Schemnitz, correspondiendo también estas rocas a una edad geológica reciente.

Como tantas veces hemos repetido que sucede en todas las rocas ya descritas de la serie porfídica, es muy difícil establecer una línea divisoria bien determinada entre las dacitas y sus afines, tanto en lo que se refiere a la existencia de cuarzo, con respecto a las andesitas, como a la clase de feldespato predominante, con respecto a las liparitas, siendo muy gradual el tránsito de unas a otras, y teniendo que someter su clasificación en la mayor parte de los casos al predominio más o menos marcado de sus elementos constituyentes.

Examinadas microscópicamente estas rocas, destacan en primer lugar los cristales de plagioclasa, algunos de gran tamaño y con preciosas maclas. El cuarzo se presenta en granos redondeados y de una gran limpieza.

De los elementos accesorios, el que con más abundancia se presenta es la hornablenda, en cristales casi siempre maclados según la cara h_1 , y presentando las dos series de cruceros característicos que forman una trama rombale. Con menos abundancia se encuentra la biotita, algún cristal de piroxeno y granos diseminados de magnetita.

La textura de la pasta en las dacitas es generalmente afanítica, es decir, constituida por una agrupación de microcristales sin orientación ni forma determinada, aun cuando algunas veces se presenta también la textura hyalopilitica y fluidal.

Macroscópicamente aparecen como una masa compacta de color verdoso, que raya el vidrio cuando no está descompuesta, y en la que se destacan puntos oscuros que corresponden a los cristales de hornablenda, otros blanquecinos de feldespato y un cierto brillo que indica la presencia de granos de cuarzo que raramente se distinguen a simple vista.

Dacita micácea. — Microfotografía número 1 de la lámina VI. Corresponde a una muestra cogida en el Morrón de los Genoveses, de aspecto porfiroide, color pardo verdoso, con puntos blancos y láminas brillantes oscuras, en la cual el examen en preparación delgada hace resaltar grandes fenocristales de cuarzo con sus bordes redondeados y grietas características, al mismo tiempo que cristales de plagioclasa maclados por la ley de la albita, y que corresponden al tipo Labrador, y fenocristales de biotita.

La matriz de esta roca es hyalopilitica, con cierta tendencia a la fluidez y abundancia de vidrio amorfo, como se ve en el punto (4) de la microfotografía. Esta roca constituye uno de los tipos más comunes de las dacitas de Cabo de Gata.

Dacita augítica.—Microfotografía número 2 de la lámina VI. Corresponde a una muestra recogida en la Cala de Aguas amargas. Su aspecto macroscópico es porfiroide muy marcado; sobre un fondo claro de ligero tinte verdoso se destacan fenocristales de cuarzo y otros oscuros de piroxeno y anfíbol.

Examinada en preparación delgada se ve que la matriz es microlítica, constituida por microlitos de cuarzo y feldespato, y sobre ésta se destacan grandes granos de cuarzo, redondeados y corroídos por el magma, cristales de feldespato calcosódico del tipo labrador con maclas polisintéticas y extinción zonar, y, por último, cristales de augita y hornablenda, con sus cruceros característicos, casi perpendiculares entre sí en el piroxeno y formando trama rombica en los anfíboles.

En la parte reproducida en la microfotografía se ven algunos cristales de augita (núm. 3), entre cristales de cuarzo (número 1) y labrador (núm. 2.)

CAPÍTULO IV

Alteraciones

Como los elementos constitutivos de las rocas que acabamos de describir, no siempre se presentan con la limpidez y claridad que hemos indicado, conviene que reseñemos someramente las alteraciones que más frecuentemente sufren, algunas de las cuales llegan a veces a enmascarar de tal manera sus caracteres que hacen difícil su diferenciación.

Un fenómeno frecuente de alteración de estas rocas eruptivas, sobre todo en las proximidades de filones metálicos, es la propilitización, denominación derivada de *πρόπιλον*, palabra griega que significa intrusión y que fué adjudicada a estas rocas que, efectivamente, fueron consideradas en un principio como intrusivas y no como lo que en realidad son, una alteración por fenómenos hidrotermales.

Algunas rocas ígneas, y principalmente las pertenecientes al grupo traquiandesítico que nos ocupa, suelen impregnarse de pirita en las partes inmediatas a las formaciones filonianas y se presentan a veces alteradas en cierta extensión, pero no más allá de la zona de influencia del proceso hidrotermal que dió lugar a dicha formación filoniana. Esta alteración se traduce en una hidratación de algunos de los minerales componentes de la roca ígnea y aparición, por lo tanto, de otros minerales derivados por este proceso, como la clorita, sericita, kaolín, epidoto, etc.

Por propilitización, las andesitas, generalmente de colores

oscuros, adquieren un tinte verde, debido, principalmente, a la clorita que se ha formado a expensas de los piroxenos o anfíboles, al mismo tiempo que el feldespato ha sido kaolinizado.

Esta kaolinización puede provenir, como es sabido, de una alteración lenta de los feldespatos de las rocas, o también, como sucede en el caso de la propilitización, de una transformación de los mismos a causa de aguas termominerales cargadas de ácido carbónico. Estas aguas al atacar a los minerales compuestos de sílice, alúmina, potasa, sodio y cal, arrastran parte de estos elementos, al mismo tiempo que constituyen el kaolín, cuya fórmula es: $\text{Al}^2\text{O}^3 + 2 \text{SiO}^2 + 2 \text{H}^2 \text{O}$. Cuando además del sodio existe potasa en el feldespato, se suelen formar pequeñas pajuelas de mica blanca, que por su fuerte color de polarización se destacan en el examen microscópico y que se denominan con el nombre de moscas de muscovita.

También es frecuente en las rocas andesíticas que estamos estudiando la formación de calcita a expensas de los silicatos que contienen cal en su composición, que al ser atacados por aguas cargadas de ácido carbónico dan lugar a la formación del carbonato mencionado, y hasta tal punto, que a veces la roca hipogénica así alterada da algo de efervescencia al ser tratada por ácido clorhídrico.

Hay además otro fenómeno de alteración que a veces se nota en estas rocas y es la silicificación que, llevada a su extremo, puede producir la opalización en ciertas andesitas. Esta alteración se explica porque, como ya hemos dicho al tratar de la kaolinización, las aguas cargadas de ácido carbónico arrastran parte de la sílice de los silicatos bajo la forma de ácido silícico (SiO_2) que puede depositarse de nuevo formando cuarzo, calcedonia o el producto hidratado que es el ópalo.

Como causa también de este fenómeno de silicificación

debe citarse la existencia probable de aguas siliciosas calientes tan frecuentes en las regiones volcánicas.

Todos estos fenómenos deberán tenerse muy en cuenta en la utilización de estas rocas para fines prácticos de construcción o pavimentación, pues la cohesión de sus elementos constituyentes queda muy aminorada por estos fenómenos, sobre todo por el de kaolinización, que debilita la consistencia de los cristales haciéndolos más deleznable y terrosos, con producción de arcilla, que, al ser arrastrada por las aguas, disminuye su consistencia.

CAPÍTULO V

Filones auríferos

La relación existente entre la serie de rocas hipogénicas y su estado de propilitización con los filones de cuarzo aurífero es tal, que no podemos dejar de mencionar en esta sinopsis algunas consideraciones sobre dichos yacimientos, principalmente los de la zona denominada de «Rodalquilar», aun cuando su estudio salga de los límites asignados a este trabajo y haya sido competentemente tratado por los Sres. Marín y Miláns del Bosch en su Memoria *Yacimientos auríferos de Rodalquilar*, que apareció en el *Boletín XXXIX* de este Instituto.

Las rocas que constituyen esta zona son todas del tipo ácido, del grupo de las liparitas o dacitas y con frecuentes tránsitos de uno a otro. Su textura es porfiroide y la de su matriz sumamente variable, hyalopilítica, traquítica, microlítica, etcétera, según los diversos modos y tiempos de enfriamiento. Los fenocristales son de cuarzo y de feldespato, sanidina o plagioclasa del tipo labrador más o menos alterado, con extinción zonar, presentando la macla de Carlsbad o las de la albita y periclina. Como elementos accesorios se presentan la magnetita, esfena, ilmenita, y, en las proximidades de los filones auríferos, la pirita. El cuarzo es el que con más constancia se presenta, y es tal su relación con la riqueza aurífera de los filones, que puede afirmarse que hasta ahora no se han encontrado éstos en las rocas francamente básicas del Cabo, cuya localización puede verse en el cuadro que insertamos al final.

En las inmediaciones de las zonas ricas las rocas están más o menos propilitizadas, transformándose sus elementos constituyentes en productos de alteración hidrotermal, como kaolín, clorita, epidoto, etc., según indicábamos.

El oro se presenta en el cuarzo que rellena las grietas de estas rocas, en tres formas distintas: al estado libre, visible o no a simple vista; contenido en las piritas, y, por último, bajo la forma de galenas auríferas, existiendo, como sucede siempre en esta clase de yacimientos, zonas ricas, que en algunos puntos alcanzan proporciones extraordinarias.

En el año 1880 fué cuando por primera vez, y con motivo de las explotaciones de plomo en la mina «Las Niñas», se descubrió la existencia de oro en el filón de cuarzo, en estado libre y perfectamente visible. Puede fácilmente calcularse la conmoción que tan sensacional descubrimiento produciría entre los mineros de aquella zona, a pesar de la relativa indiferencia con que fué recibido por los elementos técnicos, por su mismo carácter esporádico y de excepción, al tratarse de una sólo mina y un único filón de breve corrida. Pasada la primera efervescencia, con sensible beneficio para los propietarios de la mina, aunque nunca lo que fantásticamente habían soñado, el asunto puede decirse que quedó olvidado hasta que volvieron a resucitarlo, por un lado, los estudios que con fines petrográficos, y algunos con carácter oficial, se hicieron y, sobre todo, el desarrollo que como consecuencia de la guerra mundial adquirieron aquellas explotaciones, gracias a todo lo cual se llegó al conocimiento de que la presencia del oro en los filones de Rodalquilar era constante, constituyendo una excepción el que no presentaba, por lo menos, indicios del metal noble.

En la actualidad, los trabajos se desarrollan con actividad, instalaciones de amalgamación y cianuración de carácter industrial, fundándose grandes esperanzas en su porvenir.

Relación de las rocas traquiandesíticas recogidas en la zona de Cabo de Gata.

PARAJE	CLASE DE ROCA	TEXTURA	ELEMENTOS ACCESORIOS Y OBSERVACIONES
Hoyazo de Nijar. Al NE. de Granatillas bajas	Traquiandesita.	Hialopilitica.	Con granates y clorita.
Interior del Hoyazo	Liparita.	Idem.	Con granates y magnetita.
Idem.	Idem.	Con esferolitos.	Con granates. Tránsito a dacita.
Idem.	Idem.	Idem.	Con granates y rutilo.
Cerro pequeño del interior del Hoyazo.	Idem.	Microesferolitica.	Con granates.
Idem.	Idem.	Idem.	Con granates y clorita. Descompuesta.
Idem.	Idem.	Hialopilitica.	Mica convertida en clorita y feldespató en kaolín.
Idem.	Idem.	Microesferolitica.	Con clorita y kaolín. Descompuesta.
Serrata. Rambla de Arteal.	Andesita.	Idem.	Con labrador y augita. Tránsito a dacita.
Idem. Idem.	Idem.	Afanítica.	Con hornablenda y hematites roja.
Idem. Idem.	Idem.	Idem.	Idem.
Idem. Idem.	Idem.	Idem.	Con hornablenda, calcita y dipiro.
Idem. Idem.	Idem.	Idem.	Idem.
Rambía del Hornillo.	Traquita.	Idem.	Con magnetita y hematites roja. Descompuesta.
Idem.	Idem.	Traquitica.	Con magnetita. Roca suelta.
Idem.	Idem.	Afanítica.	Idem.
Idem.	Andesita.	Hialopilitica.	Con augita, enstatita, kaolín y vidrio.
Idem.	Idem.	Afanítica.	Con augita, hornablenda y magnetita.
Idem.	Liparita.	Hialopilitica.	Con kaolín y magnetita. Descompuesta.
Idem.	Idem.	Idem.	Descompuesta.
Idem.	Traquita.	Idem.	Con biotita y enstatita. Descompuesta.
Idem.	Idem.	Idem.	Descompuesta.
Cerro del Bujo.	Dacita.	Afanítica.	Con magnetita. Tránsito a liparita.
Cerro de las Yeguas.	Liparita.	Traquitica.	Con magnetita suelta hornablend

Idem.	Liparita.	Idem.	Con biotita, magnetita y calcita.
Idem.	Idem.	Idem.	Con magnetita y calcita.
Idem.	Idem.	Idem.	Con magnetita, calcita y hornablenda.
Idem.	Idem.	Idem.	Idem.
Collado de la Cruz del Muerto.	Idem.	Idem.	Tránsito a dacita con hornablenda, biotita y magnetita.
Las Yeseras.	Andesita.	Hialopilitica.	Con augita y enstatita. Roca suelta.
Idem.	Traquita.	Afanítica.	Con magnetita y algo de cuarzo. Roca suelta.
Idem.	Liparita.	Hialopilitica.	Con hornablenda, augita y biotita. Tránsito a traquita.
Relleno de San Pedro	Andesita.	Afanítica.	Con magnetita y hornablenda.
Idem.	Liparita.	Idem.	Con magnetita, hornablenda y biotita.
Idem.	Andesita.	Microlítica fluidal.	Con augita y enstatita.
Idem.	Idem.	Idem.	Idem.
Extremo S. de Cabo de Gata.	Idem.	Afanítica.	Con magnetita y calcita. Muy descompuesta.
Idem.	Idem.	Idem.	Con magnetita y augita descompuesta.
Idem.	Idem.	Idem.	Con magnetita y augita. Infiltración de vidrio.
Idem.	Idem.	Idem.	Idem. Filoncillos de cuarzo.
Idem.	Traquita.	Traquitica.	Magnetita. Vetillas de cuarzo.
Idem.	Liparita.	Idem.	Con infiltración de cuarzo y clorita.
Idem.	Idem.	Afanítica.	Con biotita y calcita.
Idem.	Traquita.	Idem.	Con enclava liparítica.
Idem.	Idem.	Hialopilitica fluidal.	Con dipiro.
Idem.	Traquiandesita.	Perlitica.	Con calcita. Descompuesta.
Idem.	Andesita.	Afanítica.	Algo de biotita.
Idem. La Cruceta.	Liparita.	Idem.	Con hornablenda y biotita.
Idem. Faro.	Andesita.	Idem.	Descompuesta.
Idem.	Liparita.	Hialopilitica.	Con biotita y augita.
Idem.	Andesita.	Idem.	Descompuesta.
Idem. Morrón al N. del Faro	Liparita.	Idem.	Con biotita y hornablenda.
Idem. Cerro Enmedio	Andesita.	Microlítica.	Idem.
Idem.	Traquita.	Idem.	Sólo elementos blancos.
Idem.	Idem.	Idem.	Idem.

PARAJE	CLASE DE ROCA	TEXTURA	ELEMENTOS ACCESORIOS Y OBSERVACIONES
Extremo S. Cerro Enmedio	Traquita	Microlítica	Vetillas de cuarzo y calcita.
Idem	Idem	Idem	Con magnetita y calcita. Tránsito a liparita.
Idem	Idem	Idem	Idem. Descompuesta.
Vela Blanca	Traquiandesita	Idem	Muy descompuesta. Con filones de cuarzo.
Idem	Andesita	Microlítica con esferolitos	Estructura zonar en algunos feldespatos.
Idem	Idem	Traquítica con esferolitos	Idem. Con hornablenda y magnetita.
Idem	Idem	Microlítica	Con magnetita. Descompuesta.
Idem	Traquiandesita	Idem	Idem. Idem.
Idem	Dacita	Fluidal y sfanítica en parte	Con biotita.
Barranco Negro	Andesita	Microlítica fluidal	Con hornablenda, magnetita y calcita.
Morrón de los Genoveses	Idem	Afanítica con esferolitos	Con hornablenda, magnetita y algo de cuarzo. Descompuesta.
Idem	Idem	Lávica vítrea	Con augita, hornablenda y cuarzo.
Idem	Idem	Idem	Idem.
Idem	Idem	Microlítica fluidal	Con augita y magnetita. Estructura zonar.
Idem	Idem	Hialopilitica con esferolitos en reguero	Estructura zonar.
Idem	Idem	Fluidal	Descompuesta.
Idem	Idem	Vítrea	Con augita.
Idem	Idem	Microlítica fluidal	Idem.
Idem	Dacita	Fluidal	
Idem	Idem	Vítrea fluidal en partes	Con biotita.
Idem	Andesita	Microlítica fluidal	Con augita y una gran enclava.
Idem	Idem	Microlítica	Idem.

Idem	Dacita	Idem	Descompuesta.
Cerro Emmedio. San José	Idem	Idem	Labradorita.
Idem	Andesita	Idem	Descompuesta.
Idem	Idem	Afanítica	Idem.
Idem	Idem	Idem	Contacto con caizas.
Idem	Idem	Idem	Con biotita. Descompuesta.
Idem	Idem	Idem	Idem. Idem.
Idem	Idem	Idem	Idem. Idem. Cargada de hierro.
Idem	Liparita	Fluidal	Con mica verde (meroxena).
Idem	Dacita	Idem	Con enclavas de andesita.
Idem	Andesita	Afanítica	Plagioclasa descompuesta en dipiro. Una enclava.
Idem	Dacita	Idem	Con enclavas de andesita.
Idem	Andesita	Idem	Con enclavas de vidrio.
Cala de Sotillo	Idem	Hialopilitica	
Idem	Idem	Idem	Con biotita y hornablenda.
Idem	Liparita	Idem	Con enclava.
Idem	Traquiandesita	Microlítica	Infiltración vítrea.
Idem	Idem	Idem	Con vetas de cuarzo.
Cerro de los Frailes	Andesita	Hialopilitica	Descompuesta.
Idem	Idem	Microlítica	Con augita, enstatita y magnetita.
Idem	Idem	Idem	Idem.
Idem	Idem	Idem	Idem.
Idem	Idem	Idem	Idem.
Idem	Idem	Idem	Con labrador, hornablenda y magnetita.
Idem	Idem	Hialopilitica	Con labrador, augita y magnetita.
Idem	Idem	Microlítica	Idem.
Idem	Idem	Idem con vidrio	Con bitownita, enstatita y magnetita. Muy básica.
Idem	Idem	Idem	Con labrador, enstatita, augita y magnetita.
Idem	Idem	Hialopilitica	Idem.
Idem	Idem	Idem	Idem.
Idem	Idem	Idem	Idem.
Idem	Idem	Idem	Idem.
Idem	Idem	Idem	Idem.

PARAJE	CLASE DE ROCA	TEXTURA	ELEMENTOS ACCESORIOS Y OBSERVACIONES
Cerro de los Frailes. La Humbría.	Andesita.	Hialopilitica.	Con augita y enstatita.
Idem.	Idem.	Idem.	Con augita.
Presillas bajas	Idem.	Vitrea.	Con biotita, hornablenda, dipiro y magnetita.
Idem. Pecho ancho.	Liparita.	Hialopilitica.	Descompuesta.
Idem.	Idem.	Idem.	Muy descompuesta.
Idem. Cerro Mateos.	Andesita.	Afanítica.	Con calcita y escapolita.
Idem. Pecho de los Frailes	Liparita.	Idem.	Descompuesta. Con escapolita.
Idem. Cerrito de la Cuesta.	Idem.	Hialopilitica.	Con hornablenda y labrador.
Idem. Cerro de las Presillas.	Andesita.	Idem.	Con hornablenda, labrador y magnetita.
Collado de las Presillas. Cerro Tocino.	Idem.	Idem.	Con biotita y escapolita. Alterada.
Idem. Cerro Lázaro.	Liparita.	Idem.	Alterada.
Idem. Presillas Altas.	Idem.	Idem.	Propilitizada. Con magnetita, clorita, calcita y escapolita.
Idem.	Idem.	Idem.	Idem.
Idem.	Idem.	Idem.	Idem.
Idem.	Traquita.	Microfítica.	Con feldespatos kaolinizados. Algo de cuarzo.
Idem.	Liparita.	Idem.	Descompuesta. Con calcita y escapolita.
Idem. Cerrito Palmera.	Liparita.	Idem.	Propilitizada. Con magnetita, calcita, clorita y escapolita.
Idem.	Idem.	Idem.	Alterada.
Idem.	Traquita.	Idem.	Alterada. Con calcita y escapolita.
Idem. Rambla de Mojada.	Liparita.	Idem.	Con granates.
Idem. Rambla de Presillas	Idem.	Hialopilitica.	Con circón, magnetita y hornablenda.
Cerro del Garbanzal.	Idem.	Idem.	Con biotita y calcita. Descompuesta.
Idem. Barranco La Capitana.	Andesita.	Idem.	Con calcita, magnetita y escapolita.
Idem. Cerrito La Capitana.	Liparita.	Idem.	Idem.
Idem. Idem.	Idem.	Idem.	Cuarzo corroído y magnetita.
Idem. Pecho de La Capitana.	Dacita.	Afanítica.	Con labrador, augita y magnetita.
Idem. Idem.	Andesita.	Microfítica.	Con labrador, augita y magnetita.
Idem.	Idem.	Idem.	Idem.

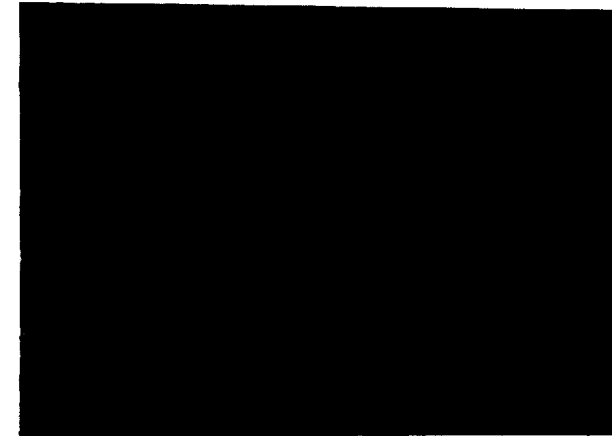
Idem.	Traquiandesita	Idem fluidal.	Con augita, labrador y magnetita.
Idem.	Andesita.	Hialopilitica.	Alterada. Con calcita, magnetita y escapolita.
Idem.	Dacita.	Afanítica.	Con magnetita, calcita y escapolita.
Idem.	Liparita.	Idem.	Idem. Alterada.
Idem.	Andesita.	Fluidal.	Con magnetita.
Idem.	Liparita.	Afanítica.	Con magnetita y clorita. Enclavas de labradorita.
Idem. Cerro Tocino	Traquita.	Idem.	Con magnetita y hematites.
Idem.	Andesita.	Idem.	Con biotita y magnetita. Descompuesta.
Idem. Cerro Toril.	Idem.	Idem.	Con magnetita. Descompuesta.
Idem.	Idem.	Idem.	Con magnetita, calcita y escapolita. Alterada.
Idem.	Idem.	Idem.	Con magnetita.
Idem. Cerro Amatista	Idem.	Microfítica.	Con magnetita y amatista.
Idem.	Liparita.	Afanítica.	Con labrador, magnetita y escapolita. Alterada.
Barranco del Negro. Pecho del Corral.	Andesita.	Idem.	Idem.
Cerro de las Amatistas. Cañada de La Figuerica.	Idem.	Idem.	Con biotita. Alterada.
Idem.	Dacita.	Idem con vidrio	Con biotita y magnetita. Alterada.
Idem.	Idem.	Idem.	Idem. Descompuesta.
Idem. Piedras Negras	Andesita.	Idem.	Con biotita, hematites y clorita. Propilitizada.
Idem. Idem.	Dacita.	Idem.	Con biotita y magnetita. Propilitizada.
Idem. Idem.	Idem.	Idem.	Idem.
Barranco del Granadillo. Cuesta de La Escarihuela.	Idem.	Fluidal.	Con biotita, hornablenda y magnetita.
Idem. Idem.	Idem.	Afanítica.	Con magnetita y biotita.
Idem. Idem.	Andesita.	Microfítica.	Con augita, enstatita y magnetita.
Idem. Idem.	Idem.	Afanítica.	Con magnetita. Descompuesta.
Idem. Idem.	Dacita.	Idem.	Con magnetita y escapolita. Alterada.
Idem. Idem.	Liparita.	Idem.	Con magnetita, escapolita y calcita. Alterada.
Idem. Idem.	Idem.	Idem.	Idem. Restos ferruginosos.
Idem. Pozo del Granadillo.	Idem.	Idem.	Con magnetita, augita y biotita descompuesta.
Idem. Escarihuela. Cueva de Ortiz.	Andesita.	Microfítica.	Con magnetita, calcita y escapolita. Biotita descompuesta.
Idem. Cerro de las Corralizas.	Dacita.	Afanítica.	Con magnetita, calcita y escapolita. Biotita descompuesta.
Idem. Idem.	Idem.	Idem.	Con magnetita, calcita, escapolita y clorita. Descompuesta y propilitizada.
Idem. Idem.	Idem.	Idem.	Con calcita y escapolita. Muy alterada.

PARAJE	CLASE DE ROCA	TEXTURA	ELEMENTOS ACCESORIOS Y OBSERVACIONES
Barranco del Granadillo. Cerro de las Corralizas.....	Dacita.....	Afanítica.....	Con calcita y escapolita. Muy alterada.
Idem. Idem.....	Idem.....	Hialopilitica.....	Con magnetita. Alterada.
Idem. Cerro Revuelvetripas.....	Liparita.....	Microlítica.....	Idem. Descompuesta.
Idem. Idem.....	Dacita.....	Afanítica.....	Con hematites, calcita y escapolita. Muy alterada.
Rambla del Cuervo. Cortijo Manuel Menéndez.....	Idem.....	Idem.....	Con magnetita, calcita y clorita. Descompuesta.
Idem.....	Idem.....	Hialopilitica.....	Con magnetita y augita. Enclavas de triquian-desita.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	Con magnetita y augita. Canto rodado.
Idem.....	Liparita.....	Idem.....	Canto rodado.
Hortichuela.....	Idem.....	Idem.....	Muy descompuesta.
Idem. Cerro del aire.....	Idem.....	Idem.....	Micácea. Descompuesta.
Idem. Idem.....	Idem.....	Idem.....	Descompuesta.
Idem. Idem.....	Andesita.....	Idem.....	Idem.
Idem. Idem.....	Dacita.....	Afanítica.....	Con hornablenda. Descompuesta.
Idem. Idem.....	Liparita.....	Hialopilitica.....	Con biotita y vidrio.
Idem. Idem.....	Idem.....	Idem.....	Con biotita. Típica.
Idem. Cuesta de Bornos.....	Andesita.....	Microlítica fluidal.....	Con augita y enstatita.
Idem. Idem.....	Dacita.....	Microlítica.....	Descompuesta.
Idem. Cerro de los Pérez.....	Liparita.....	Hialopilitica casi vítrea.....	Con biotita. Muy descompuesta.
Idem. Idem.....	Idem.....	Idem.....	Descompuesta.
Punta de San Pedro.....	Traquiandesita.....	Traquítica.....	Con hornablenda.
Idem.....	Traquita.....	Idem.....	Idem.
Idem.....	Andesita.....	Microlítica.....	Típica. Con augita.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	Con augita.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	Idem.
Mesa de Roldán. El Fan orr			

Idem. Idem.....	Idem.....	Idem.....	Idem.
Idem. Collado de la Meseta.....	Idem.....	Afanítica.....	Idem.
Idem. Vertiente E. del Farayón.....	Idem.....	Idem.....	Idem.
Idem. Idem.....	Idem.....	Idem.....	Con augita y enstatita.
Idem. Lado O. de la Meseta.....	Idem.....	Idem.....	Con enstatita.
Cala de aguas amargas.....	Idem.....	Idem.....	Con enstatita y augita.
Idem.....	Dacita.....	Hialopilitica.....	Con hornablenda. Descompuesta.
Idem.....	Idem.....	Microlítica.....	Con hornablenda y augita.
Idem.....	Andesita.....	Idem.....	Con augita y enstatita.
Idem.....	Dacita.....	Idem.....	Con hornablenda. Descompuesta.
Idem.....	Traquiandesita.....	Idem.....	Idem.
Carboneras. Cerro Torre del Rayo.....	Andesita.....	Afanítica.....	Con hornablenda. Algo de cuarzo.
Idem. Idem.....	Dacita.....	Idem.....	Idem. Idem.
Idem. Cerrico del Garrotico.....	Andesita.....	Idem.....	Labradorita con hornablenda.
Idem. Barranco del Garrotico.....	Dacita.....	Idem.....	Con hornablenda.
Idem. Idem.....	Idem.....	Microlítica.....	Con hornablenda y augita.
Idem. Idem.....	Idem.....	Idem.....	Descompuesta.
Idem. Cerro El Rami.....	Idem.....	Idem.....	Con hornablenda, magnetita, escapolita, calcita y clorita.
Idem. Cerro La Cañada.....	Dacita.....	Hialopilitica.....	Con hornablenda, magnetita y escapolita.
Idem. Rambla del Grajo.....	Idem.....	Idem.....	Idem.
Idem. Idem.....	Andesita.....	Fluidal.....	Con hornablenda.
Idem. Idem.....	Idem.....	Microlítica.....	Con hornablenda y enstatita.
Idem. Idem.....	Idem.....	Hialopilitica.....	Idem.

BIBLIOGRAFÍA

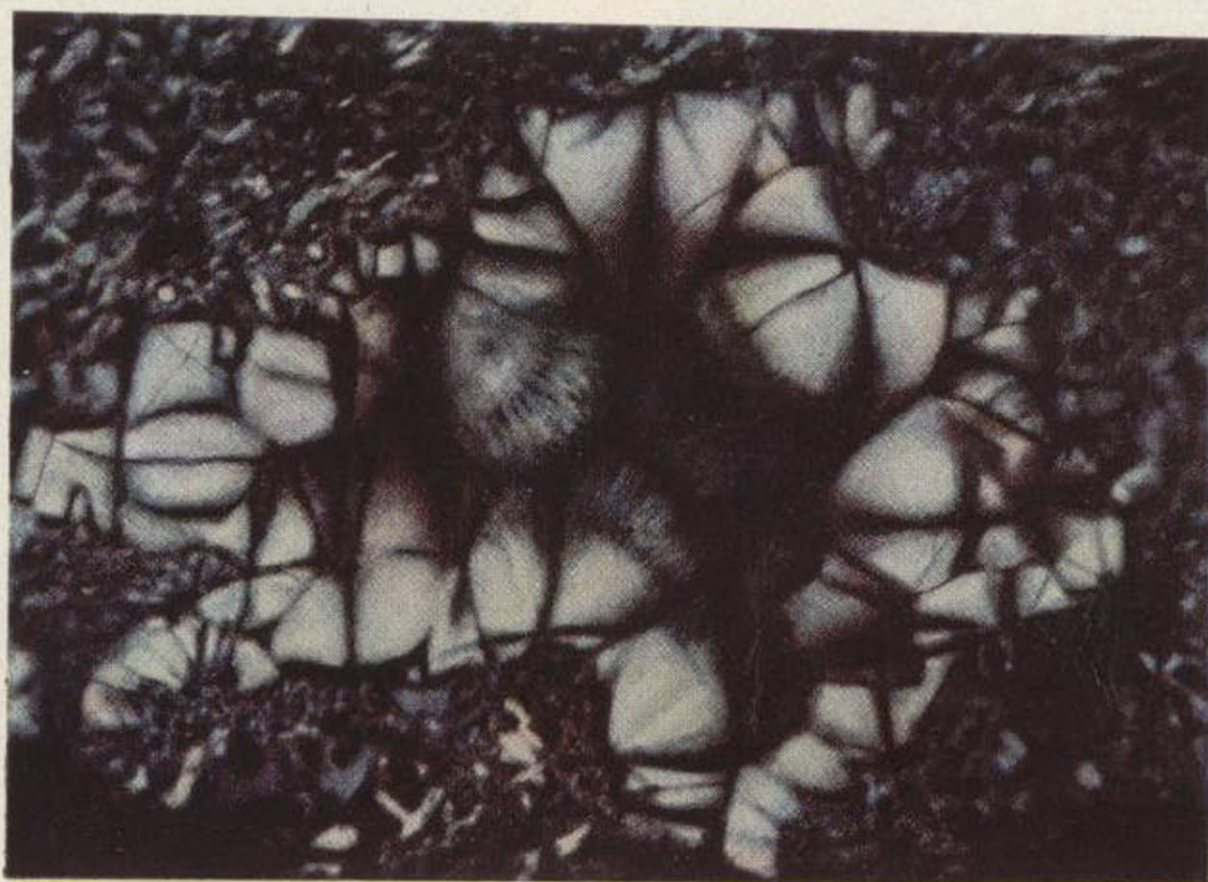
1. — ABBE, E.: *Gesammelte Abhandlungen*. — Jena, 1904.
2. — CALDERÓN, S.: «Estudio petrográfico sobre las rocas volcánicas del Cabo de Gata e Isla de Alborán.» *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, tomo IX, 1882.
3. — FOUQUÉ, F., et MICHEL LEVY, A.: *Minéralogie Micrographique*. París, 1878.
4. — HARKER, A.: *Pétrographie*. — París, 1902.
5. — IDDINGS, I.: *Igneous Rocks*. — New York, 1913.
6. — MARÍN, A.: «Estudio petrográfico de las rocas hipogénicas de Marruecos.» *Boletín del Instituto Geológico*, tomo XXXVIII, 1917.
7. — MARÍN, A.: «Nota geológica de las Islas Chafarinas.» *Boletín del Instituto Geológico*, tomo XLII, 1921.
8. — MARÍN, A.: «Nota sobre la constitución geológica del Monte Mauro (Beni Said).» *Boletín del Instituto Geológico*, tomo XLII, 1921.
9. — MARÍN, A., y MILÁNS DEL BOSCH, J.: «Yacimientos auríferos de Rodalquilar.» *Boletín del Instituto Geológico*, tomo XXXIX, 1918.
10. — ORUETA, D.: «Procedimiento óptico para facilitar el estudio de los minerales isótropos y de las maclas múltiples.» *Boletín del Instituto Geológico*, tomo XLIII, 1922.
11. — REINISH, R.: *Petrographisches Praktikum*. — Berlín, 1901.
12. — RINNE, F.: *Etude pratique des Roches*. — París, 1905.
13. — RUBIO, E.: «Sobre la existencia de platino nativo en ciertos filones de cuarzo de Cabo de Gata.» *Revista Minera*, números 2.931 y 32. 1924.
14. — WEINSHENK, E.: *Petrographic Methods*. — New York, 1912.
15. — WEINSHENK, E.: *The Fundamental Principles of Petrology*. — New York, 1916.



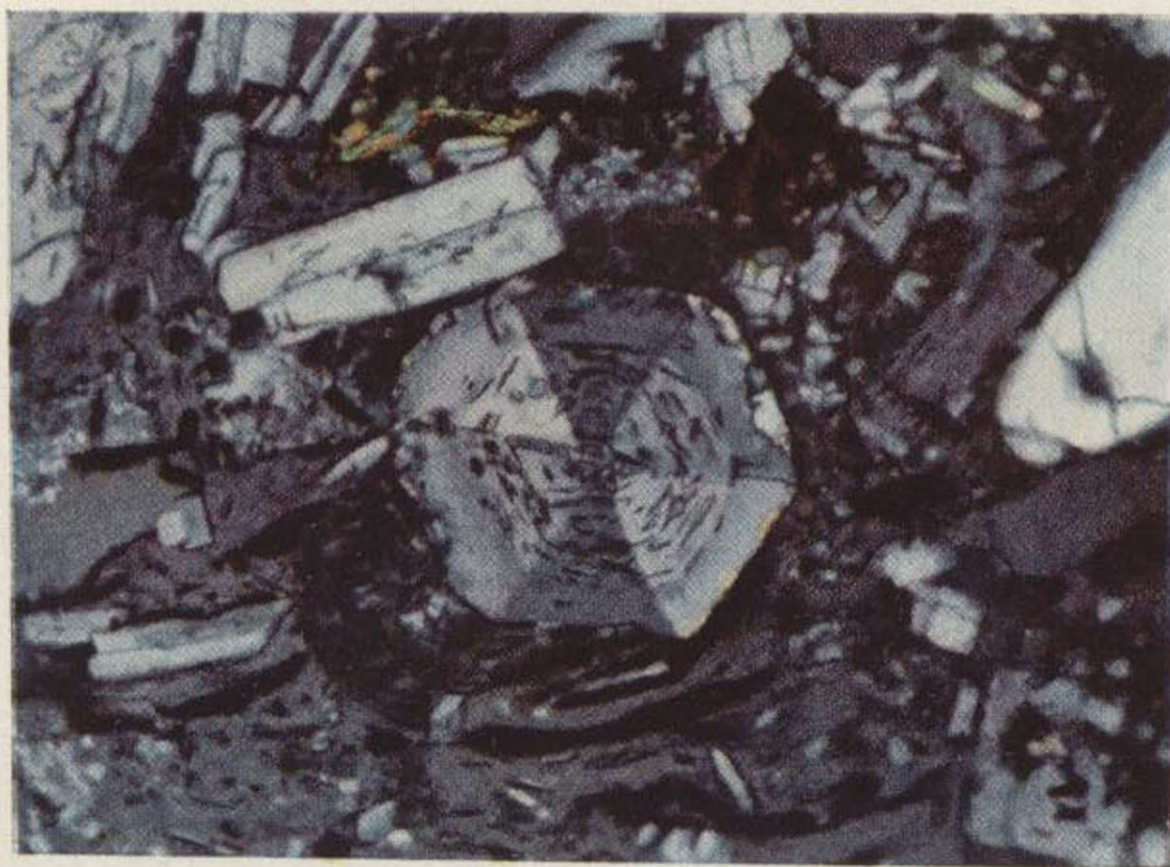
1. — Esferulitos con cruz negra.



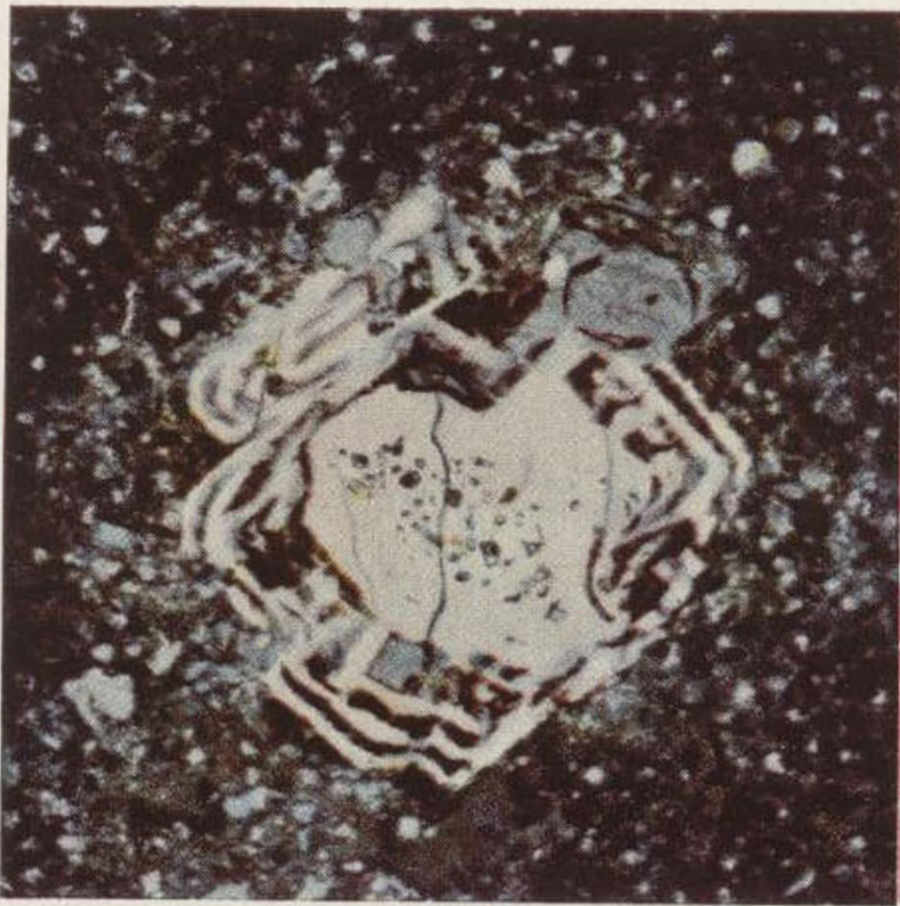
2. — Combinación de la macla en exágono y la estructura zonar en un cristal de Sanidina.



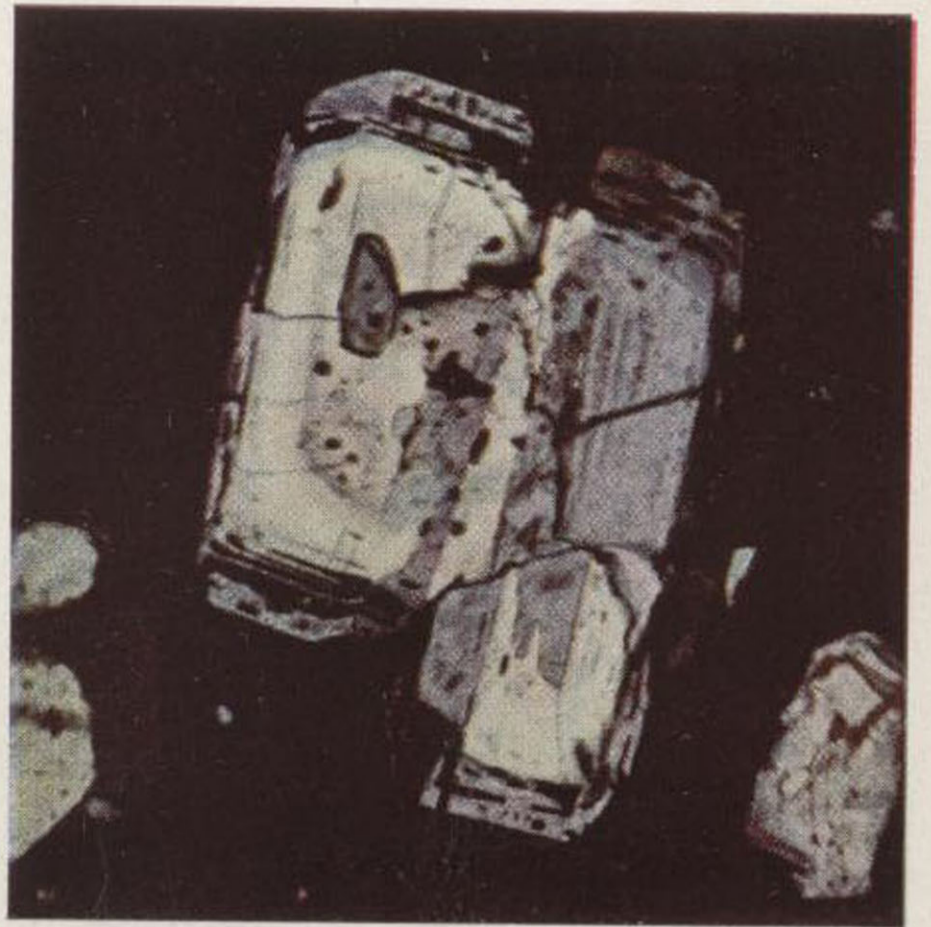
1. — Esferolitos con cruz negra.



2. — Combinación de la macla en exágono y la estructura zonar en un cristal de Sanidina.



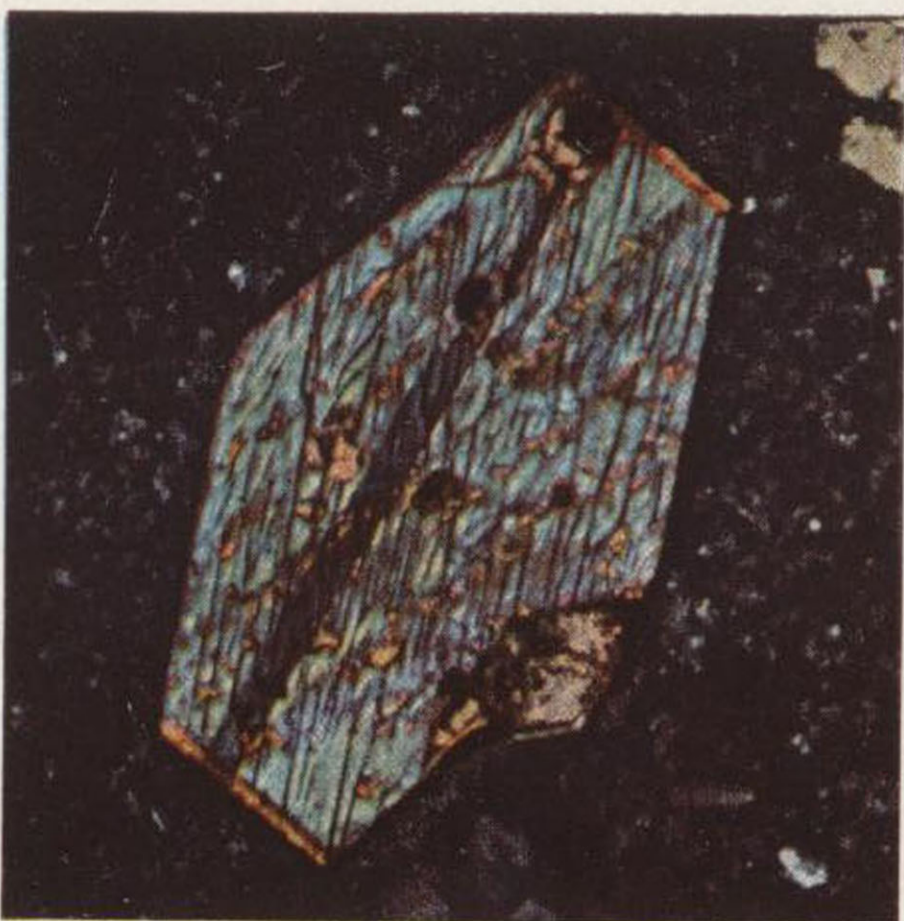
1. — Cristal de Sanidina con extinción zonar.



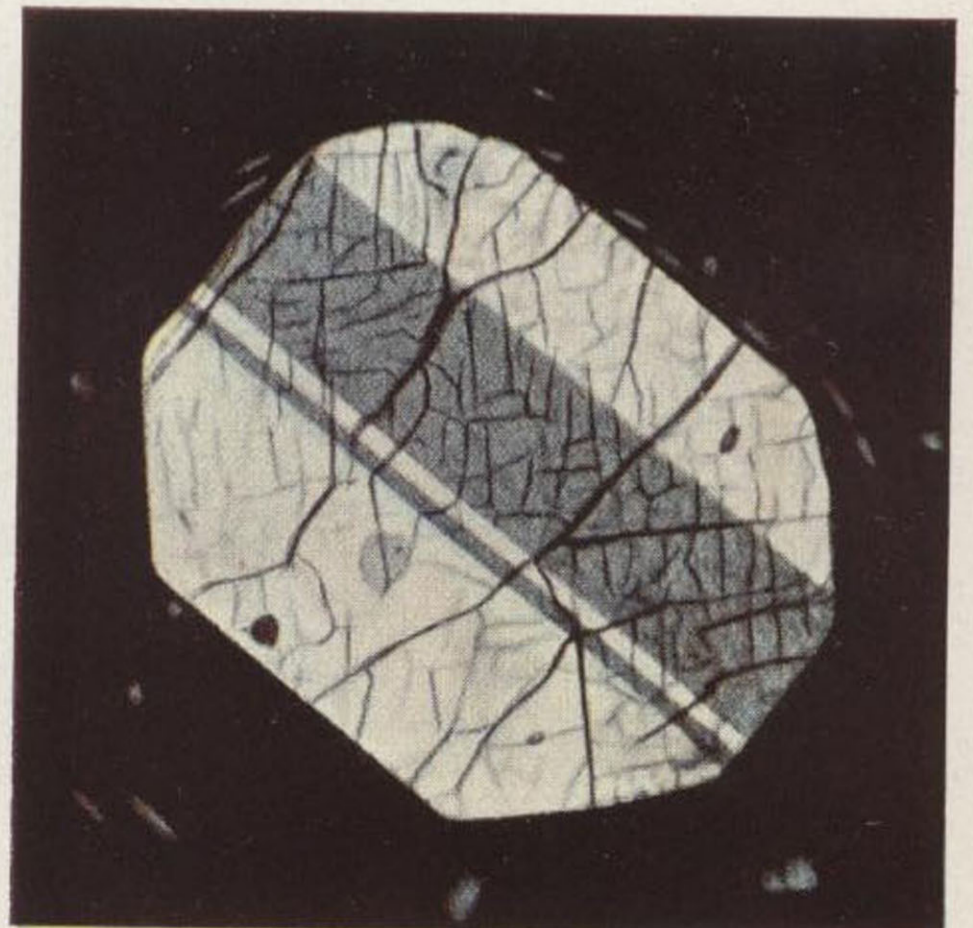
2. — Cristal de Labrador con extinción zonar y maclas polisintéticas.



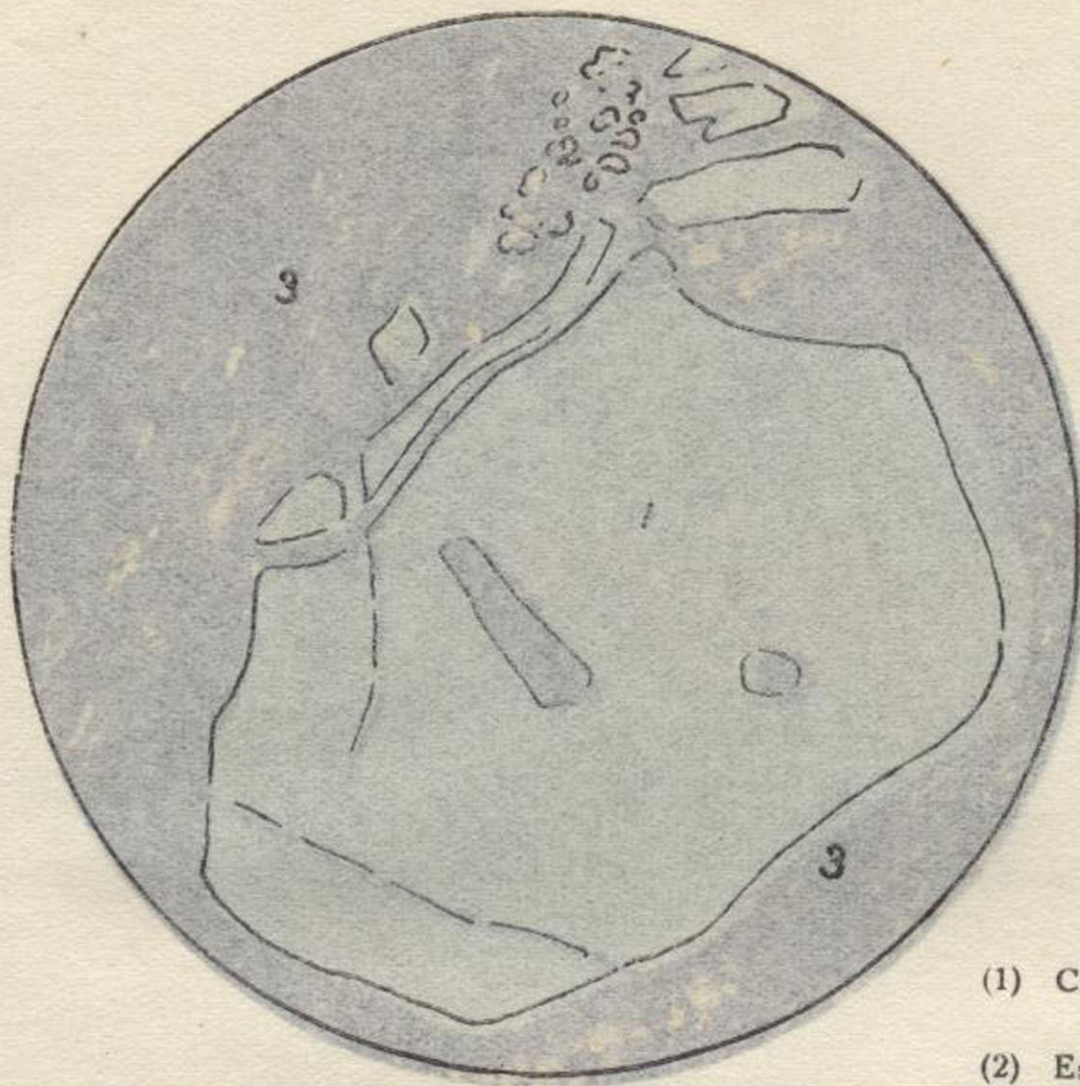
3. — Cristal de biotita corroída por el magma.



4. — Sección de hornablenda maclada con las dos series de cruceros.



5. — Cristal de augita maclada mostrando los cruceros.



- (1) Cristal de cuarzo corroído por el magma.
- (2) Esferolitos.
- (3) Textura fluidal.

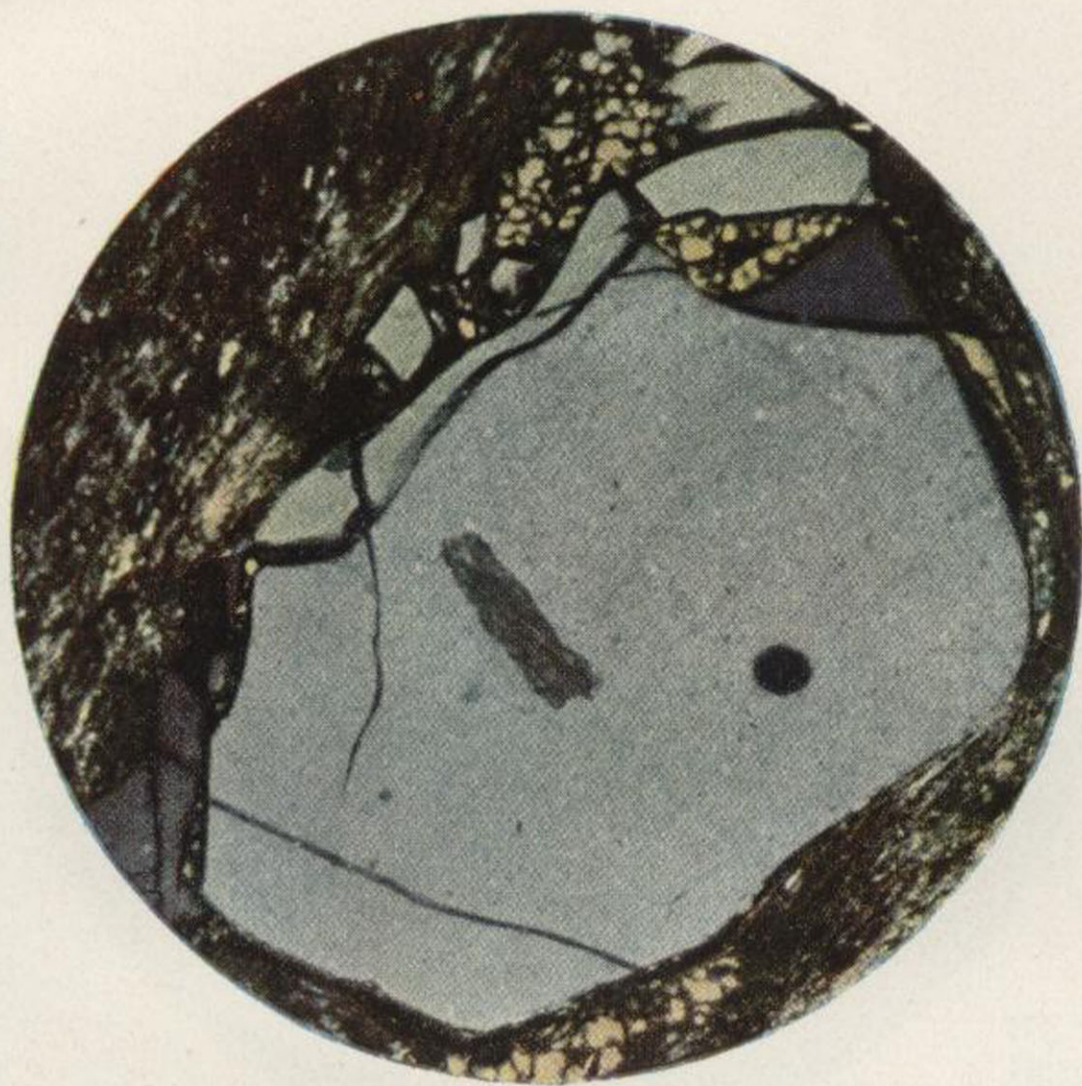
1. — Liparita de textura fluidal.



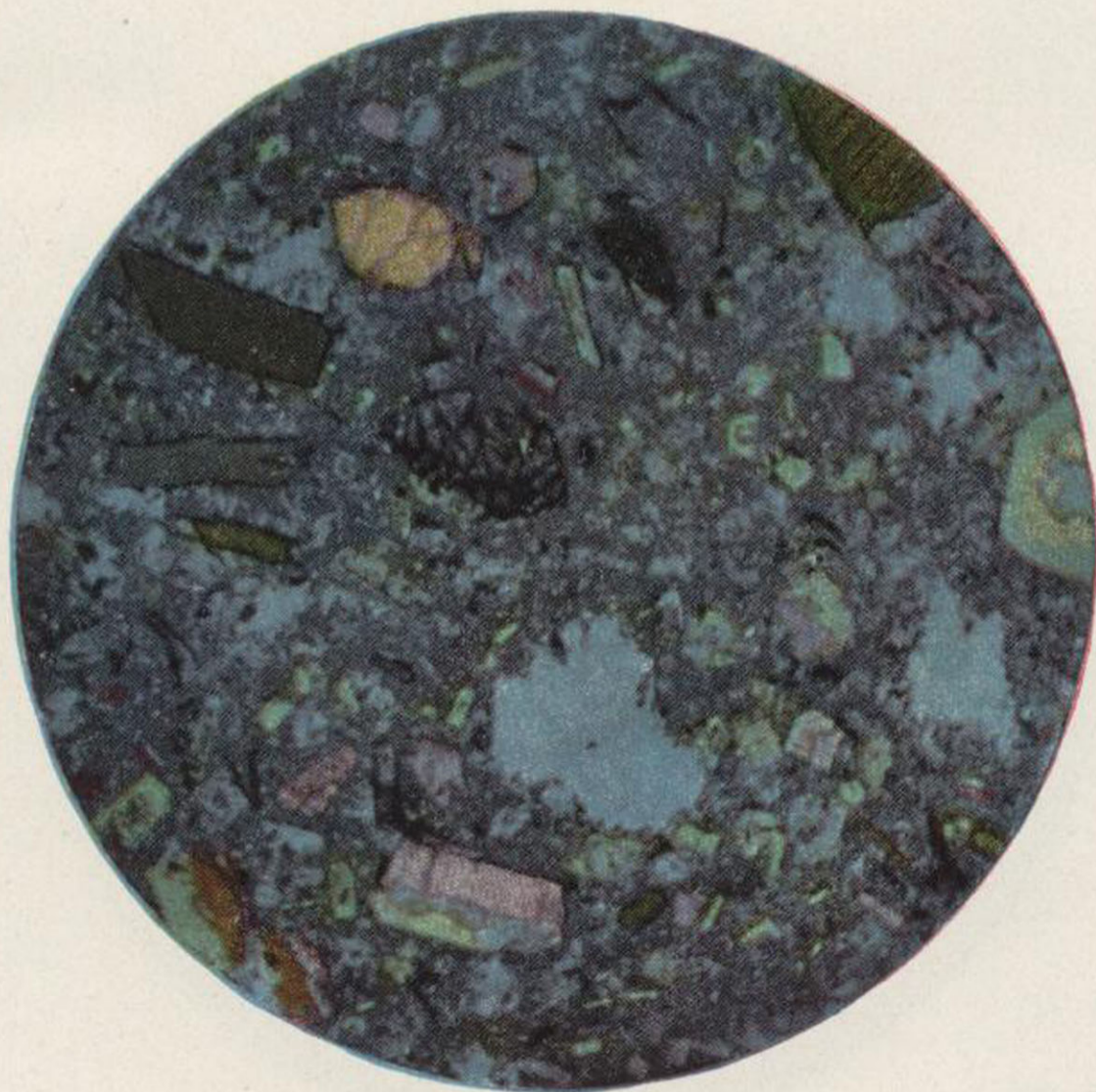
- (1) Cuarzo.
- (2) Sanidina.
- (3) Biotita.
- (4) Granate.
- (5) Magnetita.

2. — Liparita micácea con granates.

(Fotografía hecha con láminas de yeso y mica.)

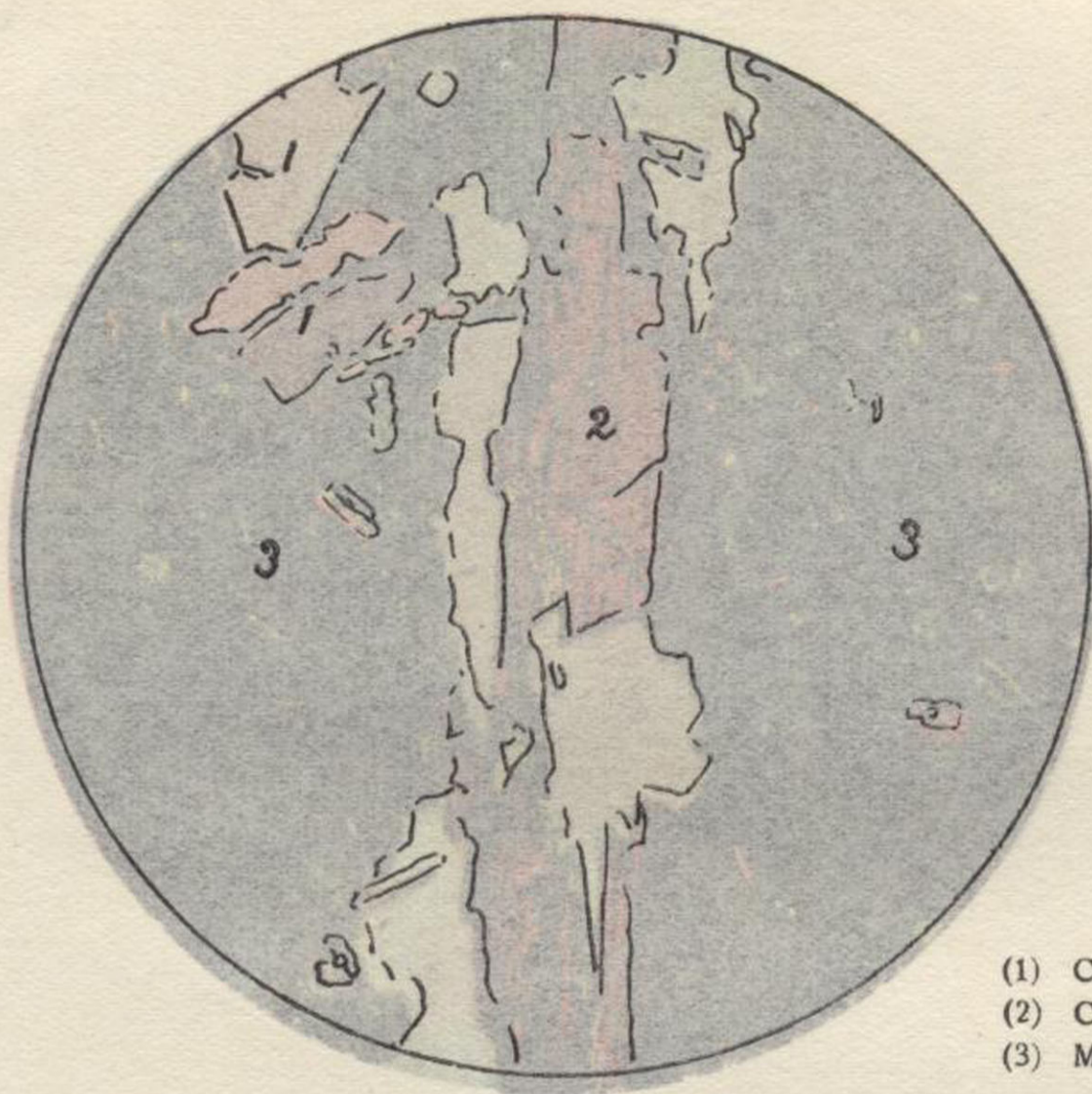


1. — Liparita de textura fluidal.



2. — Liparita micácea con granates.

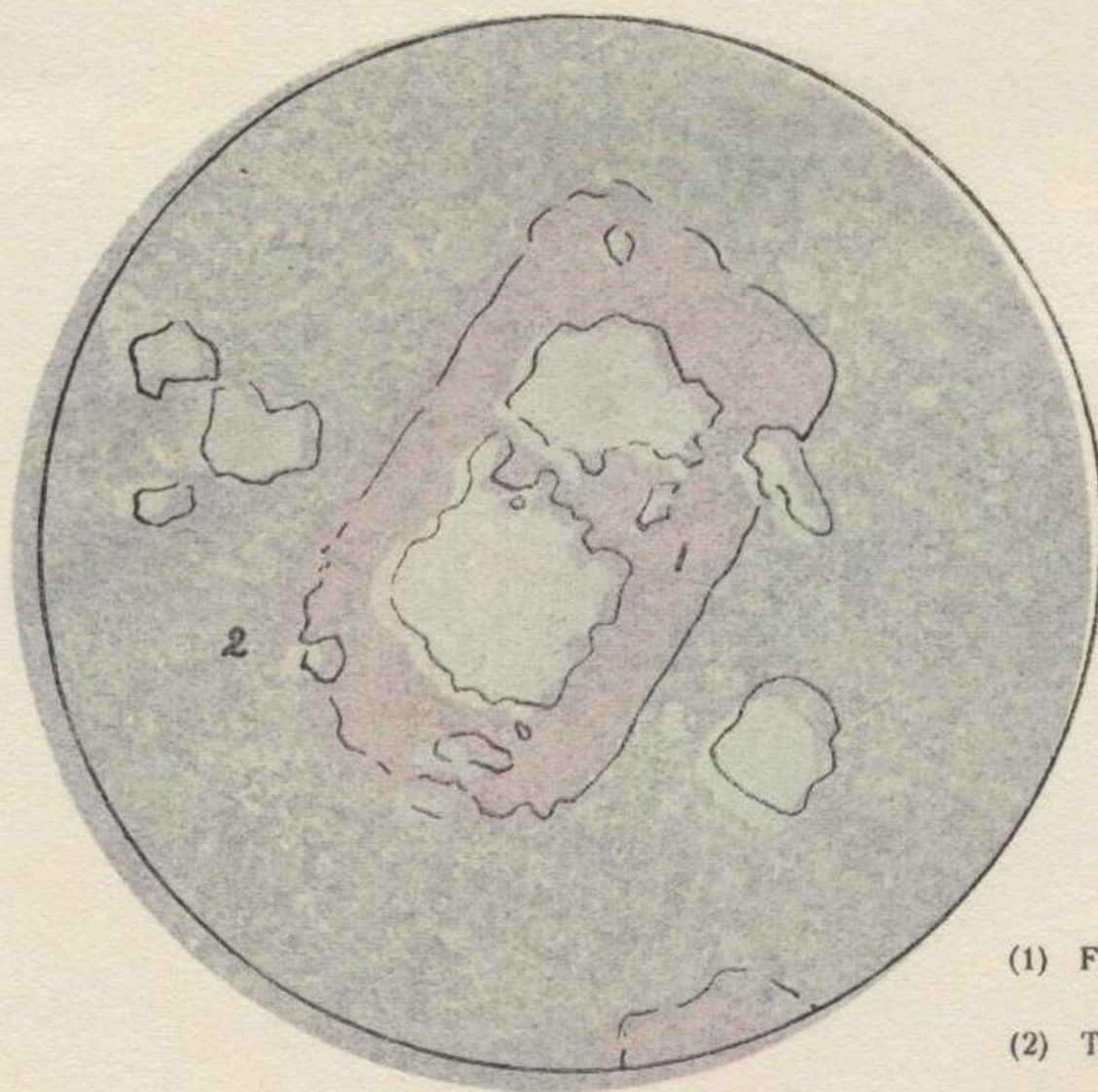
(Fotografía hecha con láminas de yeso y mica.)



- (1) Cristales de Sanidina.
- (2) Cristal de Hornablenda.
- (3) Matriz de textura traquí-tica.

1. — Traquita anfibólica.

(Fotografía hecha con láminas de yeso y mica.)



- (1) Fenocristales corroídos de Sanidina.
- (2) Textura microlítica.

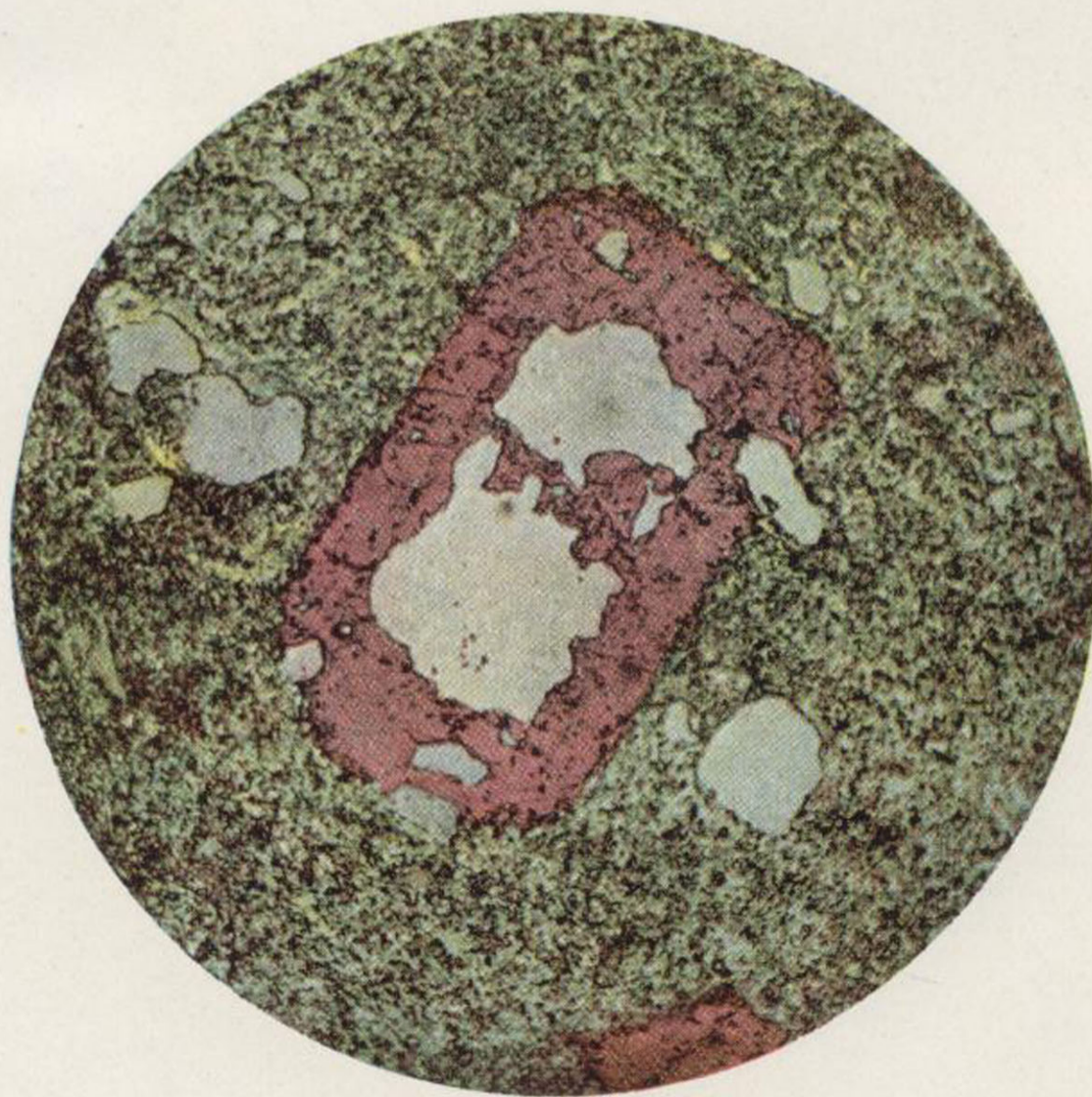
2. — Traquita con solo elementos blancos.

(Fotografía hecha con láminas de yeso y mica.)



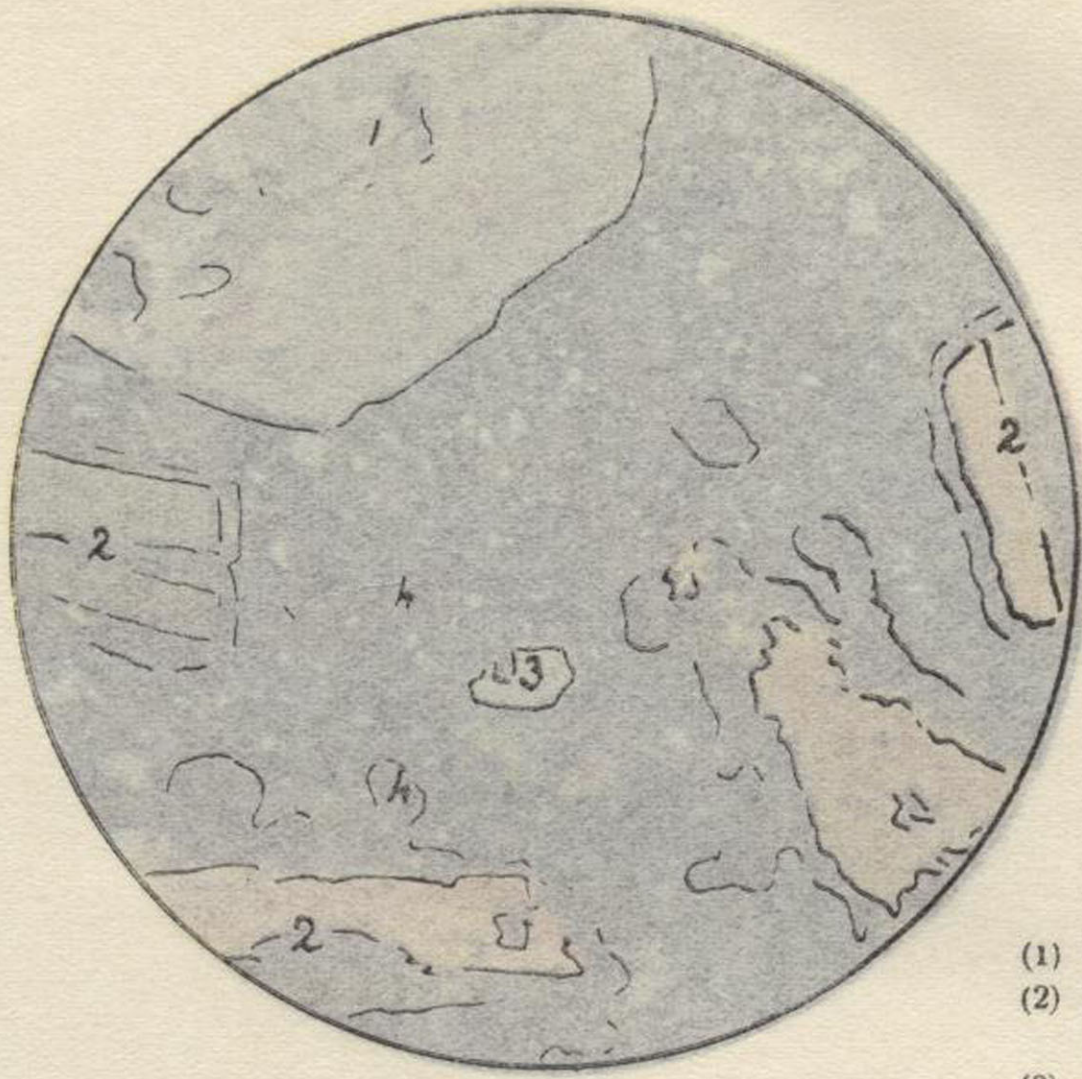
1. — Traquita anfibólica.

(Fotografía hecha con láminas de yeso y mica.)



2. — Traquita con solo elementos blancos.

(Fotografía hecha con láminas de yeso y mica.)



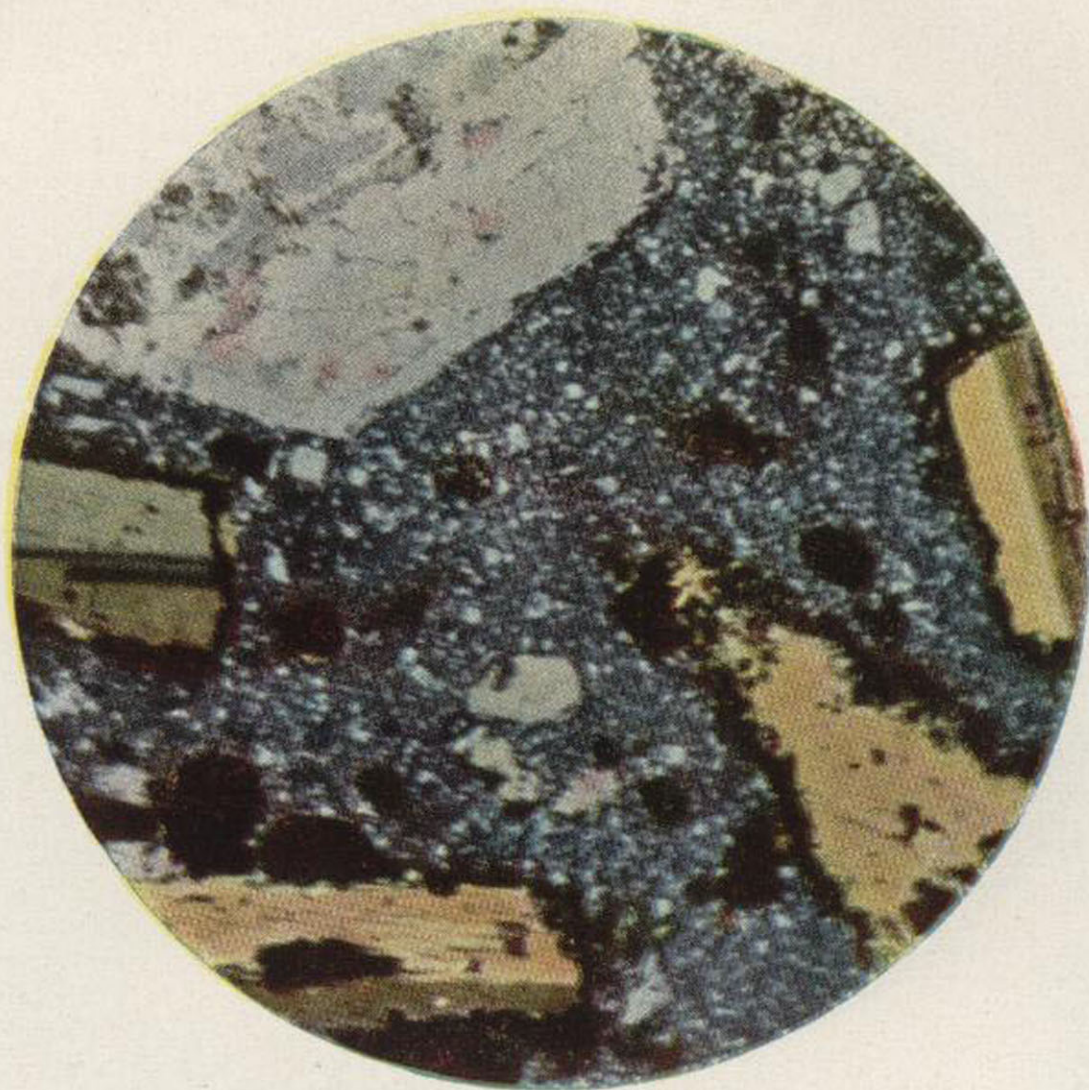
- (1) Feldespato labrador.
- (2) Hornablenda maclada y corroída en sus bordes.
- (3) Sanidina.
- (4) Magnetita.

1. — Andesita anfibólica.

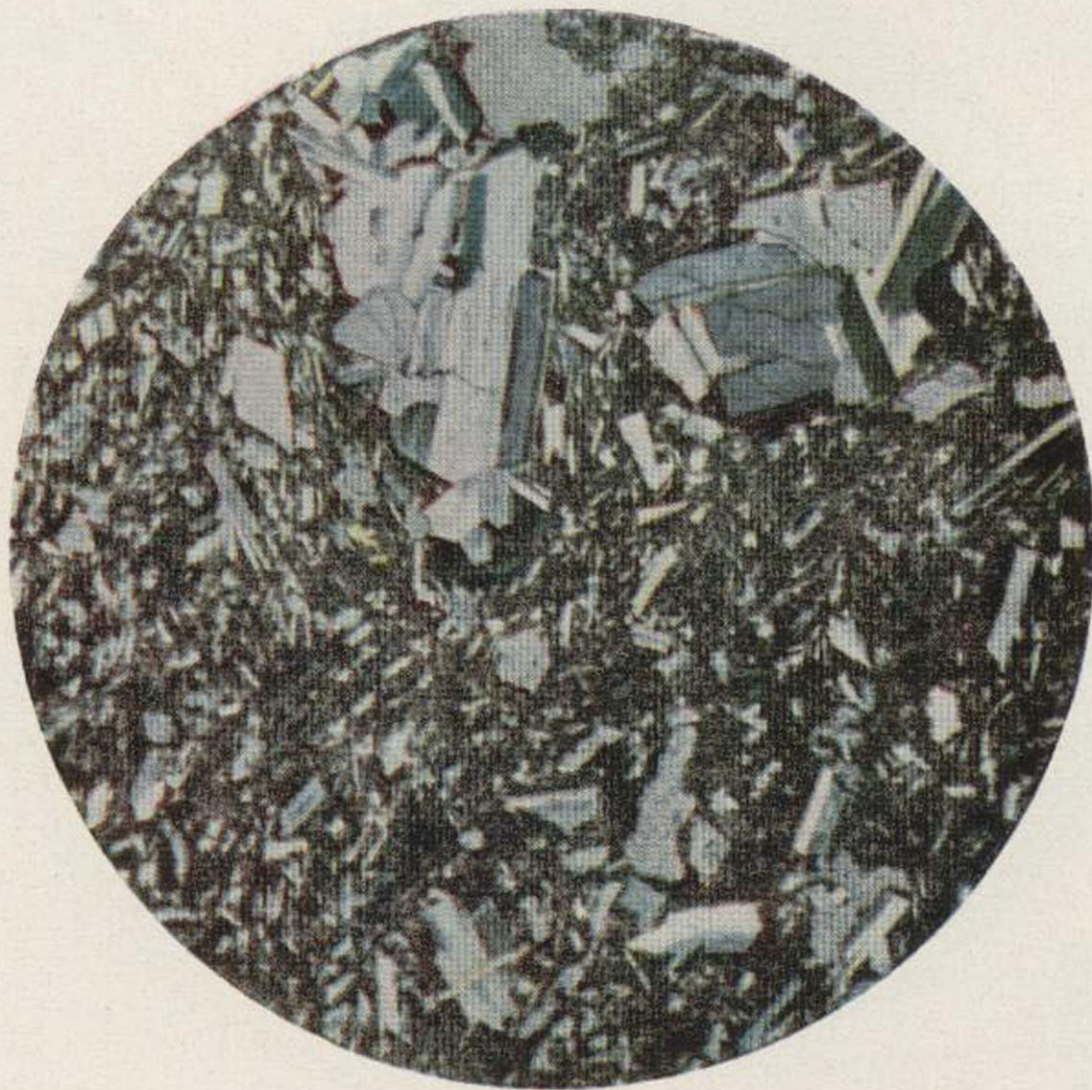


- (1) Feldespato labrador.
- (2) Magnetita.

2. — Andesita con solo elementos blancos (Labradorita).



1. — Andesita anfibólica.



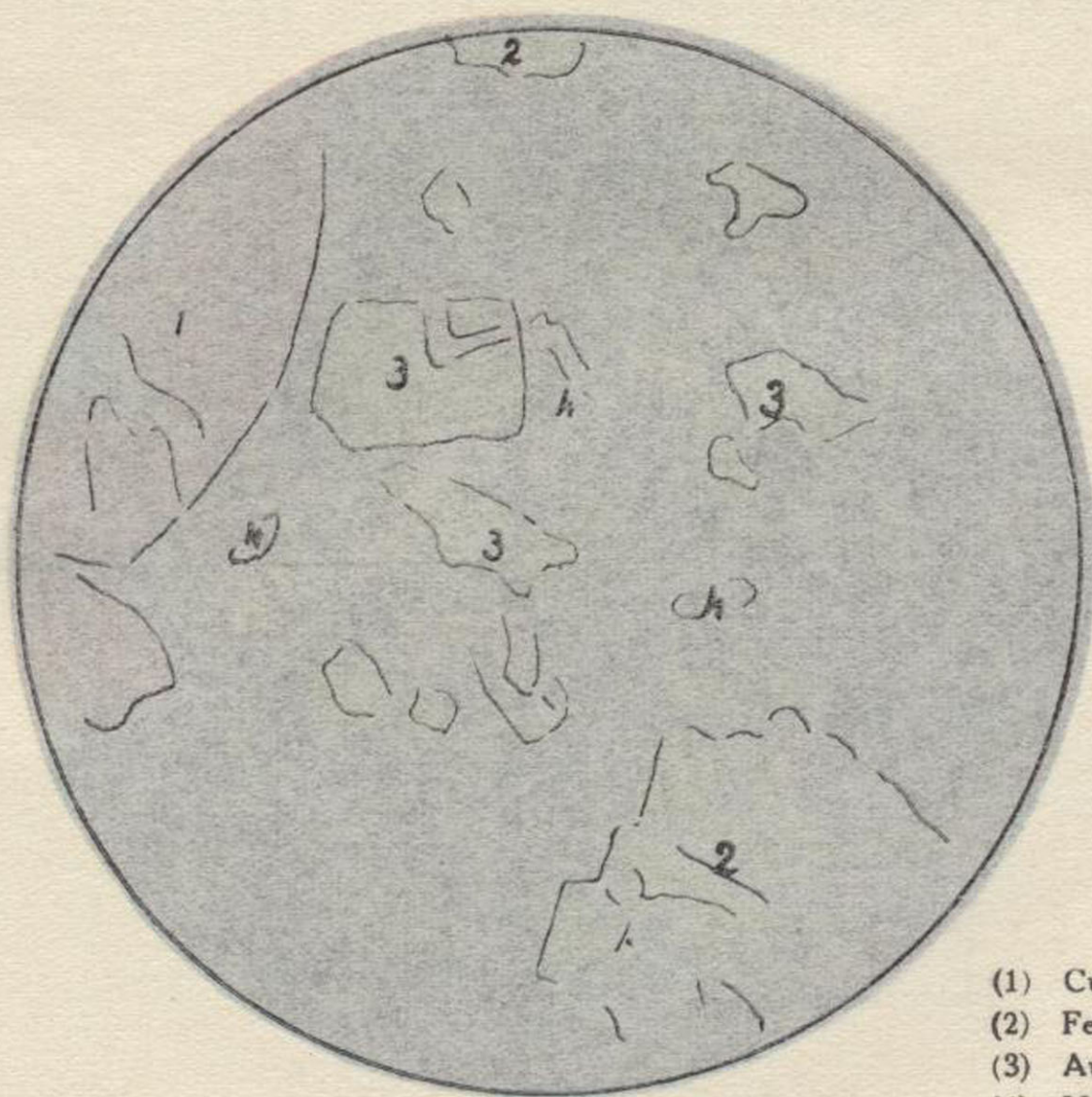
2. — Andesita con solo elementos blancos (Labradorita).



- (1) Cuarzo.
- (2) Feldespato labrador.
- (3) Biotita.
- (4) Vidrio.

1. — Dacita micácea.

(Fotografía obtenida con láminas de yeso y mica.)



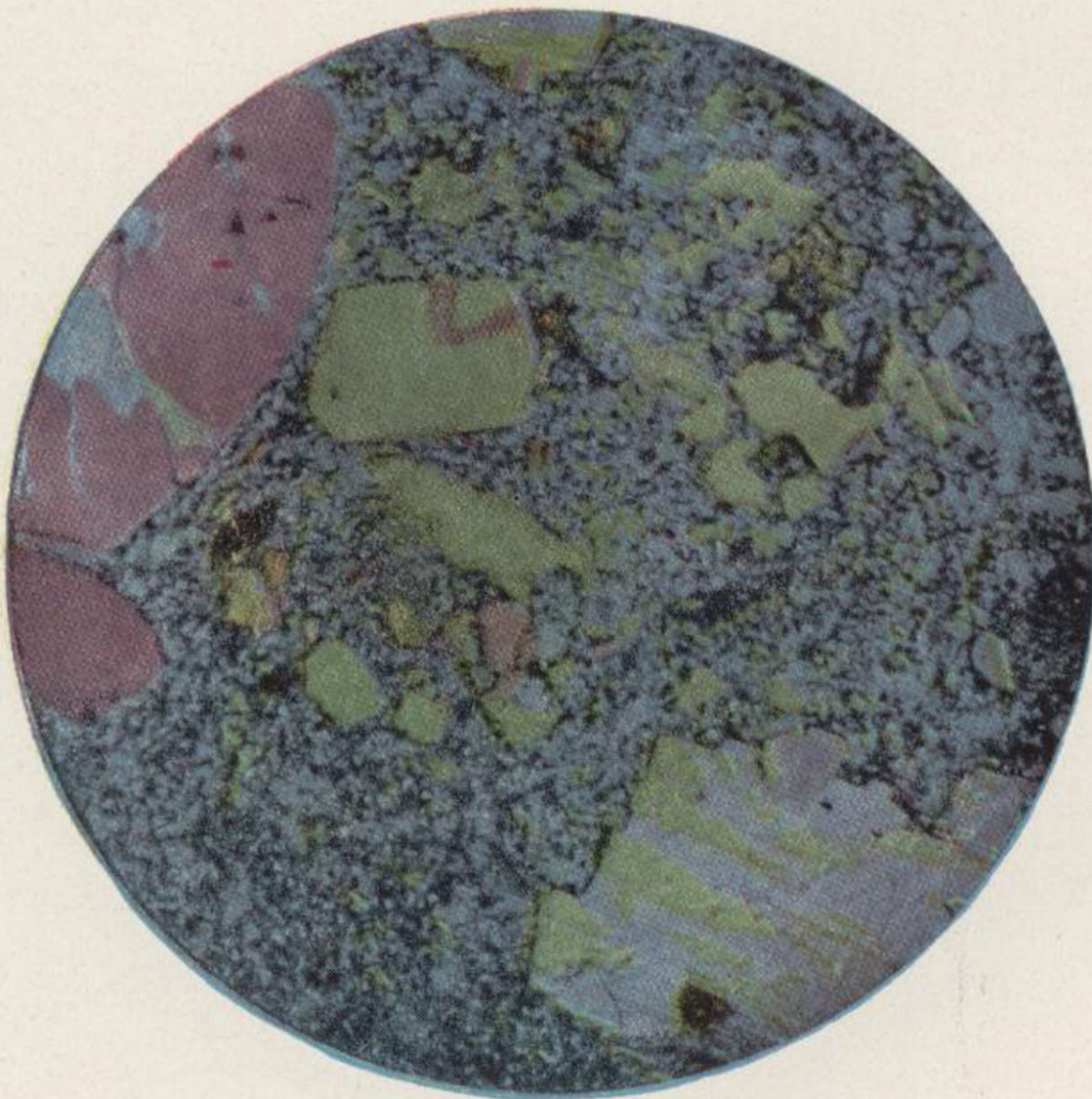
- (1) Cuarzo.
- (2) Feldespato labrador.
- (3) Augita.
- (4) Magnetita.

2. — Dacita augítica.



1. — Dacita micácea.

(Fotografía obtenida con láminas de yeso y mica.)



2. — Dacita augítica.

ESTUDIO ESPECTROGRÁFICO
CUANTITATIVO
DE LAS
PLATAS NATIVAS DE ESPAÑA
POR
S. PIÑA DE RUBIES Y J. MILANS DEL BOSCH

ESTUDIO ESPECTRÓGRÁFICO CUANTITATIVO DE LAS PLATAS NATIVAS DE ESPAÑA

En la nueva orientación dada al Instituto Geológico y Minero de España por su actual Director, el Excmo. Sr. D. Luis de la Peña, Inspector general del Cuerpo de Minas, para que cumpla también con ciertos fines de un carácter más práctico que los puramente geológicos, entró la instalación de un laboratorio completo de espectrografía óptica para análisis de minerales y rocas, tanto desde el punto de vista cualitativo como del cuantitativo.

La importancia de este servicio no es menester encomiarla ante la Asociación, que sabrá sobradamente apreciarla. Con el espectroscopio se puede llegar en los análisis hasta límites donde no llega, por ahora, la química, ni parece probable llegue en mucho tiempo. Una prueba de esto lo constituye el problema de las tierras raras, de las cuales, a pesar de su laudable esfuerzo, sólo consiguieron los químicos llegar a diferenciar grupos de ellas, que quedaban constituidos, sin embargo, por mezclas en distintas proporciones, imposibles de separar químicamente mediante reactivos. Sólo por cristalizaciones fraccionadas, Urbain consiguió separar el Europio de sus afines, después de efectuar doscientas mil de estas cristalizaciones, que exigieron un período de dos años de labor incesante. En cambio, para el espectroscopista, el análisis completo de estas tierras y su apreciación cuantitativa es cuestión de unas cuantas horas.

Otros ejemplos entre cuerpos más corrientes pueden citarse para apoyar esta tesis. Así, el Zicornio ha sido manejado hasta el presente por los químicos como un elemento puro, y, sin embargo, Heavesy demostró recientemente que contenía siempre una cierta proporción de Hafnio, elemento cuyo descubrimiento se debe a este ilustre físico.

Por último, citaremos como caso reciente lo ocurrido a Hoenigschmid (1) con el calcio, que es uno de los cuerpos más vulgares y, por lo tanto, más fácil, al parecer, de obtener por los químicos con gran pureza.

Dicho químico tropezó con serias dificultades al pretender determinar el peso atómico de este elemento, pues por razones de analogía con el potasio, que tiene un isótopo radioactivo, esperaba que tuviese también un isótopo de peso atómico superior a 40,07, sobre todo en el calcio procedente de minerales muy antiguos.

Para comprobarlo purificó por cristalizaciones fraccionadas el nitrato de calcio, procedente de la silvina de Staffurt, y determinó el peso atómico, obteniendo 40,19 y 40,22. Este aumento en dicho peso, no parecía confirmar sus hipótesis, pues era demasiado pequeño. Recurrió, entonces, al análisis espectral, y Gerlach encontró que dicho calcio contenía estroncio. Hechas unas determinaciones cuantitativas por interpolación, con soluciones preparadas al efecto, resultó que el calcio contenía 0,29 átomos de estroncio por 100.

Otros ensayos demostraron que en una solución de nitrato de calcio adicionada de nitrato de estroncio, al cabo de una serie de reacciones, no se consigue separar el estroncio completamente, quedando aún 0,023 átomos por 100, cuya diferencia atómica debe restarse del peso del calcio.

La existencia y fundamento de esta ciencia es conocida de

(1) O. HOENIGSCHMID und KAETE KEMPTER: «Atomgewicht des Calciums aus Sylvin.» *Zeit f. anorg. u. all. Chemie*, 195, I.-1931.

antiguo, pero, sin embargo, la aplicación práctica de sus métodos era muy restringida hasta hace bien poco tiempo por no haberse llegado, ni en el perfeccionamiento de sus aparatos, ni en el estudio técnico, al grado de sensibilidad y conocimientos necesarios para ello. Y esto, sobre todo, en lo que se refiere al análisis cuantitativo, que, puede decirse, está dando ahora sus primeros pasos, hasta el punto que, en técnica de arco, es poquísimo lo que se conoce hoy por hoy.

El trabajo presente, realizado en el laboratorio del Instituto Geológico y Minero de España, constituye la primera aplicación metódica de un nuevo sistema que, al mismo tiempo que revela los indicios de elementos que acompañan al mineral que se analiza, determina muy aproximadamente la cuantía de la proporción en que entran.

El interés de estos análisis no es puramente de curiosidad investigadora para servir el amor propio científico de llegar siempre al más allá en el afán de perfección, sino que lo tiene, y muy grande, desde el punto de vista práctico, de auxilio a la geología y la minería. Esto lo han demostrado ya eminentes geólogos y físicos, como Goldschmidt, Berg, Vernadsky, Niggli, Urbain y De Launay, entre otros, y ceemos nosotros haber tenido ocasión de corroborar ya este aserto. Es indudable, que del exacto conocimiento de los elementos que componen una mena pueden deducirse conclusiones muy interesantes respecto a su origen, génesis, procesos de transformación sufridos, etc., y otras de interés práctico para la minería y la industria.

Así, por ejemplo, según las experiencias de Urbain y De Launay, el agua que contenga indicios de germanio, tiene su origen en capas muy profundas de la corteza terrestre, es decir, tiene un origen interno. El mineral de cobre que contenga indicios de cadmio, aun en proporciones infinitesimales, no será nunca apto para ser aprovechado en la fabricación de

hilos eléctricos conductores, sin previa refinación, ya que, de lo contrario, aquel elemento reduciría en gran proporción su conductibilidad.

El bismuto, para ser empleado en la medicina, precisa de un estudio analítico muy minucioso, con objeto de eliminar los indicios de arsénico que pueda contener; el Wolfran ve pronto alteradas sus cualidades más apreciadas con la presencia de pequeñas cantidades de bismuto, etc., etc.

Muchísimos ejemplos análogos se podrían presentar, y remitimos al lector a la interesante obra de Smithless: *Impurities in metals*, 1930, donde trata ampliamente de la influencia de las impurezas sobre las propiedades mecánicas, eléctricas y químicas de los metales.

Por último, el Instituto Geológico de España tuvo ocasión de comprobar palpablemente la utilidad práctica de estos análisis, cuando se le requirió, a modo de árbitro, para informar sobre la importancia de unos yacimientos de estaño en Arenas, que se decían descubiertos en el Norte de España, y para los que se presentaba, como resultado de unos doscientos análisis químicos, practicados en diferentes laboratorios de Europa, una proporción de dicho mineral que los hacía explotables industrialmente. Pues bien: realizado en dicho Centro el estudio espectrográfico cuantitativo, y después de repetidos ensayos, llevados a cabo en variadas condiciones, se llegó a la conclusión de que la proporción de estaño contenida en las arenas, era en unas cien veces menor que la acusada químicamente, con lo que se evitaron cuantiosos gastos de investigación.

El Instituto Geológico y Minero de España se propone, pues, acometer el estudio espectrográfico completo de los minerales españoles, así como el de las rocas volcánicas y otras que por su interés lo demanden, seguro de que con ello prestará un servicio a la minería e industria nacionales y co-

operará con las demás naciones al progreso de una rama de la ciencia que tan grandes horizontes presenta.

Daremos una idea sucinta del material que compone su laboratorio de espectroscopia.

Consta de un espectrógrafo de cuarzo, que proporciona, en una sola exposición fotográfica, el espectro completo en sus zonas visibles e invisibles, hasta la longitud de onda extrema ultravioleta permeable al aire (2.000 I. A.). Va provisto de una escala de longitudes que se reproduce en la placa fotográfica sobre la imagen del espectro para facilitar su interpretación.

Un segundo espectrógrafo, también de cuarzo, que proporciona, para la zona comprendida entre 3.400 y 2.300 angstrom, una dispersión de unos 15 centímetros, permite leer con la seguridad suficiente los espectros más complejos.

Un espectroscopio para examinar, por visión directa, los espectros de los elementos alcalinos y alcalinotérreos, los cuales presentan sus rayas más intensas precisamente en la zona visible, haciendo innecesario recurrir a la fotografía.

Estos tres aparatos están instalados de manera que puedan funcionar conjuntamente sirviéndose del mismo manantial de luz, el arco productor del espectro, que puede así ser estudiado y registrado por completo.

Tal circunstancia que facilita y abrevia el trabajo, reviste gran importancia cuando sólo se dispone de cantidades muy reducidas del cuerpo a analizar, pues con una sola producción de espectro se obtiene todo lo necesario a tal fin.

Se cuenta también con un pequeño espectroscopio con cámara fotográfica, adaptable a un microscopio corriente, para el estudio especial de espectros de absorción, aunque puede también utilizarse para espectros de emisión cuando se trate de partículas pequeñísimas de la sustancia.

Existe además un espectro-comparador Hartmann, que per-

mite comparar, superponiéndolos exactamente, dos espectros obtenidos en placas distintas; este aparato está descrito al detalle en uno de los BOLETINES del Instituto, donde se explican también sus aplicaciones en un caso práctico (BOL. INS. GEOL. DE ESPAÑA, tomo 52, pág. 159: «Criaderos de Stannina de España», por Rubio y Piña).

Como auxiliar de este comparador, para poder realizar el estudio con más comodidad y detalle, se ha construido por iniciativa y bajo nuestra dirección, un telespectro comparador que abarca un campo diez veces mayor y permite efectuar el estudio de dos espectros superpuestos de distinta dispersión u obtenidos con distintos espectrógrafos.

Para el análisis cuantitativo se dispone de un fotómetro de tensión Koch, último modelo, fabricado por la casa Zeiss. No procede en este lugar hacer la descripción de tan maravilloso aparato y sólo expondremos muy someramente su fundamento. Consiste éste en fotografiar las oscilaciones que sufre el hilo de un electrómetro Wulf, como consecuencia de las variaciones de potencial experimentadas por una célula alcalina al recibir la mayor o menor cantidad de luz que, según su menor o mayor opacidad, dejan pasar las rayas espectrales del espectrograma que se estudia.

La placa fotográfica y la platina que soporta el espectro, están animadas de un movimiento de traslación que puede regularse entre sí, en la relación de 1 a 300, de manera que para una relación determinada, sean cualquiera las velocidades que se les impriman, cada pieza efectúa siempre el recorrido completo asignado.

Como resultado de estas operaciones, se obtienen en la placa fotográfica registradora, una serie de curvas cuya altura de senos estará en relación directa con la intensidad lumínica de la raya emitida por un elemento y, por consiguiente, en relación directa también con la proporción en que este ele-

mento se encontraba en la sustancia que se analiza y se depositó en el arco.

Cuenta además el laboratorio con todos los accesorios para producir espectros de chispa y absorción. Como foco lumínico para lograr éste en el ultravioleta, posee el tubo emisor de radiación continua Dunoyer.

Existen, por último, los aparatos auxiliares corrientes: microscopios mineralógicos mono y biocular, aparato de proyección, electroscopio de Curie para medir la radioactividad de los cuerpos, etc., etc.

El método seguido para efectuar los análisis cuantitativos de las platas nativas españolas, como primer ejemplo de lo que el Instituto Geológico y Minero de España se propone realizar, es el siguiente:

Dado que los elementos que en pequeñas cantidades suelen acompañar a los minerales de plata, son los afines del grupo del hidrógeno sulfurado, se ha empezado por formar una escala gráfica cuantitativa de todos ellos que sirviera luego, por interpolación, para medir aproximadamente la intensidad de las rayas por ellos emitidas en los espectros y, por ende, la proporción contenida en los minerales analizados.

A tal fin, se prepararon varias mezclas constituidas cada una por diferentes cantidades, iguales entre sí, de estos elementos y se tomó como diluyente al nitrato de plata. Estos elementos fueron: bismuto, cadmio, mercurio, estaño, antimonio, arsénico, plomo y cobre.

Luego se hizo lo mismo exactamente con los cuerpos que acompañan la mena en calidad de impurezas, que son: hierro, sílice, bario, calcio, aluminio, níquel, cobalto, titanio, magnesio y manganeso.

El límite máximo de cantidad a analizar se fijó en 1 por 100, pues las proporciones superiores pueden determinarse con facilidad químicamente, y a partir de esta proporción para

la mezcla, se fueron haciendo otras con cantidades de cada elemento diez veces menor por mezcla, hasta formar una, compuesta por una millonésima de cada metal. Esto es suficiente para un trabajo como el que nos ocupa, pues las proporciones intermedias pueden determinarse con mucha aproximación por comparación a simple vista. Para un trabajo que necesitase mayor exactitud se podría recurrir a la interpolación fotométrica mediante la curva correspondiente a cada elemento. Para obtener dicha curva se añadió a cada una de las mezclas un 0,5 por 100 de molibdeno como elemento de referencia.

En la fotografía número 1 puede verse cómo la intensidad de las rayas de este elemento permanece constante en todos los espectros, mientras que la de las correspondientes a los demás cuerpos van disminuyendo gradualmente, en proporción con las cantidades en que entraron a formar parte de las mezclas.

Para lograr una regularidad perfecta de la escala, conviene siempre volatilizar en el arco la misma cantidad de sustancia; nosotros tomamos en cada caso 0,05 gramos de mezcla, y para que los resultados fuesen fácilmente comparables se tomó también la misma cantidad del mineral de plata que se analizaba. En estas condiciones los espectros son de una gran semejanza y se prestan admirablemente a un estudio comparativo, por lo que no fué preciso añadir el molibdeno (elemento de referencia) al mineral, toda vez que estas primeras interpretaciones se hicieron visualmente y no fotométricamente.

Como el primer término de la escala corresponde a proporción de 1 por 100 de cada elemento y se toma una cantidad de sustancia de 0,05 gramos, en realidad, la cantidad de cada elemento que se volatiliza en el seno del arco es de 0,0005 gramos.

Ahora bien: en el sinnúmero de ensayos realizados para establecer este método analítico, en colaboración con M. Amat

Bargués, hemos podido comprobar que existe una cierta relación entre el porcentaje de un elemento y el número de rayas que este emite en el espectro, de modo que contando éstas puede deducirse fácilmente aquel porcentaje. Así se pudo formar el siguiente cuadro o escala numérica, en el que se detalla el número y la intensidad de las rayas emitidas por cada elemento a las proporciones fijas que se indican.

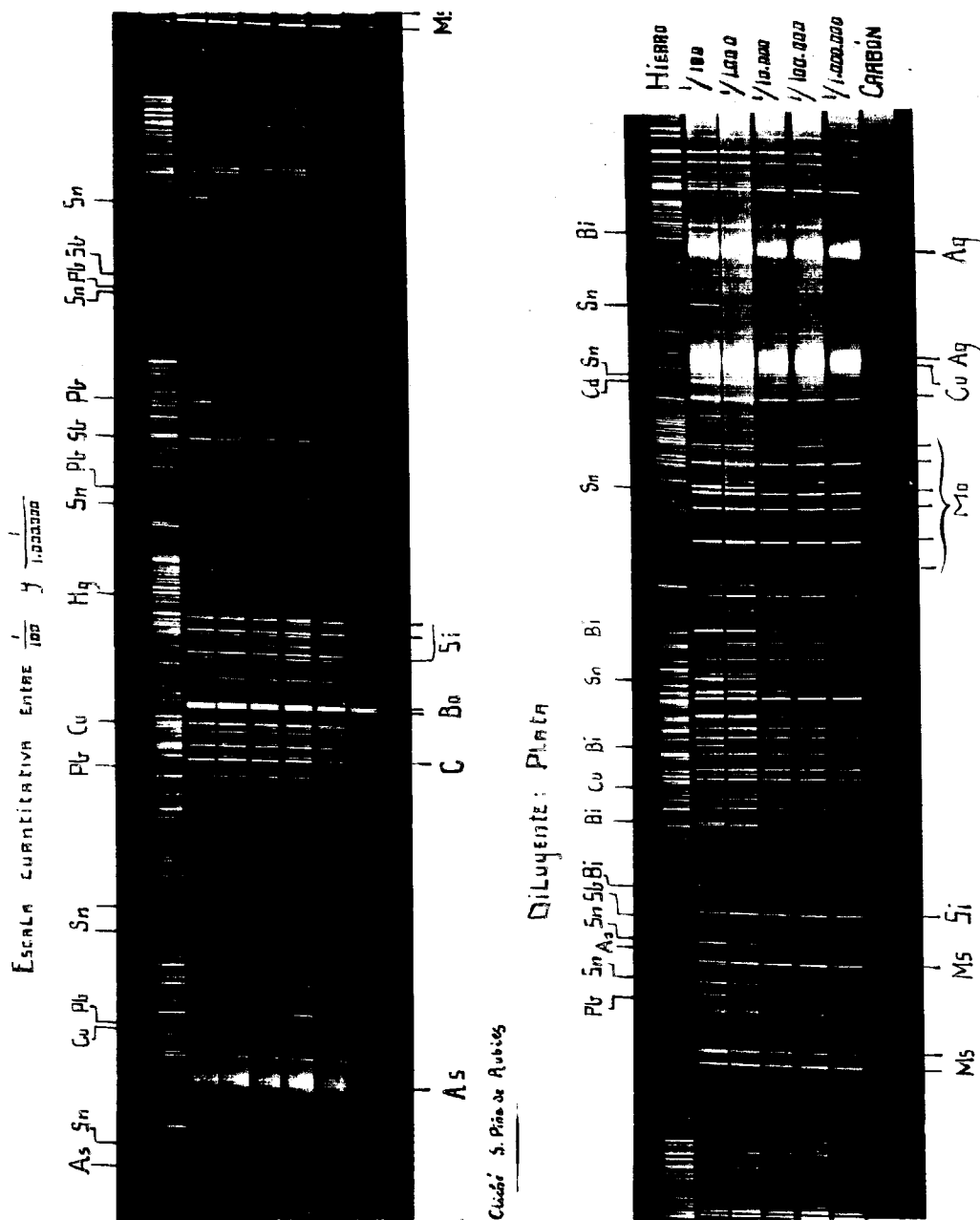
A estas rayas las llamamos: *rayas analíticas o cuantitativas* para distinguirlas de las rayas últimas o de las rayas sensibles, etc., etc.

En los fotogramas que se acompañan no se han señalado las longitudes de onda por creerlo superfluo, toda vez que en cada serie de espectros va exactamente superpuesto un espectro de hierro que hace las veces de escala.

Elementos	λ	CONCENTRACIONES				
		1 %	0,1 %	0,01 %	0,001 %	0,0001 %
		INTENSIDADES				
Hg	2596,5	3	2	1	»	»
	2898,7	1	»	»	»	»
	2860,4	2	1	»	»	»
	2780,2	»	»	»	»	»
	45	2	1	»	»	»
	2492,9	2	1	»	»	»
	56,5	2	1?	»	»	»
	2881,2	2	1?	»	»	»
	70,8	1	2	»	»	»
49,8	3	2	»	»	»	
Cd	3261	3	2	1	»	»
	2980,6	1	2	»	»	»
	2880,8	1	2	»	»	»
	2812,9	2	»	»	»	»
Cu	3337,8	1	»	»	»	»
	3273,9	3	2	1	(carbón)	»
	3247,5	3	2	1	(carbón)	»
	3068,4	1	»	»	»	»
	10,8	1	2	»	»	»
	2997,4	1	»	»	»	»
	61,2	2	1	»	»	»
2882,9	1	2	»	»	»	
24,4	3	2	1	»	»	

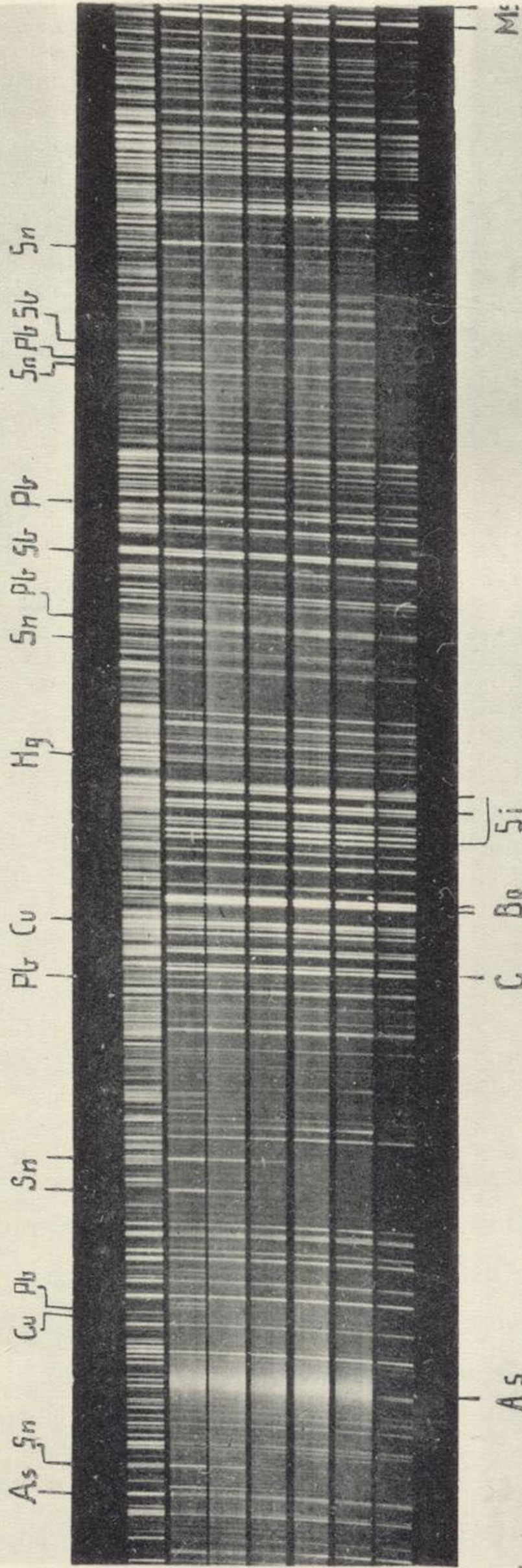
Elementos	CONCENTRACIONES				
	1 ‰	0,1 ‰	0,01 ‰	0,001 ‰	0,0001 ‰
	INTENSIDADES				
Cu 14	2766,4	2	1	»	»
	2618,4	2	1	»	»
	2492,1	3	2	1	»
	2441,6	2	1	»	»
	2392,6	1	2	»	»
Sb 16	3267,5	2	1	»	»
	3232,5	2	1	»	»
	3029,8	2	1	»	»
	2877,9	3	2	1	»
	2769,9	3	2	»	»
	27,2	1	»	»	»
	2.692,3	1	»	»	»
	82,7	1	»	»	»
	70,6	2	1	»	»
	2612,3	2	1	»	»
	2598,1	4	3	2	1
	2574,1	1	»	»	»
	2528,5	1	(Sobre Si)	id.	id.
	2478,3	1	»	»	»
	2445,5	2	1	»	»
	2311,5	3	2	1	»
Ag 2	3383,9	5	4	3	2
	3280,7	5	4	3	2
Bi 14	3397,2	2	1	?	»
	3076,7	1	»	»	»
	3067,7	4	3	2	1?
	3024,6	2	1	»	(Junto al Fe)
	2993,3	2	1	»	»
	2939	3	2	1	»
	2938,3	3	2	1?	»
	2897,9	3	2	1	»
	2809,6	1	?	»	»
	2780,5	2	1	»	»
	2730,5	1	»	»	»
	2696,7	2	1?	»	»
	2627,9	3	2	1?	»
	2400,9	2a	1a	»	»
Pb 17	2873,3	4	3	2	1?
	2833,1	4	3	2	1 (Carbón)
	2823,2	2	1	Fe	Fe
	2802	4	3	2	1
	2697,5	1?	»	»	¿Carbón?
	2663,2	4	3	2	1
	2614,2	5	4	3	2
	2613,7	5	4	3	2
2577,3	5	2	1	?	
2476,4	3	2	1	Sombras	
2446,2	2	1	Somb.	»	

ESTUDIO ESPECTROGRÁFICO DE LAS PLATAS NATIVAS DE ESPAÑA



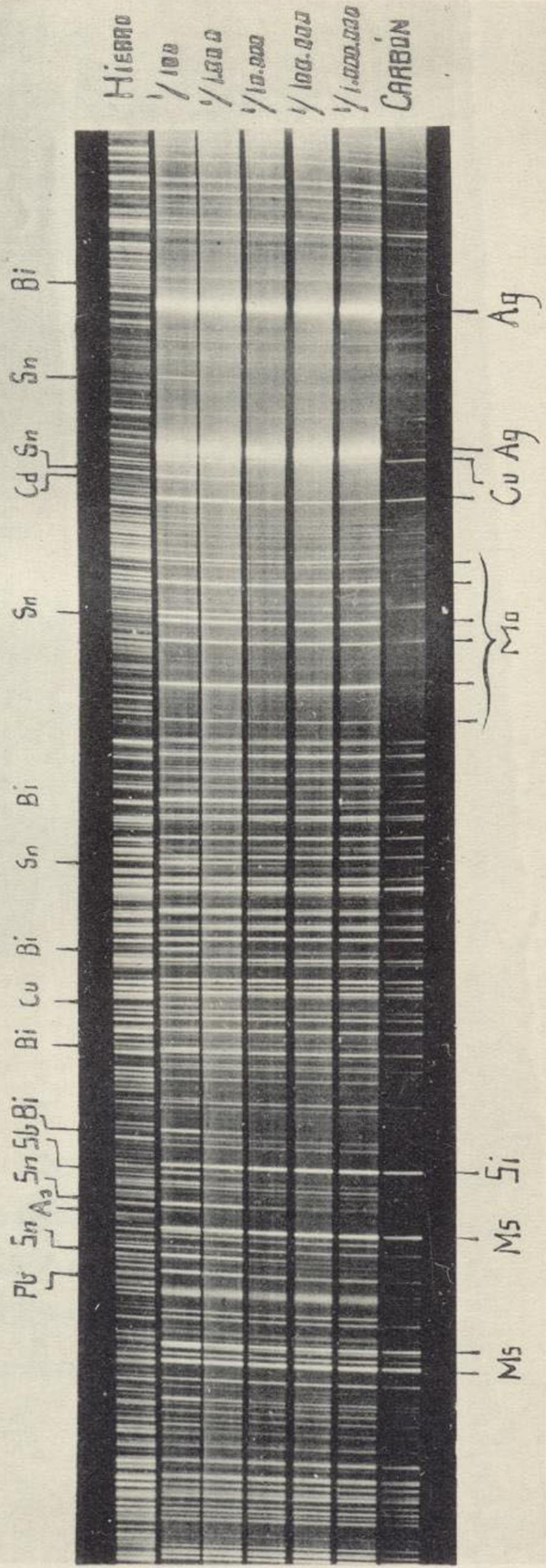
ESTUDIO ESPECTROGRÁFICO DE LAS PLATAS NATIVAS DE ESPAÑA

ESCALA CANTITATIVA ENTRE $\frac{1}{100}$ Y $\frac{1}{1.000.000}$



Cliché S. Pina de Rubies

Diluyente: PLATA



Fot. núm. I. — Espectros de arco a presión normal.

Elementos	λ	CONCENTRACIONES				
		1 %	0,1 %	0,01 %	0,001 %	0,0001 %
		INTENSIDADES				
Pb 17	2443,8	2	1	Somb.	»	»
	2411,7	2a	1a?	»	»	»
	2401,9	3	2	1	»	»
	2399,6	1?	»	»	»	»
	2393,8	3a	2a	1a	»	»
	2332,5	1	»	»	»	»
Sn 29	3380,6	1	»	»	»	»
	3262,3	4?	3?	2?	1? en carbón	»
	3175	5	4	3	2	1? Fe
	3141,8	1	»	»	»	»
	3084,1	4	3	2	1	»
	3082,8	2	1	»	»	»
	3009,1	5	4	3	2	1? Carbón
	2913,5	2	1	»	»	»
	2863,3	5	4	3	2	1? Carbón
	2850,6	1	?	»	»	»
	2839,9	5	4	3	2	1? Carbón
	2813,6	1	»	»	»	»
	2785	2	1	»	»	»
	2779,8	2	1	En C	En C	En C
	2706,5	5	4	3	2	1? Fe
	2661,2	3	1	1	»	»
	2594,4	2	1	»	»	»
	2571,6	3	2	1?	»	»
	2546	3	2	1	»	»
	2523,9	1a (Sobre Si intensa)	»	»	»	»
	2495,7	3	2	1?	»	»
	2455,2	1	»	»	»	»
	2429,5	4	3	2	1	»
2421,7	3	2	1	»	»	
2408,2	2	1	»	»	»	
2380,7	2	1	»	»	»	
2354,8	4	3	2	1	»	
2334,8	3	2	1	»	»	
2317,2	3	2	1?	»	»	

Los elementos que pueden considerarse como procedentes de la ganga, que acompaña a las platas nativas, se presentan casi todos ellos al 0,1 por 100; por lo tanto, sólo daremos en los cuadros siguientes las rayas analíticas hasta dicha concentración como máximo, para abreviar un poco.

Elementos	λ	CONCENTRACIONES			
		0,1	0,01	0,001	0,0001
		INTENSIDADES			
Ni	3898,1	2	1	»	»
	91,2	1	»	»	»
	80,7	2	1	»	»
	72,1	1	»	»	»
	69,7	2	1	»	»
	61,7	2	1	»	»
	20,4	1	»	»	»
	15,8	1	»	»	»
	3250,9	»	»	»	»
	48,5	1	»	»	»
	43,2	1	»	»	»
	88	2	1	»	»
	25,1	1	»	»	»
	3134,2	2	1	»	»
	01,9	2	1	»	»
	01,6	2	1	»	»
	3064,5	1	»	»	»
	54,4	2	1	»	»
	50,9	3	2	1	»
	98	2	1	»	»
	03,7	2	1	»	»
	02,5	2	1	»	»
	2994,5 Fe	1	»	»	»
	92,7	1	»	»	»
81,8 Fe	1	»	»	»	
2821,4	1	»	»	»	
2438	1	»	»	»	
Co	3395,5	1	»	»	»
	88,2	1	»	»	»
	54,5	1	»	»	»
	34,3	1	»	»	»
	3254,5	1	»	»	»
	43,9	1	»	»	»
	37,1 Ti	1	»	»	»
	35,6	1	»	»	»
	3147,1	1	»	»	»
	40,8	1	»	»	»
	37,4	1	»	»	»
	21,6	1	»	»	»
	3086,8	1	»	»	»
	72,4	2	1	»	»
	61,9	2	1	»	»
	44,1	2	1	»	»
	2989,7	1	»	»	»
	87,2	1	»	»	»
	2886,8	1	»	»	»
	2648,7	1	»	»	»
	2574,4	1	»	»	»
	67,4	1	»	»	»
	62,2	1	»	»	»
	44,3 Fe	1	»	»	»

Elementos	λ	CONCENTRACIONES				
		0,1	0,01	0,001	0,0001	
		INTENSIDADES				
Co	36	1	»	»	»	
	29	2	1	»	»	
	21,4	2	1	»	»	
	17,9	1	»	»	»	
	2432,2	2	1	»	»	
	25	2	1	»	»	
	15,4	2	1	»	»	
	14,5	1	»	»	»	
	12,9	1	»	»	»	
	11,7	2	1	»	»	
	07,3	3	2	1	»	
	02,2	1	»	»	»	
	2347,5	1	»	»	»	
	26,5	1	»	»	»	
	Ti	3394,7	1	»	»	»
		92,8	1	»	»	»
		90,8	1	»	»	»
86,1		1	»	»	»	
84		1	»	»	»	
82,4		1	»	»	»	
80,4		1	»	»	»	
79,3		1	»	»	»	
77,7		3	2	1	»	
72,9		1	»	»	»	
71,6		4	3	2	1	
70,6		4	3	2	1	
61,4		3	2	1	»	
54,8		4	3	2	1	
53		1	»	»	»	
49,5		3	2	1	»	
42,3		3	2	1	»	
40,4		1	»	»	»	
35,3		1	»	»	»	
29,6		?	»	»	»	
26,9		1	»	»	»	
08,5		1	»	»	»	
3292,2		2	1	»	»	
72,2		1	»	»	»	
61,7	3	2	1	»		
54,4 Co	1	»	»	»		
53	1	»	»	»		
52	1	»	»	»		
39,2	2	1	»	»		
36,7	2	1	»	»		
34,6	2	1	»	»		
23,6	1	»	»	»		
22,9	1	»	»	»		
19,3	1	»	»	»		
17,1	1	»	»	»		
14,3	2	1	»	»		
00	4	3	2	1		

Elementos	λ	CONCENTRACIONES			
		0,1	0,01	0,001	0,0001
		INTENSIDADES			
	3192,1	4	3	2	1
	91	1	»	»	»
	86,5	4	3	2	1
	68,6	1	»	»	»
	62,6	1	»	»	»
	61,8	1	»	»	»
	61,3	1	»	»	»
	23,9	1	»	»	»
	23,2	1	»	»	»
	19,8	2	1	»	»
	3088,1	2	1	»	»
	78,7	2	1	»	»
	75,3	1	»	»	»
	73,1	1	»	»	»
	72,2	2	1	»	»
	66,6	3	2	1	»
	2970,5	1	»	»	»
	2967,3	1	»	»	»
	65,8	1	»	»	»
	56,9	1	»	»	»
	56,2	3	2	1	»
	48,3	2	1	»	»
	41,9	3	2	1	»
	37,4	1	»	»	»
	28,4	2	1	»	»
Ti	12,3	1	»	»	»
	10	1	»	»	»
	2884,2	1	»	»	»
	38,4	1	»	»	»
	09,2	1	»	»	»
	05,8	1	»	»	»
	02,6 Mg	1	»	»	»
	2758,1	1	»	»	»
	35,7	1	»	»	»
	27,4	1	»	»	»
	25,1	1	»	»	»
	2684,9	1	»	»	»
	57,2?	1	»	»	»
	46,7	3	2	1	»
	44,3	2	1	»	»
	41,2	3	2	1	»
	32,5	1	»	»	»
	31,5	1	»	»	»
	05,2	3	2	1	»
	2599,9	2	1	»	»
	96,6	1	»	»	»
	93,7	1	»	»	»
	90,3	1	»	»	»
	80,9	1	»	»	»
	42	2	1	»	»
	31,3	1	»	»	»
	29,9	1	»	»	»

Elementos	λ	CONCENTRACIONES			
		0,1	0,01	0,001	0,0001
		INTENSIDADES			
	25,7	1	»	»	»
	20,6	1	»	»	»
Ti	2441	1	»	»	»
	24,3	1	»	»	»
	21,4	1	»	»	»
	18,4	1	»	»	»
	3248,6	1	»	»	»
	40,7	1	»	»	»
	37,4	1	»	»	»
	26,9 Co	1	»	»	»
	35,1	1	»	»	»
	28,2	1	»	»	»
	26,1	1	»	»	»
	24,9	1	»	»	»
	3054,5 Ni	2	1	»	»
	44,6	1	»	»	»
	2949,3	1	»	»	»
	41,1 Ti	1	»	»	»
	40,5	1	»	»	»
Mn	39,4	1	»	»	»
	33,1	1	»	»	»
	30,3	1	»	»	»
	28,7	1	»	»	»
	14,7	1	»	»	»
	2326,8	1	»	»	»
	01,2	2	1	»	»
	2799,9	1	»	»	»
	98,8	2	1	»	»
	91,9	2	1	»	»
	2605,7	2	1	»	»
	2595,8	1	»	»	»
	93,8	2	1	»	»
	84,4	1	»	»	»
	84,2	1	»	»	»
	76,2	2	1	»	»
	3092,8	2	1	»	»
	82,3	2	1	»	»
	2660,5	2	1	»	»
	52,5	2	1	»	»
Al	2575,2	2	1	»	»
	68	2	1	»	»
	2373,3	2	1	»	»
	72,2	1	»	»	»
	67,1	2	1	»	»
	3336,8	1	»	»	»
	32,3	1	»	»	»
Mg	3097	2	1	»	»
	91,2	1	»	»	»
	2937 Fe	1	»	»	»

Elementos	λ	CONCENTRACIONES			
		0,1	0,01	0,001	0,0001
INTENSIDADES					
Mg	2852	3	2	1	»
	48,7	1	»	»	»
	17,2	1	»	»	»
	02,8	2	1	»	»
	2795,6	3	2	1	»
	83	2	1	»	»
	81,5	2	1	»	»
	79,9	3	2	1	»
	78,4	2	1	»	»
	76,8	2	1	»	»
Ca	3361,9	1	»	»	»
	50,2	1	»	»	»
	3181,4	1	»	»	»
	79,5	2	1	»	»
	59	1	»	»	»
	3006,9	1	»	»	»
	2993,7	1	»	»	»
	97,4	1	»	»	»
2398,8	2	1	»	»	
Ba	3282,1	1	»	»	»
	63 ?	1	»	»	»
	3071,7	2	»	»	»
	2634,9	2	1	»	»
	2335,3	2	1	»	»
Fe	3225,9	1	»	»	»
	22,2	1	»	»	»
	3100,4	1	»	»	»
	3100	1	»	»	»
	00,8	2	1	»	»
	3075,8	1	»	»	»
	67,3	1	»	»	»
	59,2	2	1	»	»
	57,5	2	1	»	»
	47,7	2	1	»	»
	42,7	1	»	»	»
	37,5	2	1	»	»
	25,9	2	1	»	»
	24,1	1	»	»	»
	21,1	3	2	1	»
	20,7	3	2	1	»
	19,1	1	»	»	»
	17,7	1	»	»	»
	09,7	1	»	»	»
	08,2	2	1	»	»
07,2	2	1	»	»	
01	2	1	»	»	
2999,6	2	1	»	»	
94,5	2	1	»	»	
83,7	2	1	»	»	

Elementos	λ	CONCENTRACIONES			
		0,1	0,01	0,001	0,0001
INTENSIDADES					
Fe	81,5	2	1	»	»
	73,3	2	1	»	»
	70,2	2	1	»	»
	67	2	1	»	»
	65,4	1	»	»	»
	57,5	2	1	»	»
	54	2	1	»	»
	47,9	2	1	»	»
	37	2	1	»	»
	29,1	1	»	»	»
	12,3	1	»	»	»
	2843,7	1	»	»	»
	32,5	1	»	»	»
	25,6	1	»	»	»
	13,4	1	»	»	»
	2788,2	1	»	»	»
	72,2	1	»	»	»
	62,1	1	»	»	»
	56,4	1	»	»	»
	55,8	1	»	»	»
	50,2	2	1	»	»
	49,4	1	»	»	»
	44,6	1	»	»	»
	42,4	1	»	»	»
	39,6	1	»	»	»
	37	2	1	»	»
	35,5	1	»	»	»
	33,6	2	1	»	»
	23,6	1	»	»	»
	20,9	2	1	»	»
19,1	2	1	»	»	
2667 Ti	1	»	»	»	
31,4	1	»	»	»	
31,1	1	»	»	»	
28,3	1	»	»	»	
25,7	1	»	»	»	
23,6	1	»	»	»	
17,7	1	»	»	»	
13,9	1	»	»	»	
11,9	1	»	»	»	
07,1	1	»	»	»	
2599,4	1	»	»	»	
98,4	1	»	»	»	
85,9	1	»	»	»	
84,6	1	»	»	»	
82,7	1	»	»	»	
49,7	2	1	»	»	
46,1	2	1	»	»	
41	2	1	»	»	
35,6	1	»	»	»	
29,6	1	»	»	»	
29,2	1	»	»	»	

Elementos	λ	CONCENTRACIONES			
		0,1	0,01	0,001	0,0001
		INTENSIDADES			
	27,5	2	1	»	»
	2522,9	2	1	»	»
	18,2	1	»	»	»
	10,9	1	»	»	»
	01,2	1	»	»	»
	2491,2	2	1	»	»
	90,7	2	1	»	»
	89,8	2	1	»	»
	88,2	2	1	»	»
	84,2	2	1	»	»
	83,3	2	1	»	»
	79,8	2	1	»	»
	72,9	2	1	»	»
Fe	62,7	1	»	»	»
	18,4	1	»	»	»
	11,1	1	»	»	»
	10,6	1	»	»	»
	06,7	1	»	»	»
	04,9	1	»	»	»
	2399,3	1	»	»	»
	97,7	1	»	»	»
	88,7	1	»	»	»
	82,1	1	»	»	»
	73,8	1	»	»	»
	48,2	1	»	»	»
	43,5	1	»	»	»

Como el carbón soporte contiene bastante *silicio*, no hemos podido, por el momento, determinar su sensibilidad.

El *hierro* presenta muchas más rayas al 0,1 por 100; pero como aparecen muy débiles no las consignamos en este primer trabajo.

Daremos en el cuadro que sigue las longitudes de onda de las rayas *más intensas* que han presentado los espectros de las ocho platas analizadas. Algunas, que son impurezas del carbón, se han omitido, así como las del hierro. En realidad, los espectrogramas han presentado, además de estas rayas intensas, aquellas rayas *analíticas* o *cuantitativas* de los elementos que han permitido su valoración y que se han indicado antes.

ESPECTRO DE ARCO DE LAS PLATAS NATIVAS

Longitud de onda	Intensidad	Elemento	Intensidad	Longitud de onda	Intensidad	Elemento	Intensidad
3507	1 dif.	Ag?	»	3097,1	1	Ni	5 Ti 6
01,8	1	Ag	»	89,4	0	Ti	5
01,1	»	Ba	»	88	1	Ti	10
3492,9	0	Ni	10R	78,6	1	Ti	9
72,5	0	Ni	7	72,9	0	Ti	8
69	1	Ag?	»	72,1	0	Ti	8
61,6	0	Ni	10R	71,6	2	Ba	8R
58,5	0	Ni	10R	67,7	2	Bi	9R
52,9	0	Ni	6R	66,2	0	Ti	7
49	0	Co	6R	63,4	0	Cu	7
46,2	0	Ni	10R	54,3	1	Ni	8R
33,5	0	Ni	9R	50,8	1	Ni	10R
21,4	1	Ba	5	37,9	1	Ni	9R j. Fe
21	1	Ba	5	36,1	0	Cu	8
20,3	1	Ba	5	34,1	1	Sn	9R
14,7	0	Ni	10R	29,8	»	Sb	8R
3383,8	4 m. dif.	Ag	10R	24,6	1	Bi	8R
72,8	1	Ti	10	12	1	Ni	9R
71,4	1	Ti	9R	10,8	0	Cu	7
61,2	2	Ti	9R	08,6	1	Ni	9R
49,2	2	Ti	9R	02,4	1	Ni	10R
41,8	2	Ti	10R	2997,3	1	Cu	6
29,5	1	Ti	6R	89	1	Bi	9R
22,9	1	Ti	8R	61,2	1	Cu	9
3280,6	5 m. dif.	Ag	10R	56,1	1	Ti	10
73,9	1	Cu	10	38,3	2	Bi	10R
54,2	0	Cu	10	38,5	»	Ag	4R
52,9	0	Ti	8	2397,9	2	Bi	10R
47,5	1	Cu	10R	81,5	3	Si	10R
41,9	1	Ti	7R	77,9	0	Sb	10R
39	1	Ti	7R	73,3	2	Pb	6R
36,5	1	Ti	7R	73,5	»	Ag	2
34,5	2	Ti	8R	63,3	1	Sn	8R
29,2	0	Ti	7	39,9	1	Sn	8R
22,8	0	Ti	7	36,5	1	Hg	10R
17	0	Ti	8	33	3	Pb	6R
3199,9	1	Ti	9R	24,4	4	Ag	6
92	1	Ti	9R	23,1	2	Pb	4R
86,4	1	Ti	9R	13,5	1	Sn	5R s. Fe
75	1	Sn	10R	09,6	»	Bi	8R?
68,5	1	Ti	9	02	2	Pb	5R
62,5	1	Ti	9	2785,2	1	Ba	6 Sn 3R
61,7	1	Ti	7	80,5	1	Bi	7R
34,1	0	Ni	10R	69,9	»	Sb	9R?
31,8	1 pol.	Hg	8R	66,4	»	Cu	10
31,5	1 pol.	Hg	8R	27,2	»	Sb	6R
25,6	1 pol.	Hg	10R	21,7	2	Ag	3
01,8	1	Ni	9R	12,1	»	Ag	3?
01,5	1	Ni	9R	06,5	1	Sn	7R
3099,1	»	Ag	3 s. Fe				

Longitud de onda	Intensidad	Elemento	Intensidad	Longitud de onda	Intensidad	Elemento	Intensidad
2702,6	1	Ba	6	2414,4	1	Co	2R
2692	0 dif.	»	?	18,2	2	Ag	4 s. Fe
63,1	3	Pb	3R	11,7	1	Pb	4R
46,6	1	Ti	9	11,6	1	Co	3R
47,2	0	Ba	4	07,2	1	Co	2R
44,2	1	Ti	9 s. Fe	01,9	1	Pb	4R
				2399,6	1	Pb	3R s. Fe
41,1	1	Ti	9	98,5	1	Ca	8R
34,8	1	Ba	5	93,8	2	Pb	5R
27,9	1	Bi	8R j. Fe	92,6	0	Cu	7
18,3	1	Cu	10R	75	5 m. dif.	Ag	8
14,2	2	Pb	6R	73,1	2	Al	8R
2598	1	Sb	6R	67	2	Al	8R
96,6	1	Ba	6	57,9	1	Ag	4
77,2	2	Pb	6R	45,5	1	Ni	2R
75,5	2 dif.	Ag	4	35,2	3	Ba	6R
75,1	2	Al	10R	32,4	0	Pb	4R
67,9	2	Al	10R				
55,7	0	P	8	31,3	1 pol.	Ag	4
54	1	P	9	29	0?	Cd?	»
20,5	1	Ti	5?	25,8	1	Ni	3R
2492,1	1	Cu	5R	24,6	1	Ag	2
				21,4	1	Ni	3R
76,3	2	Pb	4R	20,2	1	Ag	2
47,9	1	Ag	2 s. Fe	20	1	Ni	5R
46,2	1	Pb	4R	17	1	Ag	2
43,8	1	Pb	4R	12,4	2 m. dif.	Ag	4
41,6	1	Cu	5R	09,5	4	Ag	6R
38,7	1	Si	3				
32,7	2	Ag	3	04,2	2	Ba	6R
35,1	2	Si	5R	2293,8	1	Cu	6R
32,2	1	Co	3R	90	0	Ni	6
29,5	1	Sn	7R	79,9	1	Ag	3
				75,5	0	Ca	4R
24,9	1	Co	3R	69	1 doble.	Al	2R-R4
21,7	0	Sn	6R	63,4	1	Al	4R
15,3	1	Co	3R				

dif. = difusa; pol. = polar; m. dif = muy difusa.

j. Fe = junto a una raya del hierro.

s. Fe = sobre » » » »

La fotografía número 2 reproduce los espectrogramas de las platas del Instituto (1) y en ellos pueden verse claramente las rayas de los diversos elementos señaladas en la anterior lista. Así, el *titanio* y *silice* se observan en la plata número

(1) En este espectro la posición es inversa a la debida, ya que λ debe crecer hacia la derecha.

ro 1.880 b; *bismuto*, *plomo*, *antimonio* y *níquel* en el número 1.869 b; *cobre*, *mercurio*, *estaño* y *bario* en el número 1.869, etcétera.

Los espectros 1869 b id., 1874 id. y 1877 id., corresponden al último tiempo de exposición hasta agotamiento total de la sustancia colocada en el carbón.

Incluimos a continuación la relación de los resultados obtenidos para varias muestras de minerales de plata nativa españoles, de las cuales unas pertenecen a la colección del Instituto Geológico y Minero de España y otras a la del Museo Nacional de Ciencias Naturales.

COMPOSICIÓN CUANTITATIVA DE LAS IMPUREZAS DE LAS PLATAS NATIVAS EN ESPAÑA

INSTITUTO GEOLÓGICO

1869. - Almería.....	{ Hg = 1 a 5 por 100 Pb = 0,1 — Sn = 0,01 — Ba = 0,1 —
1869 b. - Mina argentífera, Falset (Tarragona).....	
1874. - Herrerías, Sierra Almagrera (Almería).....	
1874. 1 - Herrerías, Sierra Almagrera (Almería).....	

1877 a. — Herrerías, Sierra Almagrera (Almería).....	Pb = 0,1	por 100
	Sn = 0,1	—
	Cu = 0,1	—
	Ti = 0,1	—
	Mn = 0,01	—
	Ba = 1	—
1878. 1 — Herrerías, Sierra Almagrera (Almería).....	Ca = 0,1	—
	Hg = 1	por 100
	Pb = 0,001	—
	Sn = ?	—
1880.—Cuevas de Vera (Almería).	Co = 0,01	—
	Pb = 0,1	por 100
	Cu = 0,1	—
	Sb = 0,1	—
	Ti = 0,1	—
1880 b. — Almería.....	Ge = ?	—
	Hg = 1	por 100
	Sn = 0,001	—
	Cu = 0,1	—

COMPOSICIÓN CUANTITATIVA DE LAS IMPUREZAS DE LAS PLATAS NATIVAS EN ESPAÑA

MUSEO DE CIENCIAS NATURALES

Núm. 1.—Mina «Santa Ana».....	Hg = 5	por 100
	Pb = 0,01	—
	Sb = 0,1	—
	Mn = 0,01	—
Núm. 2.—Sierra Almagrera.....	Hg = 1	por 100
	Pb = 0,001	—
	Cu = 0,5	—
	Sn = 0,01	—
Núm. 3.—Horcajo (Ciudad Real)..	Pb = 1	por 100
	Cu = 1	—
	Sb = 0,01	—
	Ti = 0,1	—
	Co = 0,1	—
	Ni = 0,1	—
	Al = 0,1	—

Núm. 4. — Mina «Nuevo Perú», Almodóvar del Campo.....	Hg = ?	
	Pb = 2	por 100
	Cu = 4	—
	Sn = 0,001	—
	Sb = 5	—
	Mn = 0,01	—
Núm. 5. — Varias minas de Hiedelaencina (Guadalajara).....	Co = 0,01	—
	Ni = 0,01	—
	Pb = 0,1	por 100
	Sb = 1	—
Núm. 6. — Bolaños.....	Bi = 0,1	—
	Cd = ?	—
	Zn = Cantidad elevada	
Núm. 7.—Cuevas de Vera (Almería).....	Pb = 0,001	por 100
	Cu = 1	—
	Sn = 0,01	—
	Ba = 1	—
	Ca = 0,1	—
	Mg = 0,1	—
Núm. 8.—Herrerías (Almería)....	Fe = 0,1	—
	Hg = 5	por 100
	Pb = 0,001	—
	Cu = 5	—
	Sn = 0,005	—
	Sb = 0,05	—
	Bi = 0,5	—
	Ni = 0,1	—

MÉTODO QUÍMICO

Como las platas nativas, según se desprende del análisis espectrográfico, contienen en general impurezas en proporción cada una de 1 por 100 y es el mercurio el único elemento que, en forma sin duda de amalgama, se presenta en varias platas de distinta procedencia y en proporción superior al 1 por 100, creímos indispensable proceder a la determinación química para cerciorarnos de la bondad de los datos espectrales, pues el mercurio, por su gran volatilidad, podría conducir a errores por defecto de no haber procedido con toda minuciosidad al obtener los espectrogramas del mineral. Además, las escalas cuantitativas que hemos preparado para el estudio de las platas nativas, contienen el 1 por 100 como máxima concentración para cada elemento que las integra (salvo para los elementos que consideramos están en la ganga), y solamente para el mercurio, como excepción, se aumentó hasta el 3 por 100, apareciendo en esta concentración las dos rayas 3131 aproximadamente, con intensidad parecida a la de los problemas.

Hemos empleado para este análisis el método descrito por uno de nosotros (1) (que es una modificación del método de Eschka-Holloway), aplicable a cualquier compuesto de mercurio, incluso del fulminato, con resultados exactísimos.

Empezamos por reunir una pequeña cantidad de cada una de las ocho muestras que obran en el Instituto y tomar 0,5 gramos del conjunto; se mezcló esto con 2,5 gramos de polvo de

(1) S. PIÑA DE RUBÍES: «Método muy exacto y rápido para valorar el mercurio en la mayoría de sus compuestos.» *An. Soc. Española F. y Q.*, XVI, 61, 1918, y *Trabajos de Lab. de Investigaciones Físicas*, número 48.

hierro puro, dentro de un crisolito de porcelana — de 28,5 milímetros de diámetro de abertura y 33 de altura —, que se cubre con otro de oro, de modo que el fondo penetra unos siete a ocho milímetros en el anterior. El primero se hace reposar sobre un disco perforado de amianto, de manera que el fondo del crisol de oro que lo cubre esté al mismo nivel del cartón de amianto. Una vejiga de goma finísima (una dedalina de las empleadas en fotografía es buena) sirve de refrigerante, y al dilatarse por la presión del agua se adapta perfectamente a la forma del crisol de oro, manteniendo frío todo el fondo, incluso los puntos en que éste se apoya sobre el de porcelana. Como el espacio anular comprendido entre las paredes del de porcelana y este fondo de oro es muy estrecho, los vapores de Hg tienen necesariamente que condensarse sobre el oro, no pudiendo por lo tanto haber pérdidas.

Se calienta suavemente al principio y luego más intensamente, hasta que el fondo del crisol de porcelana quede al rojo sombra durante quince o veinte minutos, dejándolo después enfriar sin interrumpir la refrigeración. Se coloca luego el crisol en un desecador y se pesa.

La cantidad de Hg encontrada así, en la muestra media anterior, fué 1,82 por 100, lo cual confirma los resultados espectrales.

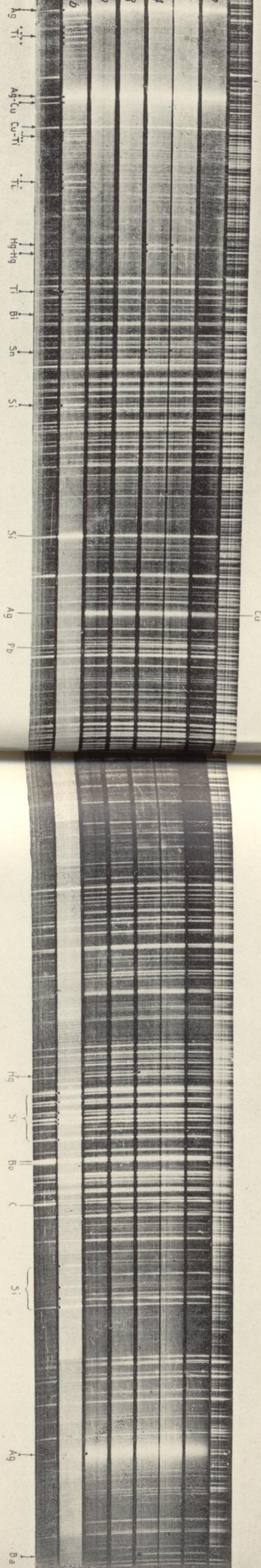
Para terminar, advertiremos que los resultados cuantitativos espectrales consignados en este trabajo, tanto los de las platas nativas de las colecciones de este Instituto, como los de las platas precedentes del Museo Nacional de Ciencias Naturales, corresponden, para cada localidad, a una mezcla de muestras tomadas en diversos lugares de la expresada localidad. Al rehacer más adelante y de un modo más completo este estudio, se darán a conocer por separado los análisis correspondientes a cada una de las numerosas muestras recogidas.

ESTUDIO ESPECTROGRÁFICO DE LAS PLATAS NATIVAS DE ESPAÑA

PLATAS NAVAS

3300 I.A.

2400 I.A.



1869 = Almería.

1874 = Herrerías.

1878 = Herrerías.

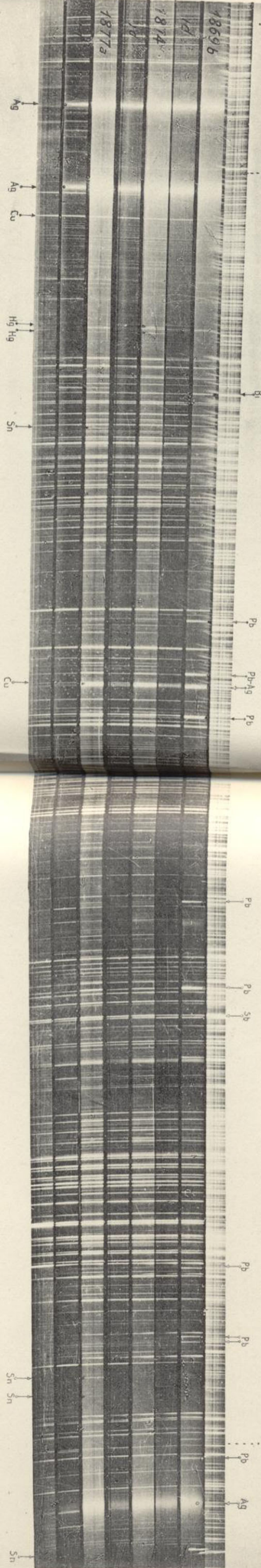
1880 = Cuevas de Vera.

1880 b = Almería.

PLATAS NATIVAS

3300 I.A.

2400 I.A.



1869 b = Falsset (Tarragona).

1874 = Herrerías (Almería).

1877 a = Sierra Almagrera.

Fot. núm. 2. — Espectro de arco a presión normal.

ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

INFORME
SOBRE LA
HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA
DE LA
PROVINCIA DE ALICANTE
POR
PRIMITIVO HERNÁNDEZ SAMPELAYO
Ingeniero de Minas

ÍNDICE

INFORME SOBRE LA HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA DE LA PROVINCIA DE	
ALICANTE	7
<i>Primera parte.</i> — Hidrología del Vinalopó.....	9
Geología.....	11
Triásico.....	11
Jurásico.....	14
Cretáceo.....	15
Eoceno.....	16
Oligoceno, Mioceno.....	17
Cuaternario.....	20
Tectónica e hidrología.....	22
Datos locales.....	26
1. — Llanura de Villena.....	26
2. — Llanura de Sax.....	29
Salinas.....	32
Llanura de Elda.....	38
Casos de Petrel y Monóvar.....	41
Llanura de Novelda.....	41
La Romana.....	43
Resumen de las investigaciones y obras posibles y convenientes.	45
Bibliografía consultada	47

PRIMITIVO HERNÁNDEZ SAMPELAYO

INFORME SOBRE LA HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA DE LA PROVINCIA DE ALICANTE

Legendaria la sequía de Alicante, es innecesario razonar que si su clima cálido pudiese acompañarse de riego, convertirían en riquísimo vergel el suelo, que suele dar tristemente en la esterilidad.

Y a proporción de esa necesidad y con la misma constancia, elevan sus pueblos rogativas a los altos Poderes de cielo y tierra, las cuales, salvando la pureza de propósitos, son siempre más oídas que atendidas, si hemos de atenernos a los resultados prácticos.

Desde las primeras excursiones nos dimos cuenta de la imposibilidad de someter a sistema de investigación los diferentes términos de una provincia sin límites naturales de unidad y sin congruencia completa en agrupación de las zonas naturales. Después hemos podido establecer y someter a la Superioridad la división de la provincia en cuatro zonas para el estudio hidrológico detallado.

1.^a La cuenca del Vinalopó, que comprende gran parte de la llamada zona seca, desde el nacimiento por términos de Villena hasta los de Elche, donde entra la porción llana y meridional de la provincia.

Su fundamento geológico está en una serie de ensanches

o valles llanos separados por estrechos geológicos, y son esas fértiles llanuras los lugares apropiados para la investigación de niveles acuíferos.

2.^a La zona seca de la costa, en una tira larga y paralela al mar desde Alicante a Denia, en la cual los ríos cortos inciden normalmente al mar como una integración de pequeños casos análogos, entre los que se podría hacer excepción de la cuenca del Monegre para la relativa independencia de su estudio.

3.^a La zona norte de la provincia, lindando y vertiendo a Valencia; sierras cretáceas de mayor precipitación que van desde Alcoy a Denia.

4.^a La zona llana meridional cubierta de holoceno y plioceno, que entra en el radio de acción de los riegos de Levante y Segura, preparados en parte de ella, desde Alicante y Elche, hasta la punta Sur.

PRIMERA PARTE

Hidrología del Vinalopó.

Las consecuencias prácticas deducidas del estudio de esta cuenca son las siguientes:

1.^a *En la llanura alta de Villena*, que comprende las primeras aguas del río, proponemos dos sondeos de 400 a 500 metros que puedan atravesar los terrenos pleistocenos, miocenos y oligocenos. Se situaría el de aguas arriba antes de los cabezos triásicos que dividen las corrientes, y el de aguas abajo a la terminación de esas colinas y frente al valle del Pinar.

La designación concreta de las ubicaciones de los sondeos la daremos en lista al final del estudio.

2.^a *Llanura de Sax*. Se dispondrán dos sondeos, según el distinto terreno: uno en la parte baja del barranco de Torre, frente al pueblo y donde termina el Triás, por el que se filtran las aguas subterráneas de Villena; la profundidad de este sondeo cuaternario será de unos 100 metros. El otro sondeo de Sax estará situado hacia el centro de la llanura miocena que va de Sax al estrecho de Santa Bárbara y del Monte Puntal a la Sierra Cabrera. Profundidad: unos 350 metros.

Antes de terminar el sondeo terciario, y para aprovechar mientras el agua freática del sitio llamado «El Chorrillo», se instalará un pequeño pozo de 50 metros en el Cuaternario, que podrá suministrar aguas a Petrel y Elda.

Otra parte, por fin, subordinada a la llanura y cuenca del Sax, es la laguna de Salinas, en el punto de la cual llamado «Pozo Indio» preconizamos una perforación de unos 200 a

250 metros hasta cortar el Mioceno, presente en su pequeña cuenca, hasta el Eoceno.

3.^a *Cuenca y llanura de Elda.* Las rocas del Mioceno inferior y del Numulítico contornean todo el amplio valle que desde el estrecho eoceno de Santa Bárbara se extiende hasta el de Bateig, en areniscas del mismo terreno. Las obras de alumbramiento propuestas son las siguientes:

a) Una presa en el estrecho de Santa Bárbara, unos 150 metros aguas abajo de la antigua presa y elevada sobre aquella coronación los tres o cuatro metros que permita la rasante del ferrocarril; es decir, un embalse que corte las aguas freáticas de mayor capacidad que el construido antiguamente.

b) Un sondeo en el centro de la llanura para llegar, con 400 ó 500 metros, a perforar el Terciario y alumbrar los niveles artesianos que puedan existir. Como son importantes, dentro de las ideas de escasez de la zona, los niveles freáticos del valle, proponemos tres sondeos de 50 a 100 metros en el Cuaternario y en lugares señalados, que, además de ayudar a concretar la posición del gran sondeo, servirán para aumentar el abastecimiento mientras se alcanza su finalidad.

c) Modificación de la presa del Bateig, estrecho geológico de las capas eocenas a la salida del valle de Elda, para recoger todas las aguas freáticas antes de su entrada en el cañón triásico del Vinalopó.

d) Una galería de 150 a 200 metros de longitud en la ladera izquierda del barranco de Pusa, para abastecimiento de Petrel.

4.^a *Valle de Novelda.* En este valle no se encuentran capas miocenas más que en parte de su borde norte y en la lometa de Monforte, por lo cual nos limitamos a señalar un sondeo de profundidad (de 300 a 400 metros) en el centro de los afloramientos miocenos, que coincide también con el paso principal de las corrientes freáticas que se encuentran entre

Monforte y El Cid, y en vista de los resultados obtenidos se podría decidir el plan de investigación en esta llanura de Novelda, no cerrada geológicamente como los valles anteriores.

Subordinada a la llanura de Novelda se encuentra la Rambla de la Romana, las aguas freáticas de la cual, en su parte alta, se pueden interceptar y recoger por medio de una presa interior en el campo de Monóvar.

GEOLOGÍA

Los terrenos geológicos, como disposición sintética de diastrófismo, se ofrecen en largas tiradas secundarias orientadas de NE. a SO., alternando con las dilataciones llanas de terrenos modernos (terciarios y cuaternarios) contenidas entre los estrechos anteriores.

El fondo geológico constante es el Triás superior, sobre el que descansan todos los demás en contacto anormal.

Los terrenos que hemos comprobado en la zona han sido: Triásico, Jurásico (Liásico), Cretáceo superior, Numulítico, Oligoceno, Mioceno inferior (Burdigaliense), Mioceno medio y superior (Helvético) y Cuaternario.

Triásico.

Este terreno se presenta constantemente en nuestra zona con el aspecto de Keuper, arcillas y yesos, ocupando siempre los fondos del río y barrancos principales.

Puntualizando algo más y tomando como norma de sincronización el Triásico del centro de Europa, lo que ya fué supuesto por Mallada, nos encontramos con la ausencia de las

areniscas de los Vosgos (werfeniense alpino), lo mismo que las capas del Muchelkalk, en su tramo alpino de virgloniense, siendo posible la paralelización de los tramos altos según vamos a intentar.

Los asomos de Trías más completos se encuentran en los Cabezos, frente a Villena, y se componen en su base de una brecha de calizas negras, fétidas, con frecuencia sabulosas, mezcladas con trozos de arenisca blanca y rojiza, y otros de yesos, con una presentación típica y ofrecida en las partes más inferiores del sistema que ya fué observada por el señor Novo en su descripción de Alicante, aunque sin adivinar su sentido (pág. 69, op. cit.), pues a nuestro entender, se trata de una milonita característica, testigo del corrimiento de los pisos altos del Trías, y en cuya roca es fácil estén presentes restos de las capas del werfen y del virgloniense. Encima de las milonitas se colocan arcillas con yesos, que a su vez soportan capas calizas claras tabulares y otras más negras y margosas, dando lugar a un tramo menos milonitizado, y en los estratos del cual se encuentran algunos bivalvos indeterminados parecidos a *myophorias*, que supongo pertenecen al tramo cárnico o a la fauna de San Cassián de Tirol; vuelve a superponerse otro episodio de arcillas rojizas con yesos y jacintos de Compostela, y a veces, como el término más alto, retazos de una caliza negra, cuya estratificación disminuye rápidamente de la base a la parte superior, conservando en toda su potencia el carácter de desprender fosfuros e hidrocarburos de hidrógeno, a la percusión.

Como dato empírico para la clasificación debemos citar la presencia de láminas lignitíferas y restos carbonosos en las margas irisadas superiores, las que más propiamente deben llevar el nombre de arcillas.

En realidad, los confusos lamelibranquios encontrados no autorizan a una seguridad en la clasificación del tramo; pero

si tenemos en cuenta que la misma disposición con fósiles más precisos es la deducida por el profesor Jiménez de Cisneros, y del mismo modo, por comparación con el de otras zonas próximas, fué clasificado por Mallada, suponemos motivos suficientes para admitir con precisión el Keuper en sus tramos altos (Cárnico y Nórico).

Aunque sólo sea de pasada desearíamos hacer una observación de índole especulativa. Admitiendo que el carácter de los terrenos secundarios de Alicante tenga gran analogía con el de los sincrónicos de los Alpes orientales, nos parece que precisamente en el Trías es mayor la semejanza con el de los Vosgos, y en este caso las capas de la caliza de Raibl, citadas por Cisneros, estarían unidas a las de la fauna de San Cassián, y no serían las de la parte alta del sistema, que quizá con más propiedad deberían referirse al Retiense.

En este terreno tenemos que citar como características a las ofitas, no marcadas en el mapa del Sr. Novo, pero sí presentes entre los yesos y arcillas de Villena a Sax y conocidas en el país por el nombre impropio de pórfidos.

Es a las erupciones ofíticas y sulfurosas a las que atribuye equivocadamente el Sr. Novo la anomalía de contactos entre el Trías y los demás terrenos.

El Keuper alto suele contener con frecuencia lentejones de sales sódicas y magnésicas que ceden su sabor y salinidad a las aguas que las cruzan; su parecido con algunas capas del Neocomiense, que contienen también yesos, es bastante grande (Fallot, pág. 8) y es fácil sea esta semejanza la que conduce al Sr. Novo a dudar todavía ante la teoría, ya desechada, de las capas metamórficas del Trías (1).

De la estructura del Keuper superior, que, como hemos visto, se reduce a dos niveles de calizas y margas arcillosas,

Op. cit., pág. 68.

alternando con sendos horizontes de yesos y arcillas, viene a desprenderse que en conjunto ha de ser impermeable, y por constituir el fondo geológico del país ha de representar la detención y última esperanza de agua en las perforaciones. Ahora bien: como por lo menos hemos comprobado dos tongadas yesosas y este mineral se hidrata y desagrega con gran facilidad, produciendo abundantes oquedades y cavernas laberínticas, resulta del mismo modo impreciso el paso de las corrientes de agua que dentro de este terreno puedan contenerse y circular, a excepción de las que se apoyen sobre las rocas duras e impenetrables a su paso, como las margas calíferas y quizá las ofitas; ejemplo, entre Villena y Sax.

Jurásico.

Parece representado en sus dos tramos extremos: Lías y Titónico. El Lías está formado por calizas y margas de presentación muy variable, que con frecuencia son claras y llevan intercalados niveles de silex; examinado con detalle, se descompone el Lías en varios tramos margocalcáreos alternados con otros arcillosos. Como restos fósiles más abundantes se encuentran los *artejos* de *crinoides*, *belemnites* y particularmente *braquiópodos*; de la parte más alta hemos visto un *amonites* de gran tamaño que parecía un *harpoceras* y algunos pequeños *lamelibranquios*, que supongo del género *astarte*, sin que me decida todavía a dar su especie.

Esta formación domina en el monte de la Cruz de la Romana y se extiende hacia las sierras Calva y de Algayat.

Las canteras acreditadas de estos montes explotan los mármoles rojos superiores con algunos *perisphinctes* que parecen pertenecer al Titánico de facies española, según Chofat, y que tan semejante a la de los Alpes encuentra el señor

Jiménez de Cisneros, que ha publicado numerosas notas sobre estos terrenos en Alicante.

En realidad el Jurásico no interviene para nada en lo que a la hidrogeología estratificada se refiere, y únicamente sería posible tenerlo en cuenta como depósito de agua en las fisuras de las calizas; pero en general he encontrado compacidad en estos terrenos y hasta no excesiva potencia en las brechas de arrastre.

Cretáceo.

Lo mismo que el Jurásico este terreno tiene escasa relación con la hidrología del Vinalopó.

Forma las laderas de los montes situados sobre Villena y comprende los estratos superiores del cretáceo, pues entre los restos hemos encontrado varios bivalvos, entre ellos el *Inoceramus balticus* y algunos *Echinocorys*. La roca es una caliza clara, algo amarillenta, pero bastante sana, que, aunque no muy marcados, lleva impresos los movimientos que la han milonitizado; en general, su buzamiento es hacia el SE.

En tramos más bajos (Aptiense y Cenomanense) se encuentra también representado el Cretáceo en las estribaciones de la Peña Rubia; supuesta una tongada de caliza roja bastante fosilífera con *Alectryonia carinata* y *terebratula semiglobosa* y debajo unas arcillas verdes y areniscas.

Las calizas más duras del Cretáceo superior de Villena tienen la importancia hidrológica que le da su posición, en una gran cuenca de recogida, y sus litoclasas conservadas limpias y de bordes cortantes, sin duda en combinación con largas fracturas tectónicas (1). Este dato, que en esta cuenca no tiene

(1) Por las grietas y cavernas de estas calizas circulan importantes manantiales.

gran decisión, es muy de tener en cuenta en otras zonas montañosas, donde los tramos análogos pueden conducir corrientes.

Son cretáceas también las sierras que ocupan el NO. del campo de Caudete y la Sierra de Salinas, pero del mismo modo en ambos, sin más relación que la de vertiente algo permeable.

Eoceno.

Es muy difícil establecer estratigrafía en este terreno que aparece con carácter transgresivo y con frecuencia arrastrado en superposición anormal; por otra parte, en el estudio geológico de Alicante (Novo, op. cit.) no se ajusta la escasa fauna citada con las clasificaciones clásicas de Harpe, H. y R. Douvillé, Vredenburg, etc., y acudiendo al catálogo de fósiles para puntualizar la cuestión, vemos que la mayoría de las especies pertenecen al llamado Eoceno medio por el Sr. Malla-da, aunque ya advierte que es susceptible de subdivisiones.

Nosotros hemos encontrado organismos de edad más antigua a los citados, entre otros sitios en afloramientos tan llamativos como los peñones de Sax y Peña Cabrera, cuyas calizas de *Alveolina melo* y *lithothamnium* las referimos al *Tanetiense* pudiendo alcanzar el *Esparnaciense*. Mientras que suponemos del *Ipresiense* y *Luteciense* a los *Numulites aturicus* de La Cabrera y Rambla de la Torre (Castalla), lo mismo que los *planulatus*, *biarritzensis*, *Ramondi*, etc., de Beties, La Horna, Ofra y demás sierras que contornean las mayores anchuras del Vinalopó, en cambio atribuimos ya al Oligoceno las hiladas más bajas del Mioceno (Burdigaliense-Aquitaniense), como son las capas con *operculina complanata*, *orbitoides* y otros muchos restos de foraminíferos (*heterostegina*) y de algas.

En la zona norte del Vinalopó hemos visto el contacto del Numulítico establecido con bastante normalidad sobre el Cretáceo (Peña Rubia) en pequeños rodales de La Cabrera, pero hacia el Sur la anormalidad del contacto es casi constante y el Raibliense o el Keuper asoman como infrayacentes.

La composición litológica del Eoceno viene a ser de margas arcillosas en la parte inferior y calizas más o menos margosas y otras arenosas ocupando todas las cimas. En las sierras que rodean el valle de Novelda es donde mejor se puede apreciar la estratigrafía, con frecuencia poco manifiesta por las milonitas potentes que acompañan a los estratos.

La importancia del Numulítico estriba en su probable impermeabilidad al servir de fondo a las llanuras miocenas más importantes, con la formación de las cuales desde luego es discordante: Sax, Elda, Novelda.

Oligoceno, Mioceno.

Unidos estos terrenos en capas de escasa discordancia, se tienden transgresivos sobre el Eoceno ocupando, a modo de cuencas, el fondo de las mayores dilataciones en los llanos del Vinalopó y soportando a su vez los depósitos cuaternarios. No obstante esta disposición pseudohorizontal se suelen encontrar levantadas estas capas modernas en los bordes o apoyos de los montes circundantes, y más, como regla, cuanto más antiguas son (1).

Incluimos juntos los dos terrenos porque las molasas y areniscas de ambos son muy parecidas en textura; contienen glauconia y hasta las faunas de *foraminíferos* y *briozoarios* tienen analogías en muchos puntos.

(1) ¿Pliegues de cobertera?

Sin embargo, considerando el conjunto de capas estratigráficamente, por la distinta dureza y modo de aflorar se pueden distinguir dos tramos bien marcados y de función diferente.

Como haz inferior se encuentran unas calizas en tránsito a molasas, pero formadas otras veces con gruesos elementos (2-5 mm.), como pudingas, las cuales, adosadas a las colinas eocenas (Ramblas de Sax y Monte Agudo, Novelda), se levantan con ellas y se ofrecen aisladas formando colinas, y hasta sierras, de estratos casi verticales, como limitación de los llanos modernos; así las vemos en Bateij, Monóvar, Santa Bárbara, etc.

Estas molasas son rocas detríticas que suelen dar buenas rocas de construcción y en las que se encuentran bastantes foraminíferos, particularmente *heterosteginas* y *operculinas*, *canalifera* o *complanata* y quizá *ammonia* en algún caso. Suponemos es el tramo que el Sr. Novo supone parte alta del Eoceno, no obstante aislarse frecuentemente de él y contener foraminíferos que, en la clasificación de La Harpe y Douvillé, se atribuyen al Oligoceno. Pegada a estas capas, mas siempre hacia el centro y con afloramientos menos pronunciados, vemos otras en las cuales dominan los *briozoarios* y *orbitolites* o foraminíferos discoidales; así los hemos visto en la Lometa de Monforte y en el Bolón de Elda. Podría dudarse por la colocación de los *foraminíferos* y algunos restos *bivalvos* si este tramo debería referirse al Mioceno, pero en ese caso sería siempre a las hiladas más inferiores, aquitaniense o burdigaliense, donde todavía llegan las *operculinas*. Sorprende por esto ver cómo se figuran como Mioceno en el plano de Alicante terrenos que, como los de Monóvar, son incluidos en el Eoceno en aquel estudio.

Para que se distinga bien la representación de estos niveles siempre levantados como iniciando la cuenca, les figuraremos con tonos de Oligoceno.

Otras capas curiosas, y que somos los primeros en señalar en la provincia de Alicante, son las descubiertas en los montes de El Morrón y la Solana de Villena: calizas lacustres con *limneidos* y *oogonios* de *chara* tenidos hoy como del Oligoceno inferior en cuencas clásicas, aun cuando la *Chara Aragonensi* se da como del Mioceno medio por el Sr. Mallada. Lo indiscutible es que se trata de un episodio acidúlcido de presentación topográfica y estratigráfica tan parecida a la de las capas cretáceas colindantes que, sin bastante atención, no se dudaría en atribuir esa determinación a estas capas de fractura concoidea y ampliamente plegadas que contornean parte de la llanura de Villena con aspecto totalmente secundario, y como si a ese grupo perteneciesen se comportan los asomos oligocenos indicados.

El terreno propiamente Mioceno se compone, al parecer, de dos tramos bien marcados, pero no siempre aparentes en los isleos examinados. Donde mejor hemos podido apreciar esta diferenciación ha sido en Petrel y en la subida al barranco de la Pusa, hacia El Cid, en donde se encuentra dislocado y elevado hasta cerca de 1.000 metros, cumpliendo la regla de estar siempre más levantado en los bordes de las llanuras. Su disposición tectónica es la transgresión sobre los terrenos anteriores, aunque en realidad apenas se le ve cubrir bien más que en los bordes, oculto el centro por los rellenos pleistocenos de las llanuras.

El tramo inferior, visto en pocos sitios del Vinalopó, se encuentra formado por arcillas potentes conteniendo en sus hiladas más bajas una faunela de pecten: *P. Fuchi* y *P. burdigalensis*, y superpuestas a ellas unas calizas con muchos restos de *ostreas* y otros fósiles, pasando casi paulatinamente a rocas más arenosas verdaderas molasas, con muchos puntos de glauconia, que dan lugar a un episodio muy potente de estas rocas, poco fosilíferas pero con algunos *Pecten præscabiuscu-*

lus, confirmándose en conjunto el piso Helvético del Mioceno. En los tramos superiores también se encuentran algunas arcillas que parecen marinas.

Como un pequeño apartado tengo que señalar unos isleos de Mioceno francamente lacustre en los cerros del valle de Sax (Colinas de las Almejas, Sombreros, etc.) y en los cuales se encuentran arcillas, con una formación muy formal de yesos casi horizontales y bien estratificados, superpuestos a las molasas helvéticas de la trinchera del ferrocarril, antes del pantano de Santa Bárbara. Este Mioceno quizás pudiera ser una representación del vindoboniense superior, pero de cualquier modo se ve que no son tan escasos en número los isleos lacustres, reducidos a uno en el mapa de Alicante.

Cuaternario.

Desde nuestro punto de vista son de las más importantes las formaciones cuaternarias, pues contienen los niveles acuíferos freáticos que tan codiciadamente se investigan.

Su disposición siempre es horizontal aproximadamente, aunque en algunos cortes y barrancos se puede ver que los cantos rodados y arenas en lentejones marcan antiguas ramblas y barrancos, con el arreglo de los detritus inclinados hacia el centro de la cuenca de aquel tiempo. Sin embargo de esta colocación típica en los depósitos holocenos, debemos advertir la posibilidad de algún movimiento final de emergencia en tiempos pleistocenos, pues, por ejemplo, en Pusa de Petrel los aluviones están bastante inclinados y colgados en las laderas, sobre el Trías, en los agudos barrancos.

La composición de este terreno moderno es esencialmente detrítica, en la cual los elementos poligénicos, variando desde arenas finas arcillosas hasta gruesos cantos rodados, se dis-

ponen en lentejones intercalados y relevados en poca distancia.

En general, las tongadas de cantos más gruesos, que serán las más porosas, se encuentran obedeciendo, más o menos confusamente, a las directrices topográficas, es decir, que los depósitos de elementos más finos y arcillosos estarán en los centros y partes superiores, mientras que serán los más gruesos los que coincidan con las corrientes, aun cuando todo el conjunto es algo poroso y comunicable entre sí. En la parte superficial suele encontrarse una caliza travertínica llamada tosca y debajo tierras o arcillas que en cuanto tienen consistencia calcárea las llaman *llacorella*.

Este ha sido el único terreno investigado hasta ahora con perforaciones, las que por falta de medios o por haber alcanzado su propósito de encontrar algún agua no se han llevado a más de 80 a 100 metros de la superficie, pues en la mayoría y en toda la cuenca varían de 5 a 40; es decir, que no se ha llegado al fondo de estas formaciones. Ahora bien: como los detritus cuaternarios proceden de modo inmediato de los montes y laderas que hoy rodean los llanos, hay que reconocer la proporcionalidad entre la anchura de éstos y lo profundo de los sedimentos modernos, o de otro modo, que mientras en la estación de Monóvar se ven los aluviones con pocos metros de espesor sobre los sedimentos terciarios levantados, en el centro del Valle de Elda alcanzarán centenares de metros de potencia.

TECTÓNICA E HIDROLOGÍA

Analizaremos rápidamente los elementos tectónicos que se deducen de la descripción geológica.

En primer lugar, hay un fondo constante de Keuper en la forma clásica de yesos y arcillas, tan apropiada para favorecer un deslizamiento.

Los fenómenos de *charriage* o corrimiento de la región Levantina, fueron indicados por primera vez por el geólogo Sr. Nikles, sin que hayan sido francamente aceptados por los geólogos españoles hasta los últimos tiempos, pues el señor Novo en su estudio de la provincia aun supone que los movimientos tectónicos son simples hundimientos debidos, particularmente en el Trías, a las erupciones ofíticas. Prescindiendo de especulaciones científicas en este lugar, hay que reconocer que la repetición de contactos anormales sobre el Trías, así como el fondo de milonitas de los isleos que soporta, evidencian corrimientos en masa desde el Mediterráneo hacia los macizos montañosos del O. y NO., en los últimos tiempos eocenos, puesto que el Numulítico con mucha frecuencia, y las molasas de *operculinas* en especial, es decir, depósitos marinos modernos, descansan con presentación de brechas frecuentes sobre el Keuper (Bateij). No obstante creemos que los arrastres efectivos debieron ser mucho menores que los supuestos, contribuyendo a acentuar la dirección, ya marcada hacia el interior, de los terrenos modernos en transgresión y con grandes hiatos. Dejamos, pues, señalado como primer elemento el fondo triásico arcilloso.

En segundo lugar tenemos todos los demás terrenos secundarios, entre los que hay que incluir a los estratos más

antiguos del Numulítico plegados y levantados en rumbos que coinciden, de modo más o menos aproximado, con las direcciones orogénicas (NE.-SO.), aun cuando los tramos calizos integrantes forman, del mismo modo, todas las pequeñas sierras que limitan las formaciones modernas. Por fin, y como tercer elemento, se encuentran los depósitos terciarios y cuaternarios dispuestos a modo de cubetas en las grandes llanuras del río, las cuales, interrumpidas por los estrechamientos de las rocas secundarias levantadas, se suceden en toda la corrida del Vinalopó.

Pasando a la interpretación hidrológica, la función de cada uno de estos elementos tectónicos es bien distinta. La masa arcillosa del fondo parece ser manto impermeable que impida el paso de las aguas más profundas. En segundo lugar las calizas secundarias levantadas podrían ser caminos para el agua que seguiría fácilmente la serie unida de cavernas y fisuras. Sin embargo, cuadra bien advertir aquí que sólo las calizas triásicas (Raibliense) y quizá otras cretáceas parecen vehicular el agua en alguna ocasión (Villena), pues en el Jurásico y en las calizas eocenas inferiores, apenas hemos visto manantiales fuera de las pequeñas fuentes de Monóvar en las molasas superiores. Estas dificultades debidas a su estructura, así como el fondo arcilloso del Keuper, hacen que no supongamos probables las aportaciones, en largas tiradas internas, de las aguas de cuencas lejanas, hacia el interior del país, fenómeno en el que deberá pensarse siempre atentamente en la zona de Levante, cuando las corridas calizas lleguen hasta el mar.

Por fin tenemos, en relación con el tercer elemento tectónico, los depósitos modernos, en la parte más alta de los cuales se encuentra el agua que hoy se explota.

En resumen, pues, hemos venido a deducir dos clases de aguas, en cuanto a la posibilidad de alumbrarse y que en un sentido geológico minero podríamos llamar: las filonianas, que

vienen por las fisuras, y las sedimentarias o ajustadas a los estratos casi horizontales.

La investigación de las aguas filonianas no parece de grandes garantías, pero hay ocasiones en que tendremos que recurrir a proponerla; tal es el caso de grandes dislocaciones montañosas donde no existen las aguas en manto freático (Petrel). En la prospección de las sedimentarias hay que distinguir dos casos: que se trate de aguas cuaternarias o terciarias. Son las cuaternarias las conocidas dentro de los aluviones y arcillas superiores y las extraídas en los pozos actuales. Como es natural, estas aguas, que se deslizarían trabajosamente en mantos acuíferos libres contenidos en las tongadas detríticas holocenas, lo hacen hoy muy imperfectamente, pues cada pozo que alcanza los distintos niveles forma un centro de atracción y succión proporcionado a las condiciones de la extracción.

Ahora bien: como las aguas meteóricas más abundantes, que son a fin de cuentas las que alimentan toda la cuenca, acuden a ella por la parte superior (Campo de Caudete), resulta que en los ensanches altos (Villena) es mucho mayor la extracción, y así vemos cómo baja rápidamente de más de 1.000 litros por segundo, como total de la extraída en Villena, a 100 litros alumbrados en Sax, 150 en Elda (por aumentar algo su valle de recepción) y 200 litros por segundo en Novelda, donde ayudan las vertientes meridionales del Cid. Es decir: 1.º, que la disminución es extraordinaria a medida que se desciende en la cuenca del río; 2.º, que los niveles acuíferos cuaternarios están dominados y van hacia su extinción por explotación continua, es decir, para evitarlo tendrán que dejar que se repongan en horas de descanso, y 3.º, aunque en pequeña cantidad, siempre corre el agua por los mantos detríticos y puede ser detenida totalmente, si son impermeables las rocas, en los estrechos geológicos secundarios que

separan las diferentes cubetas miocenas por medio de presas interiores al terreno.

La segunda manera de prospección a que nos referíamos consiste en profundizar los pozos hasta alcanzar los últimos niveles terciarios, las molasas porosas, para ver si se pueden alumbrar aguas artesianas, surgentes, o al menos de niveles no tocados hasta ahora con las investigaciones actuales, que apenas llegan a 100 metros de la superficie, cuando los depósitos terciarios posiblemente acuíferos podrán estar en ocasiones a varios centenares de metros, profundidad a la que proyectamos los sondeos.

Se desprende de lo anterior que hemos de buscar el agua por los procedimientos que hemos apreciado como factibles:

- Galería (Petrel) para las aguas filonianas.
- Sondeos en el aluvión para las aguas freáticas.
- Presas interiores para cerrar las cuaternarias que puedan escurrir; y
- Sondeos profundos para las aguas terciarias.

Esto trae como consecuencia que, si se aprueba el plan propuesto, y dada la relación que tienen unas aguas con otras, podría ocurrir que al alumbrar nuevas aguas disminuyan otras existentes, es decir, que indicamos la conveniencia de los aforos previos a los nuevos alumbramientos para un modulado posterior, reconociendo que es extremo sobre el que la Superioridad decidirá.

Otro punto, que sólo ha de indicar el Ingeniero que suscribe, es la posible insuficiencia, en plazo relativamente corto, de todas las aguas que se investiguen, si esta comarca sigue un desarrollo agrícola o industrial, no como el actual, sino el que corresponde a su capacidad; en ese caso solamente un gran pantano, hacia el interior, podría atender al abastecimiento de la zona, dotándola de su mejor elemento de vida y riqueza.

vienen por las fisuras, y las sedimentarias o ajustadas a los estratos casi horizontales.

La investigación de las aguas filonianas no parece de grandes garantías, pero hay ocasiones en que tendremos que recurrir a proponerla; tal es el caso de grandes dislocaciones montañosas donde no existen las aguas en manto freático (Petrel). En la prospección de las sedimentarias hay que distinguir dos casos: que se trate de aguas cuaternarias o terciarias. Son las cuaternarias las conocidas dentro de los aluviones y arcillas superiores y las extraídas en los pozos actuales. Como es natural, estas aguas, que se deslizarían trabajosamente en mantos acuíferos libres contenidos en las tongadas detríticas holocenas, lo hacen hoy muy imperfectamente, pues cada pozo que alcanza los distintos niveles forma un centro de atracción y succión proporcionado a las condiciones de la extracción.

Ahora bien: como las aguas meteóricas más abundantes, que son a fin de cuentas las que alimentan toda la cuenca, acuden a ella por la parte superior (Campo de Caudete), resulta que en los ensanches altos (Villena) es mucho mayor la extracción, y así vemos cómo baja rápidamente de más de 1.000 litros por segundo, como total de la extraída en Villena, a 100 litros alumbrados en Sax, 150 en Elda (por aumentar algo su valle de recepción) y 200 litros por segundo en Novelda, donde ayudan las vertientes meridionales del Cid. Es decir: 1.º, que la disminución es extraordinaria a medida que se desciende en la cuenca del río; 2.º, que los niveles acuíferos cuaternarios están dominados y van hacia su extinción por explotación continua, es decir, para evitarlo tendrán que dejar que se repongan en horas de descanso, y 3.º, aunque en pequeña cantidad, siempre corre el agua por los mantos detríticos y puede ser detenida totalmente, si son impermeables las rocas, en los estrechos geológicos secundarios que

separan las diferentes cubetas miocenas por medio de presas interiores al terreno.

La segunda manera de prospección a que nos referíamos consiste en profundizar los pozos hasta alcanzar los últimos niveles terciarios, las molasas porosas, para ver si se pueden alumbrar aguas artesianas, surgentes, o al menos de niveles no tocados hasta ahora con las investigaciones actuales, que apenas llegan a 100 metros de la superficie, cuando los depósitos terciarios posiblemente acuíferos podrán estar en ocasiones a varios centenares de metros, profundidad a la que proyectamos los sondeos.

Se desprende de lo anterior que hemos de buscar el agua por los procedimientos que hemos apreciado como factibles:

Galería (Petrel) para las aguas filonianas.

Sondeos en el aluvión para las aguas freáticas.

Presas interiores para cerrar las cuaternarias que puedan escurrir; y

Sondeos profundos para las aguas terciarias.

Esto trae como consecuencia que, si se aprueba el plan propuesto, y dada la relación que tienen unas aguas con otras, podría ocurrir que al alumbrar nuevas aguas disminuyan otras existentes, es decir, que indicamos la conveniencia de los aforos previos a los nuevos alumbramientos para un modulado posterior, reconociendo que es extremo sobre el que la Superioridad decidirá.

Otro punto, que sólo ha de indicar el Ingeniero que suscribe, es la posible insuficiencia, en plazo relativamente corto, de todas las aguas que se investiguen, si esta comarca sigue un desarrollo agrícola o industrial, no como el actual, sino el que corresponde a su capacidad; en ese caso solamente un gran pantano, hacia el interior, podría atender al abastecimiento de la zona, dotándola de su mejor elemento de vida y riqueza.

los 100 ó 130 metros atravesados, como máximo, no se había salido de los aluviones y arcillas cuaternarias; *b*), que todo el diluvial cortado era más o menos poroso, influyendo cada nueva instalación en el nivel de las demás; y *c*), los lugares que han venido resultando más apropiados para el establecimiento de pozos han sido aquellos en que las corrientes freáticas del cuaternario coincidían con las ramblas y valles de la superficie, encontrándose dos direcciones principales, Benefaina y Campo Caudete, Colonias o al encajarse una corriente importante en un estrecho geológico (Zaricejo, Las Virtudes, Carboneras).

Evitando explicaciones señalamos en línea amarilla las corrientes cuaternarias que vienen de Caudete y Benejama y contornean los isleos triásicos de los Cabezos y el Cretáceo de San Cristóbal, a través de cuyas calizas sin duda pasa el agua hasta los manantiales del Caracol.

No insistimos sobre la descripción de los *niveles de corrientes lentas cuaternarias*, ni en la de las instalaciones de extracción y su número por dos razones: 1.^a, porque hay dos bien hechos estudios sobre la hidrología subterránea de Villena por prestigiosos compañeros míos (Bibliografía), y 2.^a, porque siempre se han investigado, además de las aguas filonianas de las sierras cretáceas, las corrientes freáticas cuaternarias, imaginadas éstas con alguna confusión y por ello separadas en la exposición en distintos grupos, que no podrían referirse sino a la diferencia del nivel captado.

La cantidad de agua que hoy se alumbrará por segundo alcanzará unos 1.500 litros por segundo.

Ahora bien: la anchura en superficie del cuaternario de Villena, llega a ser de 8 a 10 kilómetros, y esto nos hace suponer la existencia de terreno Mioceno inferior aflorado ya en la parte alta de los valles que nacen en Valencia (Bañeras), y casi confirmado con el Oligoceno de la Sierra del Morrón,

que por lo menos demuestra la existencia del Terciario moderno suavemente ondulado por bajo de los mantos de Cuaternario. En esos estratos del Terciario es donde podrían encontrarse algunos horizontes acuíferos no tocados hasta ahora, y para el alumbramiento de los cuales hay que proyectar sondeos con la previsión de varios centenares de metros, potencia a la que llegarían naturalmente los tramos del Mioceno y Oligoceno ocultos por el Diluvial, en el cual, proporcionando su espesor a su anchura, se ha de pasar 200 metros aproximadamente.

Hemos de hacer notar que la marcación de sondeos profundos es el solo procedimiento lógico de buscar agua, que deberá ser surgente o artesiana, y más teniendo en cuenta la comunicación de la llanura de Villena con los asomos terciarios (miocenos) de la parte alta de los valles (Bañeras, Yecla).

Los puntos elegidos son los siguientes:

a) Cruce de la Vereda Real (límite de provincia) con el camino vecinal de Caudete a Villena. Capacidad para 500 metros.

b) 100 metros al E. de la caseta del ferrocarril. Este punto distará unos 300 metros del cauce artificial del Vinalopó. Capacidad de 400 a 500 metros.

Para la proposición de ambos puntos hemos procurado buscar el centro de los mayores desarrollos de Cuaternario como probable garantía de la existencia del Mioceno de más potencia.

2. — Llanura de Sax.

Esta planicie, de dimensiones mucho menores que las de Villena, está limitada por colinas y pequeñas sierras del modo siguiente:

El Triásico, en su facies superior de yesos y arcillas, corre

desde el Zaricejo y Sierra Carbonera, casi sin solución de continuidad, contorneando las sierras de Salinas y Cabrera, por bajo de la cual se enlaza con el isleo que infrayace en Peña Rubia, y de este modo toda la entrada del río, desde la llanura del Villena a la de Sax, se efectúa sobre Triásico, que continúa en forma de cerretes dando la vuelta a La Cabrera, y por las partes más bajas de barrancos y caminos se sigue descubriendo hasta la laguna de Salinas, parte de cuyo fondo debe formar.

Las únicas variaciones de presentación se refieren a la coronación de algunos de los cerrillos del Keuper arcilloso por las calizas negras fétidas y siempre brechiformes en la base.

En una de las colinas hay descubiertas unas ofitas que se explotan en cantera y que forman un núcleo resistente en este terreno, tan blando por sus arcillas y permeable en sus yesos.

Dentro de la planicie de Sax sólo se encuentra el Cretáceo en la base de Peña Rubia. Los estratos parecen más antiguos que los de San Cristóbal y tienen como capas inferiores las calizas de *nerineas* (aptienses), a las que se superponen unas arcillas verdes, las cuales a su vez sostienen un tramo de arcillas y areniscas coronado por margas rojas bastante fosilíferas con *Ostrea carinata*, terminando todo por la *tosca* o travertino cuaternario. Desde el punto de vista de los posibles alumbramientos, esta formación no tiene más papel que el de pared inerte e impermeable, no apreciándosele fisuras de paso de agua, como ocurría en la de Santa Lucía de Villena.

Pertencen al terreno Numulítico todas las demás sierras que rodean el valle de Sax y, como hemos indicado, se manifiestan en tres tramos: calizas milonitizadas con *alveolinas* sobre el pueblo en transgresión sobre el Trías; con *Numulites aturicus*, *perforata*, etc., en el barranco de la Torre, y en capas de *operculina* en el estrecho de Santa Bárbara, de modo que parece que de Norte a Sur van ascendiendo geológicamente.

Ya en la cuenca de Sax la existencia del Mioceno está bien manifiesta, apoyándose las areniscas con *Pecten* y otros restos (helvéticas) sobre los estratos eocenos en discordancia; las molasas miocenas se ven detrás de la Iglesia y en la gran trinchera del ferrocarril. También hemos indicado en la parte geológica la presencia de unos isleos de Mioceno lacustre en la ladera oriental del valle de Sax, compuestos de arcillas inferiores y yesos cristalizados en capas en la parte superior (Cerro del Sombrero, de las Almejas, etc.)

En cuanto al Cuaternario y sus niveles o lentas corrientes acuíferas, haríamos las mismas consideraciones que para Villena, salvando la proporción que corresponde a las menores dimensiones, pues este valle, de Cámara al Puntal, tendrá seis kilómetros, pero hay que contar con los cerros miocenos, que ya no son llanura.

Corrientes: puntos marcados. — Las aguas alumbradas en las planicies de Sax alcanzarán solamente, en total, a unos 50 litros por segundo, es decir, cosa de un 3 por 100 de las extraídas en Villena.

El agua que pueda escapar de las bien hechas instalaciones de «Los Belgas» y de «La Colonia», filtrará en el terreno Triásico de la salida del valle y con él deberá entrar en Sax, pero con toda la indecisión que da un terreno de arcillas y yesos, y así vemos que ni una presa antes de llegar a Sax, ni pozos en las arcillas antes de este pueblo para abastecer las huertas han dado resultado, por las escasas aguas encontradas o por perderse éstas al poco tiempo, según es frecuente en las formaciones triásicas.

Las cuaternarias del barranco de la Torre, aunque en pequeña escala, ya han sido más investigadas, pero siempre por minas (a la salida de la Rambla y en la Casa de la Cueva) y pocillos de muy escasa profundidad. Ahora bien, como en este valle no hemos comprobado el Mioceno, no nos decidi-

mos a señalar sino un sondeo en el siguiente punto: «A la mitad de distancia, entre la barraca de Paula y el puente de la carretera de Sax a Castellón, en su origen.» En este sitio, y con capacidad para 50 a 100 metros, deberemos cortar el Cuaternario de la Torre hasta la barrera arcillosa del Keuper.

Las aguas que por el estrecho de arcillas o por el barranco de la Torre penetran en los niveles cuaternarios del llano de Sax deberán estar propicias a brotar en esa reunión de entrada angosta, y así ocurre al pie del puente de Maciá y en las huertas próximas al pueblo; este fenómeno de acumulación de agua en el Cuaternario poroso se repite hacia el estrecho de la salida, en el punto conocido por «El Chorrillo», en donde señalamos otro punto que sirva de enseñanza a la colocación del sondeo profundo del valle y que pueda facilitar algún agua a las tierras de Elda y Petrel, mientras se hace la mayor perforación.

El sondeo para alcanzar el Terciario lo hemos marcado hacia el centro de la especie de cubeta geológica, en el punto que sigue: «Cien metros al Norte del Molino de Juan José, contados en la margen derecha del Vinalopó, aguas arriba y a unos cinco metros sobre el fondo del cauce.» Capacidad, unos 350 metros hasta cruzar el Mioceno.

Damos cortes que aclaren la disposición geológica.

Salinas.

La depresión llamada Salinas está subordinada a la cuenca del Vinalopó por una galería de unos 6.000 metros de longitud que vierte al valle de Sax. La cuenca que le corresponde es bastante extensa, pues comprende desde las sierras Salinas y Cabrera hasta las altiplanicies del Pla de Mañá, en la carretera de Monóvar a Pinoso.

Sobre esta zona hay un estudio del Sr. Mallada, poco conocido y que hemos podido puntualizar geológicamente, por lo cual y su escasa longitud lo insertamos a continuación:

«La laguna del término de Salina de Novelda, ocupa el fondo de una depresión, formada a modo de embudo, entre altas montañas, limitadas al S. por la Sierra de Monóvar, al N. y O. por la de Salinas y sus estribaciones meridionales, y al E. por las de Cámara y los Cabreros, en la que sobresale escueto y riscoso el Peñón de la Moneda. La Sierra de Monóvar y las estribaciones occidentales de la de Salinas, están compuestas de calizas, molasas y conglomerados en capas diversamente onduladas con buzamiento al S.-O. En la prolongación oriental de la Sierra de Monóvar, por las vertientes de la Petiosa, y cerca del collado de Cámara, aparecen unas calizas dolomíticas desgarradas por un asomo de yeso gris con vetas del blanco fibroso. Inferiores a las capas de la Sierra de Monóvar, entre ésta y la de Salinas al O. de la laguna, en el alto de Don Pedro y los cerros del Puntal, se encuentran grandes masas de conglomerados y brechas entre gredas y capas de caliza, en la cual abundan los *briozoos*. También se intercalan entre esos bancos algunos lechos compuestos casi exclusivamente por agrupaciones de conchas correspondientes a la *Ostrea crassissima*, especie característica del Mioceno superior, al que corresponden los montes que limitan a la laguna por su mitad meridional.

»Los crestones de la Sierra de los Cabreros son la prolongación occidental de los erizados riscos del Castillo de Sax, en los cuales, aunque muy escasos, se hallan numulitos, característicos del Eoceno.

»La Sierra de Salinas presenta en su base unas calizas magnesianas, granujientas, que pueden ser triásicas, pero en su mayor parte son compactas, grises amarillentas, con man-

chas róseas, propias del Cretáceo. Así puede comprobarse siguiendo el barranco de los Alainos, entre dos y cuatro kilómetros al N. del pueblo, en los cerros de la Bola, en el Peñón Colorado y otros inmediatos, por el ángulo N.-E. de la hoya de la laguna de Salinas; pero quedan ocultas parte por las aguas, y en su totalidad por los diversos mantos de acarreo recientes, que varían en su composición y en sus espesores, según los diferentes caracteres y la mayor o menor proximidad de las rocas cretáceas, eocenas y miocenas de los distintos picos y montes que rodean a aquélla. Tocando a los bordes de la laguna, por debajo de la casa del Toril, se descubrieron en una zanja las margas cenicientas con mucho guijo y cantos menudos de caliza. Estas tierras margosas y pedregosas continúan por el lado meridional de la laguna, mas por la parte oriental y del S. E., hacia las casas de Alpañer, están cubiertos por mantos de caliza tosca y de travertino compacto; este último formando brechas de cantos gruesos. Tienen su principal desarrollo al W.-E. del pueblo, avanzando dos kilómetros hasta tocar las calizas de la serie secundaria que componen su sierra.

»En la exposición dirigida al Sr. Ministro de Fomento por el Sr. D. José Luis Gómez, suplicando la subvención necesaria para continuar sus trabajos de alumbramiento de aguas subterráneas en terrenos de su propiedad inmediatos a la laguna, hace constar que de las varias labores practicadas sólo una fué medianamente acertada, llegando con la sonda hasta los 30 metros de profundidad. A los 12 de perforación se atravesó una capa de dos metros de espesor de gravas con arcillas que dió alguna agua ascendente, pero en muy corta cantidad. Pasada aquella capa se volvió a encontrar terreno francamente arcilloso que continuó hasta los 30 metros a que pudo llegar la perforación. Los primeros 12 metros citados corresponden a los depósitos de acarreo reciente y los restantes

podrían pertenecer a las arcillas del Trías, mas por haber desaparecido los testigos, por los arrastres de las aguas, esto no se puede afirmar de un modo seguro.

»Para reconocer la cantidad y calidad de las aguas subterráneas inmediatas a la laguna y las distintas profundidades a que se encuentran, examiné varios de los pozos de las muchas casas y alquerías que la rodean. En casi todos ellos la altura que alcanza el agua es de un metro próximamente, pero sus niveles piezométricos coinciden con el de la laguna; y por consiguiente, aquéllos son tanto más profundos cuanto más altas se abren sus bocas. Por el lado de Poniente, el de Gazpacho alcanza hasta 36 metros de hondo, los de Potete y Conejo unos 30, el de Biar, 25; el de Purtal, 21, y el de los Demetrios, 12; coincidiendo estas cifras próximamente con sus cotas sobre el nivel de la laguna. Los pozos de las norias de la Molineta descienden bastante más bajos que este nivel, pues alcanzan 8,50 y tienen cerca de dos metros de agua; pero junto a ellos hay otro que sólo tiene 4,50 de profundidad, con cerca de un metro de agua. En los tres, este agua es mucho más potable que en los anteriormente citados.

»Todavía es de mejores condiciones la de los pozos que hay al E. del pueblo, por el lado N. de la laguna, según se observa en los de Rincho y de San Juan, que tienen de cuatro a cinco metros de profundidad.

»Por el costado oriental de la laguna las aguas son demasiado blandas, pero no saladas ni amargas, y así se comprueba en el pozo de la casa de Don José, que tiene tres metros cincuenta centímetros de profundidad; en el de Soler, que mide 14,50, de los cuales tres tienen agua; en el de Juan Hellín, situado a mayor altura, que para un metro de agua profundiza hasta los 21,50, y en el de Alpatien, que ahonda hasta los 14. Los de la casa del Toril y el de la Viña, que están mucho más bajos y próximos a la laguna, contienen un metro de

agua con las profundidades respectivas de tres y de cinco metros.

»Por el lado del S. los pozos de la casa de Don Luciano tienen 10 a 11 metros de profundidad; los de la Selva, unos 18 y otro 21,50; el Chol, bastante más bajo, sólo mide 5,50, con agua muy salada e inaprovechable; el de la Noveldera, más alto que los anteriores, llega a 25, y los de la Alberta y de la casa del Collado, todavía más altos, profundizan hasta los 33. En oposición a estos últimos, los de la noria de Calpena, situados en la parte baja de la hoya, no pasan de siete metros y recogen un 1,50 de agua, cuyas cualidades mejoraron con la apertura de una galería dirigida hacia Poniente de 50 metros de largo.

»Por lo que respecta a la primera calidad de las aguas se observa que en los pozos del costado oriental de la laguna son dulces y potables, las del lado meridional son algo amargas y las del occidental más bien saladas. Esta circunstancia ha hecho sospechar que por el lado de Poniente es probable existan algunos yacimientos de sal gemma o tal vez algún manantial salino, que hace de las aguas de la laguna marquen hasta 10 grados en el barómetro de Beaumé, punto acerca del cual habré de insistir en las conclusiones de este informe.

»Todas las casas de la hoya de Salinas tienen su aljibe para poder disponer de aguas potables, pero en los años más secos sus habitantes tienen que recurrir en el verano a la de los pozos que no sean completamente impotables.

»Si bien la extensión superficial de la hoya de Salinas es mucho más reducida que la de los llanos y vegas de Sax y de Villena inmediatos a ella, sus analogías topográficas y de composición con estos últimos son evidentes. Y como quiera que en dichos dos términos colindantes, según hace notar en su solicitud el Sr. Gómez, dieron resultados muy satisfactorios los trabajos para alumbrar aguas ascendentes, gran parte de

las cuales se conducen hasta Alicante, con fundamento se pudiera esperar buen éxito de los sondeos que se efectuasen en esta hoya. Por tanto, el Ingeniero que suscribe opina que sería momento oportuno de acceder a lo que solicita dicho Sr. Gómez Navarro, si no mediase una circunstancia que aconseja aplazar la continuación de sus trabajos de sondeo para después que se haya desecado y saneado la laguna, según al mismo interesado se ha concedido por Real orden de 24 de diciembre de 1906.

»Con arreglo a mis informes tomados en la localidad, para la desecación de esa laguna, cuya superficie es de unas 300 hectáreas, será preciso perforar un túnel de unos 6.000 metros de longitud a fin de verter sus aguas por debajo de la villa de Sax. Es evidente que para obtener mejores y más seguros resultados de los trabajos de alumbramiento de aguas subterráneas en la hoya de Salinas se debe esperar a que ésta quede enteramente en seco. Entonces se podría examinar detenidamente la composición de las rocas de su fondo y elegir en la citada extensión de su suelo el punto o los puntos más convenientes para el objeto que los que ahora se hallan al alcancen de nuestro examen en torno de sus orillas.

»Todavía hay otra razón para aplazar la continuación de los sondeos hasta después que se desagüe la laguna. Las aguas que en ésta se reúnen como procedentes de lluvias, serían enteramente dulces si no hubiese en el fondo uno o varios manantiales de agua salada que las hace marcar hasta 10 grados en el areómetro de Beaumé, y, por tanto, impropias para el riego y para los usos domésticos. Se tiene esto por tan seguro en la localidad que hasta se precisa, con razones fundadas, que esos manantiales de agua salada deben hallarse por el lado de E., hacia donde son más salobres las aguas de los pozos, así como en las inmediaciones de la noria de Calpena.

»Una vez desecada la laguna, se vería claramente por dónde brotan los manantiales salados, sería obra sencilla y de poco coste aislarlos, examinando si por su caudal y por su graduación merecían beneficiarse para obtener la sal gemma, como se hace en las salinas de Villena, y determinar, por fin, con mucho acierto el punto o los puntos donde convendría en caso afirmativo, la continuación del alumbramiento de aguas subterráneas, una vez conquistada para el cultivo la mayor parte de la superficie actual de la laguna.

•Madrid, 30 de abril de 1908. — *El Ingeniero Jefe*, LUCAS MALLADA. — Es copia para D. José Luis Gómez. — *El Director general*.»

Vemos, pues, que subsiste la conveniencia, en la que coincidimos con Mallada, de practicar un sondeo hacia el centro de la laguna, aun cuando nuestro propósito sea más explícito y de mayor alcance, en sentido de profundidad; nos referimos a la perforación del Mioceno (helvético) de la base, a unos 200 metros de profundidad. El sitio es la caseta del llamado pozo Indio, dentro de la laguna.

Llanura de Elda.

La constitución geológica de este llano es bastante sencilla. Todas las sierras que forman las laderas rodean en círculo al gran valle y se podrían enumerar así: Torreta, Sierra Cámara, Bolón, Beties, Sierra de Bateij, Chaparral, El Cid, Sierra del Caballo y Caprala, que cierra al contorno en Santa Bárbara. Todas estas sierras y lomas son eocenas, del tramo de las molasas con *operculinas* y demás *foraminíferos* y tienen buzamientos variables de Noroeste a Sureste según los pliegues dominantes.

Este Eoceno descansa sobre el Keuper de arcillas y yesos, que asoma también casi en redondo y al pie de los montes antes citados, realizándose la unión por calizas milonitizadas del Trías o numulíticas. Ya no nos queda por citar sino los terrenos modernos: el Mioceno con maciños de *briozoarios* y restos de conchas se apoya sobre el Eoceno, levantando sus bordes en el Bolón, Bateij y sobre todo en Petrel, buzando hacia el interior del llano de Elda cubierto por la potente formación cuaternaria.

Las consideraciones que hemos tenido para la colocación en el centro del sondeo que haya de atravesar el Mioceno, así como su profundidad, son las mismas que nos guiaron en las llanuras anteriores, por lo que evitamos su repetición.

El punto marcado es: 100 metros al Este de la esquina Noreste de la casa llamada de Los Dolores en el centro del valle de Elda. Capacidad, hasta 500 metros, de los que se suponen por lo menos 150 metros de Cuaternario y el centro de Mioceno hasta llegar al Trías.

Como tanteo previo deben practicarse tres sondeos de 50 a 100 metros en el diluvial, rodeando aproximadamente el centro; éstos serán: uno, unos 100 metros al Sur de la llamada casa de Don Carlos; otro, entre Belda y Petrel, para recoger las corrientes de este punto y otro tercero en el Campo Alto, entre Bolón y Bateij, 400 metros al Noroeste del Pino Alto. Señalan corrientes de antiguas ramblas y están bastante alejadas del Trías circundante.

Las corrientes freáticas de Elda entran por el estrecho de Santa Bárbara, por bajo de la Lometa y ceñidas a las laderas eocenas, y reunidas con las que bajan del macizo montañoso del Cid, tienen que salir por el estrecho del Bateij en molasas eocenas atravesadas a la corriente. Este conocimiento de entrada y salida del agua cuaternaria en la cuenca de Elda a través de estrechos de molasas da ocasión de es-

tudiar el establecimiento de presas de cierre, cortando aluviones cuaternarios hasta la roca; las características serían como sigue:

La presa posible en el estrecho de Santa Bárbara se podría ubicar unos 100 metros aguas abajo de la antigua presa del Vinalopó con embalse de escasa capacidad y hoy muy aterrado.

La presa que aconsejamos tendría apoyos resistentes y la rasante del embalse podría levantarse unos tres metros sobre la actual coronación, pues el puente del ferrocarril se eleva unos cinco a seis metros sobre el agua del pantano.

El tramo del emplazamiento es recto, de Norte a Sureste; la pared izquierda y el estribo de su lado se podrían considerar como indefinidos en las molasas eocenas, mientras que el estribo derecho sería una serreta de molasas resistentes y bastante impermeable, de unos 300 metros de espesor en la base desde la Fábrica de Lona hasta el barrio de la Torreta, aguas abajo.

Esta presa, que se tendría que encajar unos cuatro a cinco metros por bajo del Cuaternario, cortaría el paso de las aguas freáticas del llano de Sax.

En el Bateig las molasas se atraviesan a la corriente y buzan hacia aguas arriba. En este sitio, como ocurría en Santa Bárbara, ya había otra presa establecida de antiguo, pero con muchas filtraciones y no bien apoyada en la roca inferior.

Para fundar bien la posible nueva presa convendría, según el croquis, hacer cinco sondeos de 10 a 12 metros en el perfil del paramento de aguas arriba del puente del Sambo, por donde cruza el ferrocarril. Esta presa, que había que encajar en la roca sana del Eoceno, cortaría el paso de las aguas cuaternarias del llano de Elda y permitiría modularlas.

Casos de Petrel y Monóvar.

Tienen disposición geológica parecida y de difícil solución en cuanto a la investigación de aguas; ambos casos han sido bastante bien trazados en los estudios anteriores a los que referimos al lector (Bibliografía).

En Petrel los terrenos modernos, particularmente el Mioceno margoso y las molasas de *pecten* están apoyadas sobre el tramo alto del Triás con arcillas y yesos. No hay posibilidad de aguas artesianas por estar el Mioceno roto y con los estratos presentados de punta en los estrechos barrancos, en los cuales escasamente caben corrientes cuaternarias de importancia. En cambio sí pueden tenerla las aguas, que a modo de filonianas, podrían venir por las fisuras de las rocas duras superiores, como las molasas de la Sierra de Cardenes, prolongación de la del Caballo en el barranco de Pusa y en la ladera derecha, del cual, por medio de una galería de 600 metros en las molasas miocenas, extrae el Sindicato de Sax unos 15 litros por segundo, que es el mejor manantial procedente de roca que hemos visto fuera del de Sax.

Nuestra proposición, y dado caso que las rocas de ambas laderas sean idénticas, sería emboquillar al SE., normal a la ladera izquierda, una galería de 150 a 200 metros que siguiese las fisuras de las molasas dentro del monte.

Llanura de Novelda.

Es quizá tan grande como la de Elda y con una constitución geológica parecida: Triás como apoyo profundo de las tierras del contorno y Eoceno en las cimas. En lo que no hay

tanta identidad es respecto a los terrenos modernos, pues aun cuando el Cuaternario cubre toda la llanura, lo mismo que ocurre en Sax y en Elda, en cambio los asomos del Mioceno marino típicos son mucho más escasos, y para precisar, sólo se encuentran en las laderas de la Lometa de Monforte, en las Chiricholas de la Serreta Llarga y en el Monte Agut, como si determinasen una pequeña cuenca al Norte de Novelda y Monforte.

En todas las sierras occidentales del valle de Novelda, Duaima, Beties, Horna, los depósitos son propios del Eoceno, lo mismo que ocurre en las lomas orientales y en los montes de Aspe.

Desde este pueblo y Monforte hacia el mar, parecen encontrarse capas del Mioceno que se corren a las manchas de Elda y Alicante representando problemas distintos a los propuestos para la cuenca del Vinalopó. Además, en realidad, la llanura de Novelda carece de estrecho geológico como ocurría a las superiores, y aun cuando es de suponer existan los estratos miocenos por bajo de los mantos diluviales aconsejamos, hasta comprobarlo y ver como se comporta un sondeo, reducir los estudios y la perforación a la parte en que está manifiesto el Mioceno, entre Monforte y Monte Agut, en el centro de cuya menor explanada proponemos la situación de este sondeo de ensayo que decidirá quizá la colocación de otros entre Novelda, Monforte y Aspe, advirtiendo, no obstante, que el Trías manifestado por terrenos yesosos y salinos o de aguas amargas, debe de estar cerca de la superficie.

En cuanto a los niveles freáticos cuaternarios son muy escasos en todo el cañón triásico desde Bateig al estrecho de Monte Agudo y La Mola, pero desde aquí hacia Levante reciben las corrientes principales por bajo de los mantos diluviales de la Serreta y la Silla, así como del terreno suave al E. de Monforte, en el llano de cuya villa el isleo saliente

de la Lometa tiene que forzar a las corrientes a dividirse, y en esos puntos N. y S. de la Lometa, favorece la formación de más nutridos horizontes acuíferos, según hemos podido comprobar, particularmente al Norte, donde convergen las corrientes del macizo del Cid.

No siendo nuestro objeto directo el estudio de las aguas cuaternarias, y estando éstas dominadas y en descenso por la gran cantidad de instalaciones de extracción, evitamos por ahora una enumeración detallada que aumente la inevitable aridez de este trabajo. La extracción actual de aguas será de unos 100 litros por segundo.

Del valle de Novelda hay Bibliografía anterior.

La Romana.

La Rambla de la Romana, que se enlaza cerca de Aspe al Vinalopó, es un valle de cuenca regular y de una posible solución que indicaremos.

Desde Aspe hacia aguas arriba atraviesa la depresión de la Romana la mancha eocena de la Horna con algún depósito Cretáceo en su base, pero sin el Mioceno que el Sr. Novo representa con alguna amplitud. Desde el poblado de la Romana son Jurásico al Sur: La Cruz, Ofra, Cava Fria, Cava Rasa y el Eoceno al N. (Duaima, Zafra), las que recogen las aguas concentradas en los espacios modernos diluviales hasta el llamado Campo de Monóvar, desde donde se empiezan a descubrir molasas miocenas que, muy probablemente, penetran por bajo de los mantos diluviales que suben, cuenca arriba, hasta la llanura, casi depresión, de Pla de Mañá, en la carretera de Monóvar a Pinoso y que recuerdan las condiciones de la laguna de Salinas, a la cual se enlaza la vertiente de la Romana con un puerto muy suave.

El estrecho a que nos referíamos para la contención de corrientes freáticas existe en el Campo de Monóvar, entre la investigación llamada «Pohuet des Serrans» y la casa de los Sres. Ruiz (Catalanes), del barrio del Campo. La roca es la molasa miocena, bien manifiesta en la cantera llamada de Alfurins; tiene estratificación marcada hacia el SE. y una serie de pequeños deslizamientos al NO., pero la roca es resistente y parece impermeable, por lo cual creemos que, después de efectuar un perfil de tres sondeos de unos 40 metros en el estrecho marcado, se podría construir una presa interior; el buzamiento en la ubicación es contrario a la cantera.

RESUMEN DE LAS INVESTIGACIONES Y OBRAS POSIBLES Y CONVENIENTES

VILLENA

Sondeo. — Cruce de la Vereda Real (límite de provincia) por el camino vecinal de Caudete a Villena. — 500 metros.

Sondeo. — Cien metros al Este de la caseta del ferrocarril. Unos 300 metros del cauce artificial del Vinalopó. — 500 metros.

SAX

Sondeo. — A la mitad de distancia entre la Barraca de Paula y el puente de la carretera de Sax a Castella. — De 50 a 100 metros.

Sondeo. — Cien metros al Norte del molino de Juan José, contados en la margen derecha del Vinalopó, aguas arriba y a unos cinco metros sobre el fondo del cauce. — 350 metros.

Sondeo. — Uno de 40 metros en «El Chorrillo».

Sondeo. — Caseta de Pozo Indio (Salinas). — Capacidad para 200 metros.

ELDA

Presa de Santa Bárbara, 100 metros aguas abajo que la antigua y recrecida unos tres metros. Trozo recto; roca sana.

Sondeo. — Unos 100 metros al Este de la esquina NE. de

la casa llamada de los Dolores, en el centro del valle de Elda. 500 metros.

Tres sondeos de Cuaternario. — Previamente deben practicarse tres sondeos de 50 a 100 metros en el diluvial, rodeando aproximadamente el punto anterior: uno 100 metros al Sur de la llamada Casa de Don Carlos; otro entre Elda y Petrel, y el tercero en el Campo Alto, entre Bolón y Bateig.

Presa. — En el paramento aguas arriba del puente del Sambo; molasas eocenas atravesadas. Sondeos pequeños para fijar la roca sana.

Presa. — Frente a los Catalanes, en la Rambla de la Romana.

NOVELDA

Sondeo. — Unos 100 metros al Sur de la casa de Manuel Bon Matí. — Profundidad, 300 metros.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. DE VERNEUIL. 1856. — *Inconstancia del contacto entre el Triás y otros terrenos.*
2. «Los terrenos secundarios de las provincias de Murcia, Almería, Granada y Alicante», NICKLÉS. 2 de marzo de 1856. *C. R. de l'A de S.—B. M. G. E.*, 7.º, VIII, 2.ª serie, 1906, pág. 35.
3. «Sobre la existencia de fenómenos de cobijadura en la Zona Subbética», NICKLÉS. *C. R. A. S.*, 24 de febrero de 1902. En el *B. M. G. E.*, 1906, pág. 41.
4. «Fenómenos de cobijadura en España en la Zona Subbética», REÑÉ NICKLÉS, *B. M. G. E.*, 1906, pág. 77.
5. «Noticia referente a estudios hidrogeológicos en España», CORTÁZAR. 1906. Del *Boletín XXVIII* (8, 2.ª serie), 1906, pág. 199.
6. «Dos palabras referentes a la teoría de las zonas de cobijadura», R. A. Y., 1906. *B. C. M. G. E.*
7. Cita: «Sur l'existence des phénomènes de charriage en Espagne dans la Zone Subbétique», R. NICKLÉS. *B. S. G. F.*, 4.ª serie, tomo IV, pág. 223, 1906.
8. «Nota acerca de los terrenos secundarios de las provincias de Murcia, Almería, Granada y Alicante», R. NICKLÉS, tomo III, 2.ª serie (69), 1906.
9. «Excursiones a las tierras de la Horna, del Rollo y de Crevillente.» *B. R. S. E. H. N.*, 1907, JIMÉNEZ DE CISNEROS.
10. «Sobre la existencia del Naestrichiense en algunos puntos de la provincia de Alicante.» *B. R. S. H. N.*, marzo de 1914, JIMÉNEZ DE CISNEROS.
11. «Noticia acerca de la existencia de la *Spiriferia*

Möschl Haas y de la *S. Alpina* Opperl en los depósitos del Lías español, Peñas de la Ofra y Michavila, con *Amnacardus*, La Mola de Novelda.» *B. R. S. E. H. N.*, 1915 (69 y 70), JIMÉNEZ DE CISNEROS.

12. *Reseña geológica de la provincia de Alicante*, PEDRO DE NOVO Y CHICARRO. 1915. (Sin bibliografía.)

13. *La sequía en Alicante*, prólogo de Salvador Canals, 1915.

14. «Estudios hidrogeológicos en las provincias de Alicante y Murcia», DUPUY Y NOVO. 1917, *B. I. G. E.*

15. Obras de Cisneros: «Especies nuevas o poco conocidas de la fauna liásica del Sureste de España.» *A. E. P. C.* 1917. Congreso de Sevilla, *Zeilleria Partschii*, opp. (80).

16. «Especies nuevas o poco conocidas de braquiópodos liásicos del Sureste de España.» *B. R. S. E. H. N.*, 1918 (78), JIMÉNEZ DE CISNEROS.

17. «Noticia acerca de la existencia de *Aturia Zic-Zac* Son., en Callosa de Ensarriá.» *B. R. S. E. H. N.*, 1922 (89), JIMÉNEZ DE CISNEROS.

18. «Dos ascensiones a la Sierra del Algayat.» *B. R. S. E. H. N.*, 1922 (90).

19. «Noticia acerca de algunos fósiles titónicos de la Sierra de Mofante (Murcia).» *B. R. S. E. H. N.*, 1922 (88), JIMÉNEZ DE CISNEROS.

20. «Gran depósito de fósiles liásicos en el Cerro de la Campana.» *B. R. S. E. H. N.*, 1923 (91), JIMÉNEZ DE CISNEROS.

21. «Noticia acerca de la existencia del género *Atractites* en el lías alpino del Sureste de España.» *A. E. P. C.*, Salamanca, 1923, JIMÉNEZ DE CISNEROS.

22. *Pygope yenitor*, Pict. en el barreniense de la Alcoraya.» *B. R. S. E. H. N.*, 1924 (97).

23. «El yacimiento liásico de la loma del Rebalso en la

provincia de Alicante.» *B. S. Y. C. N.*, abril-octubre 1924 (99), JIMÉNEZ DE CISNEROS.

24. «Particularidades observadas en algunos Ammonites piritosos.» *B. S. Y. C. N.*, 1924 (100).

25. «Noticia acerca de algunos fósiles liásicos encontrados en la Solana del Algarejo.» *B. R. S. E. H. N.*, 1924, tomo XXIV. Li fósiles.

26. «Encuentro de la especie *Pygope cornicolena* Canad., en el liásico del Cerro de Ayala (Alicante).» *B. R. S. E. H. N.*, 1924. Algún libro fósiles (103). JIMÉNEZ DE CISNEROS.

27. «La Fuente de la Zarza en el término de Abanilla (Murcia).» *B. R. S. E. H. N.*, 1924 (104), JIMÉNEZ DE CISNEROS.

28. «La fauna liásica del barranco de la Calera al Nordeste del Algayat.» *B. R. S. E. H. N.*, 1925 (abril), 95, JIMÉNEZ DE CISNEROS.

29. «Contribution a la connaissance des terrains néogènes et quaternaires marins sur les cotes méditerranéennes d'Espagne.» M. GIGNOUX et M. P. FALLOT. 1926. *Comptes Rendus Congrès Géologique Internationale*.

30. «De la probable existencia del género *Magas* en el Lías alpino del Sureste de España.» *B. R. S. E. H. N.*, 1926 (113), JIMÉNEZ DE CISNEROS.

31. «Algunos fósiles de Mallorca.» *B. R. S. E. H. N.* 1926 (114), JIMÉNEZ DE CISNEROS.

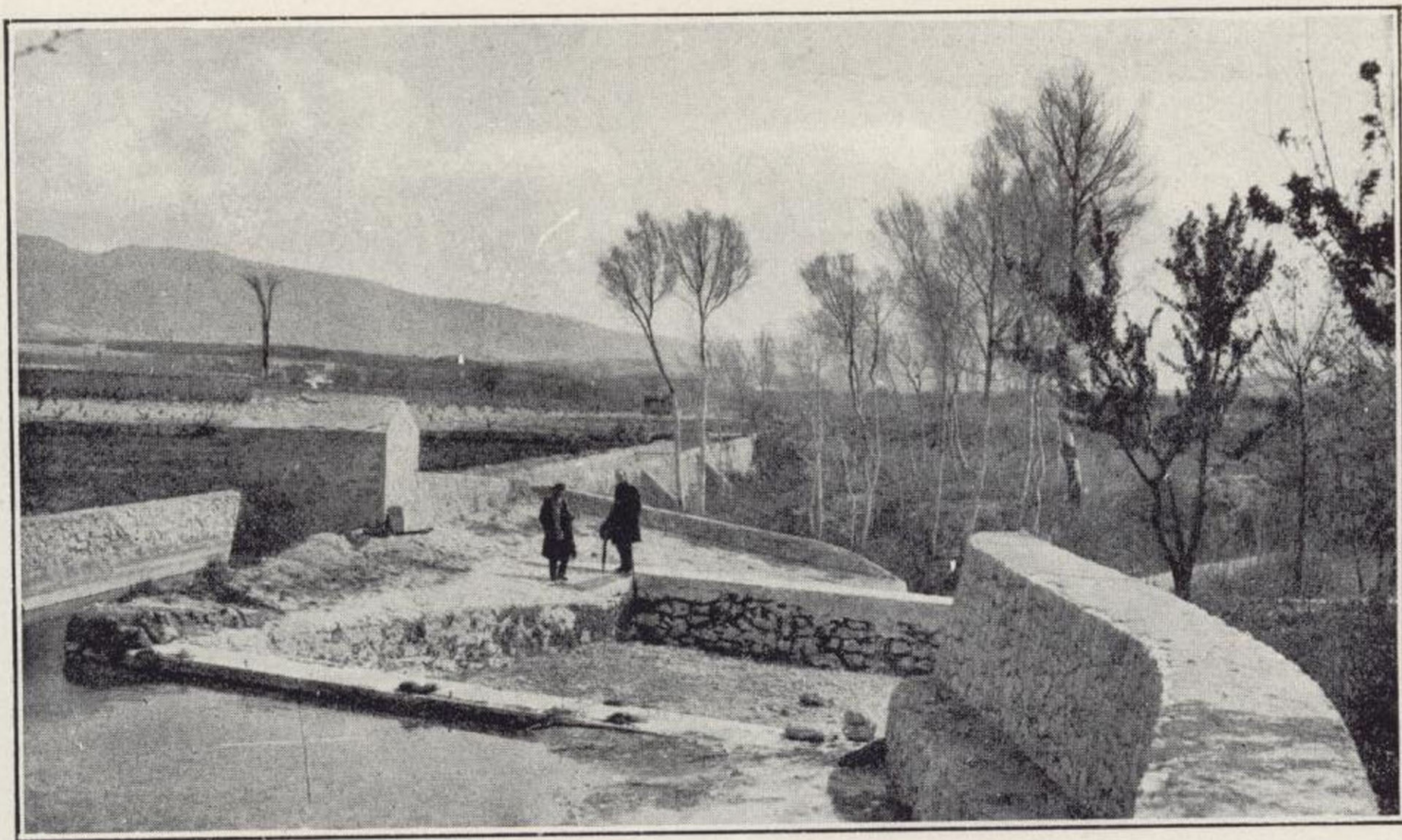
32. «Consideraciones acerca del triásico de España», JIMÉNEZ DE CISNEROS. *Ibérica*. Septiembre 1928.

33. «Notes stratigraphiques sur la chaîne Subbétique», P. FALLOT.

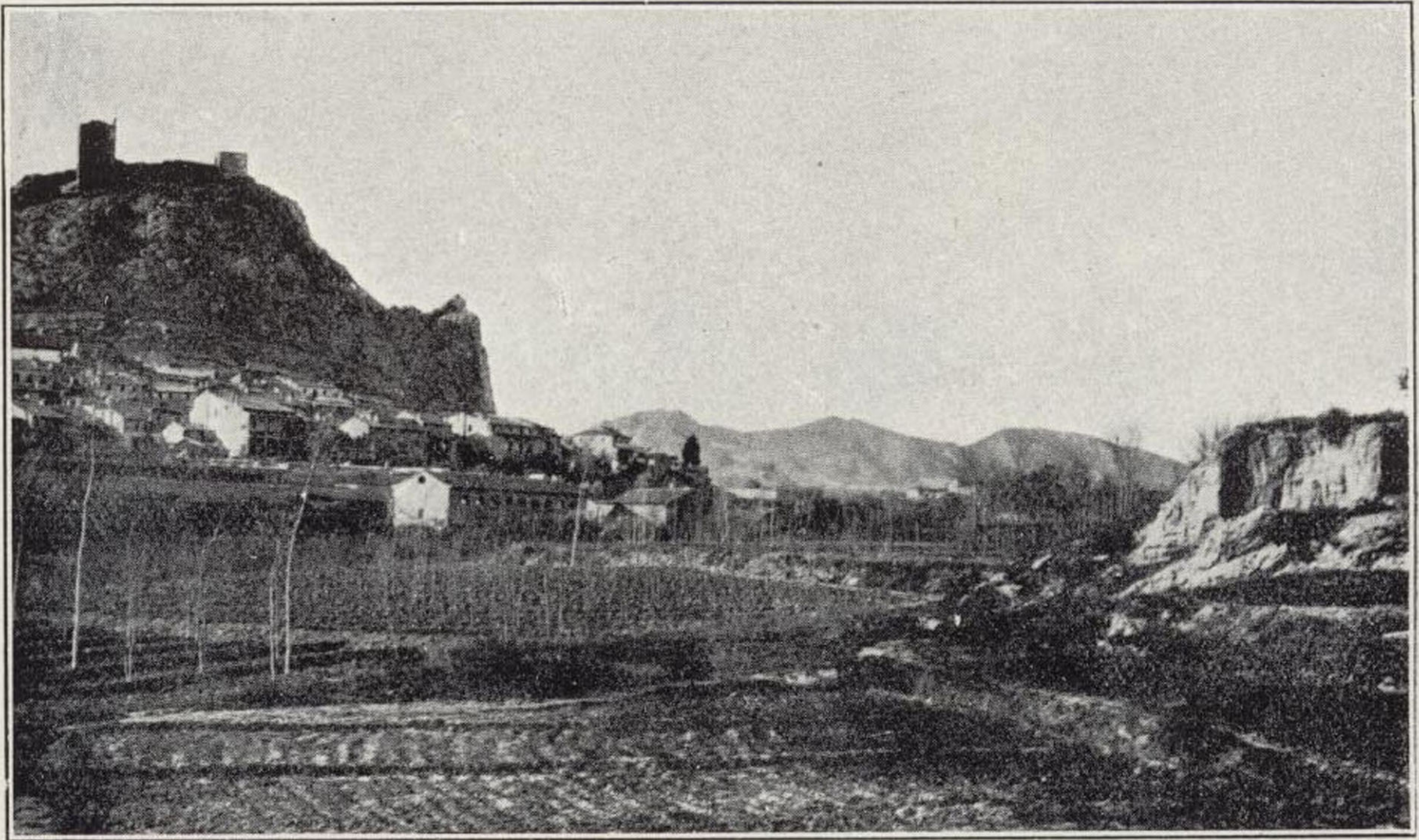
34. *Observations sur la géologie des environs de Cazorra*, FALLOT, págs. 22, 277 y 284.



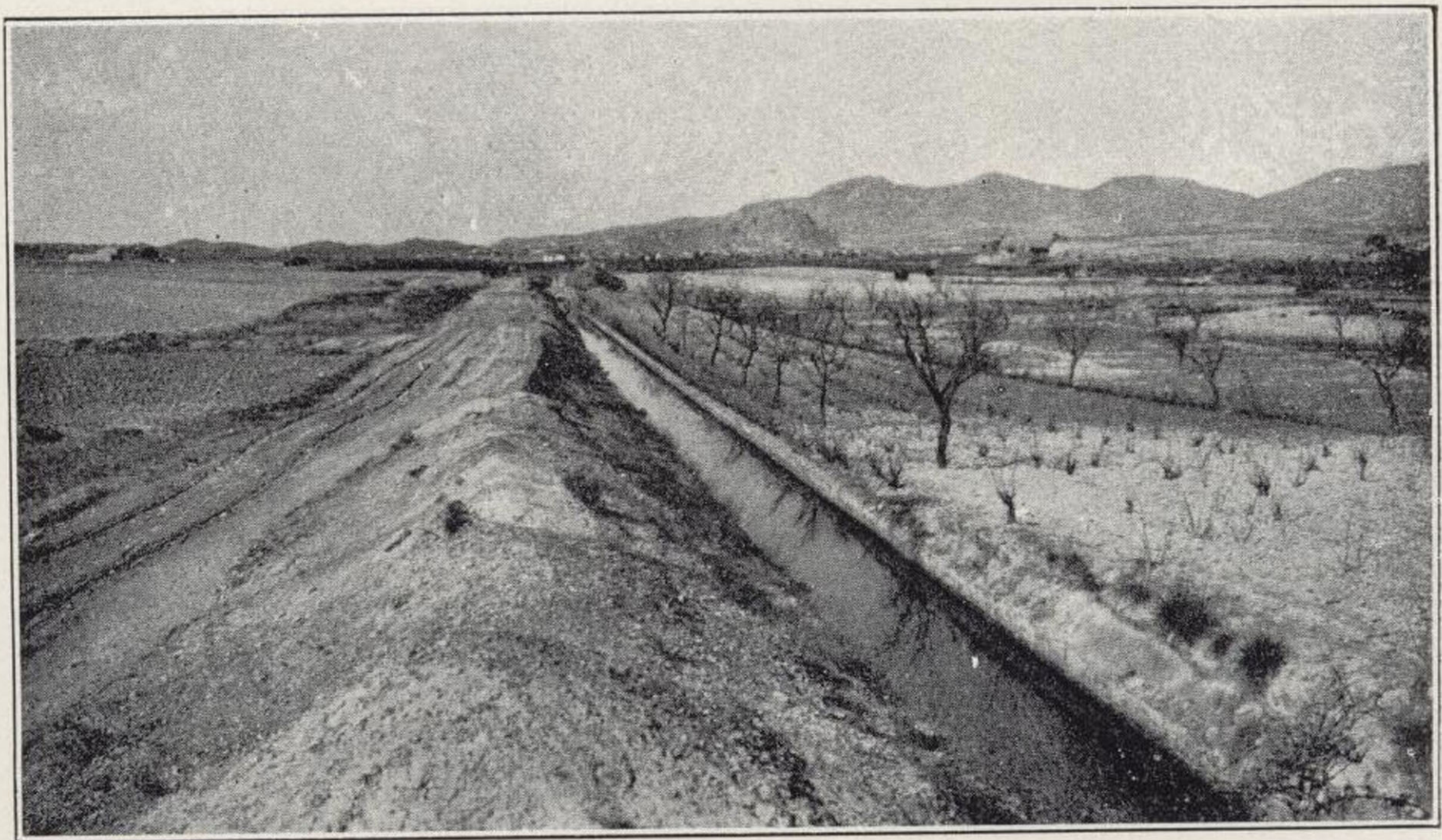
1. VILLENA. — Estribaciones de la Sierra de Santa Lucía (cretáceo); la llanura, en oligoceno y mioceno.



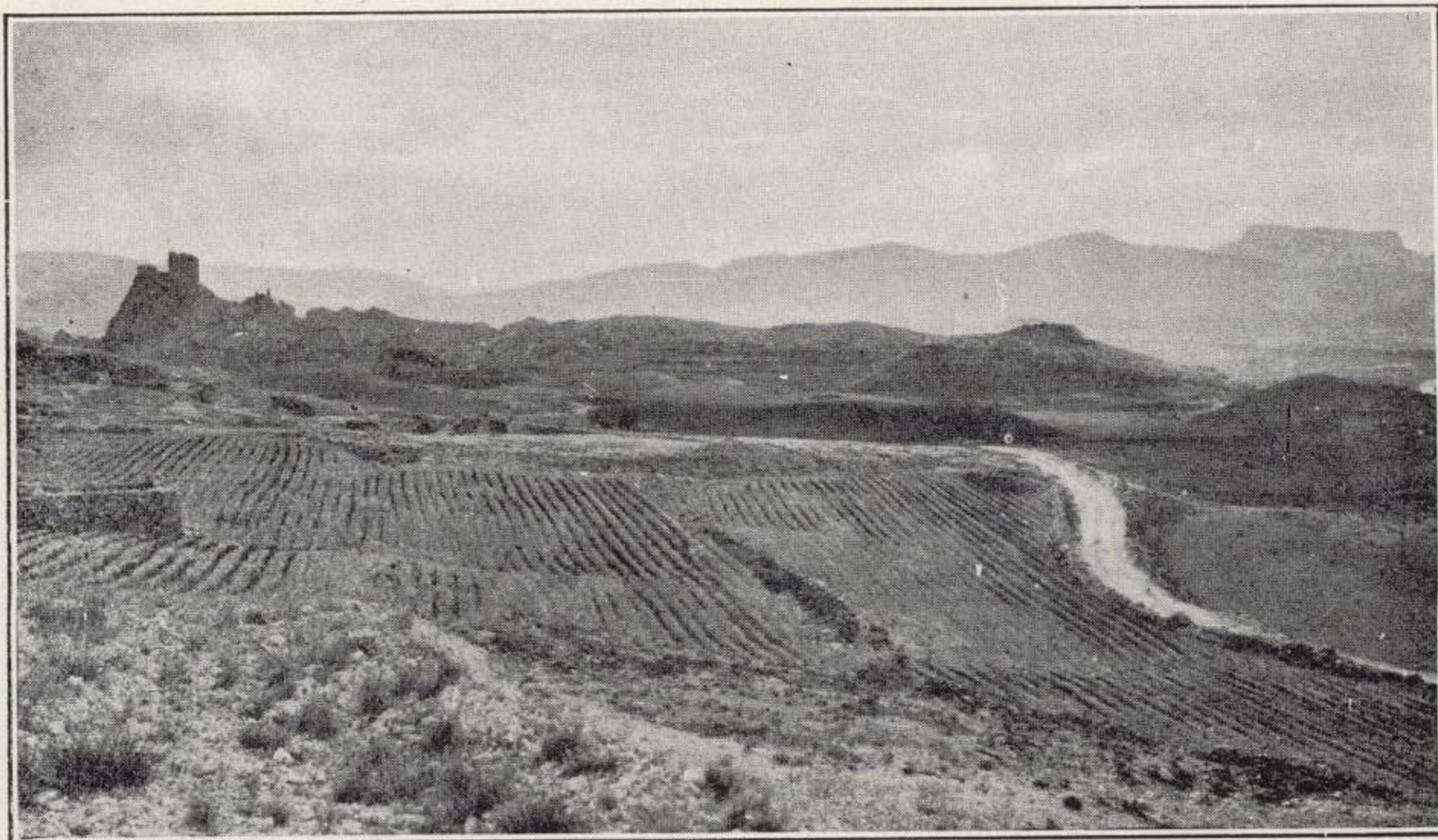
2. Presa de derivación en el Vinalopó, aguas arriba de Sax.



3. Sax. — Los altos del castillo son calizas de *alveolinas*; el pueblo, sobre rocas miocenas; a la derecha, los depósitos cuaternarios.



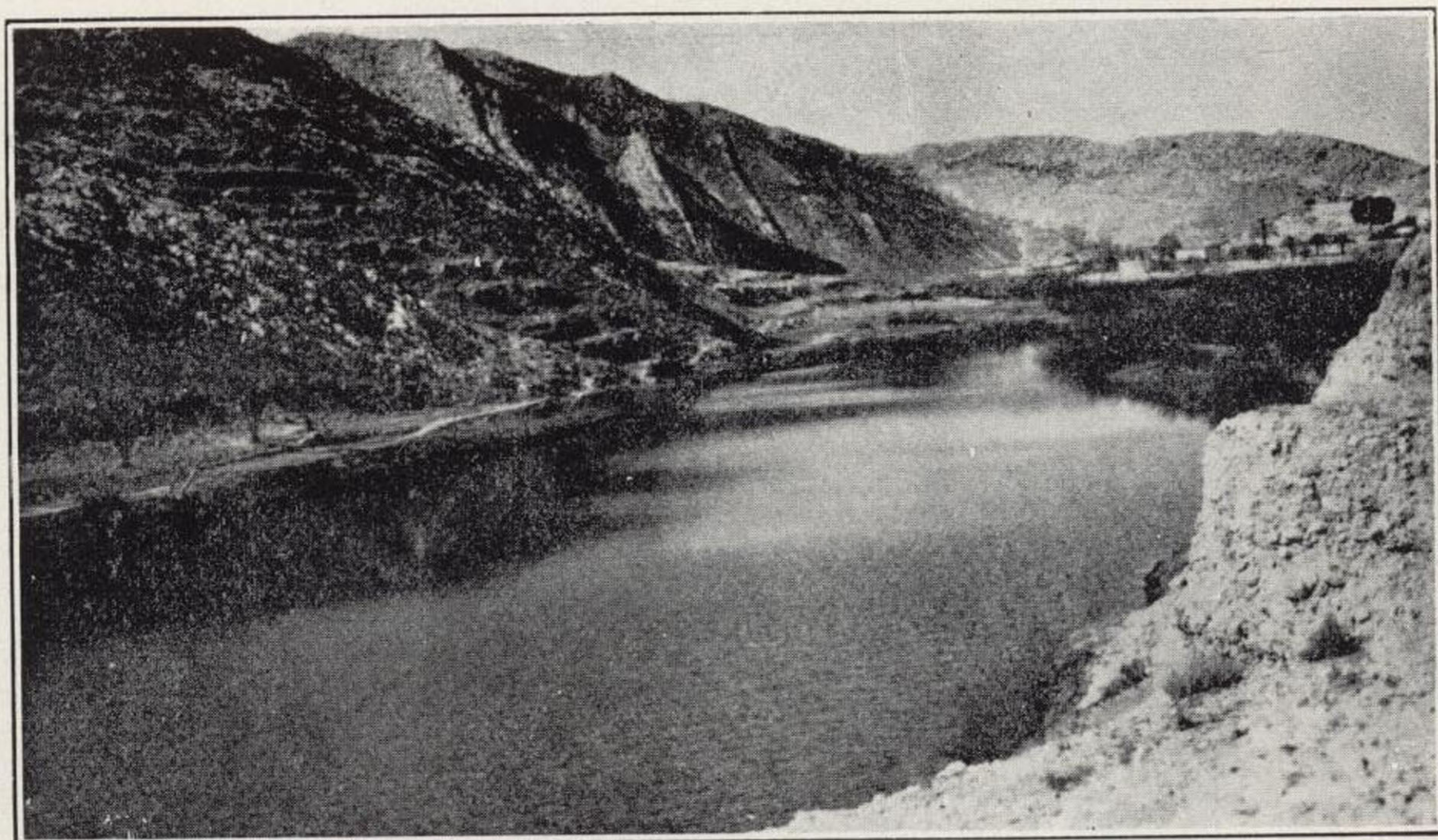
4. Llanos de Sax (al fondo). — Canal de riego.



5. SAX. — Salida de la rambla cuaternaria de La Torre.



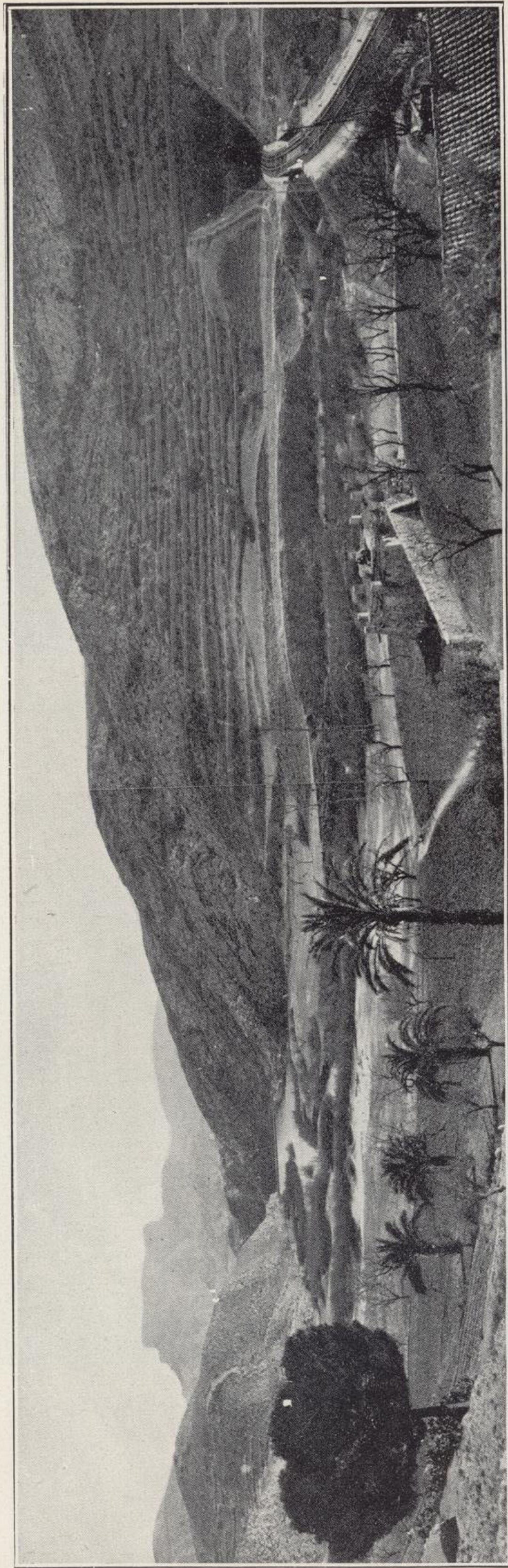
6. Llanura miocena de Salinas y sierra de este nombre al Norte.



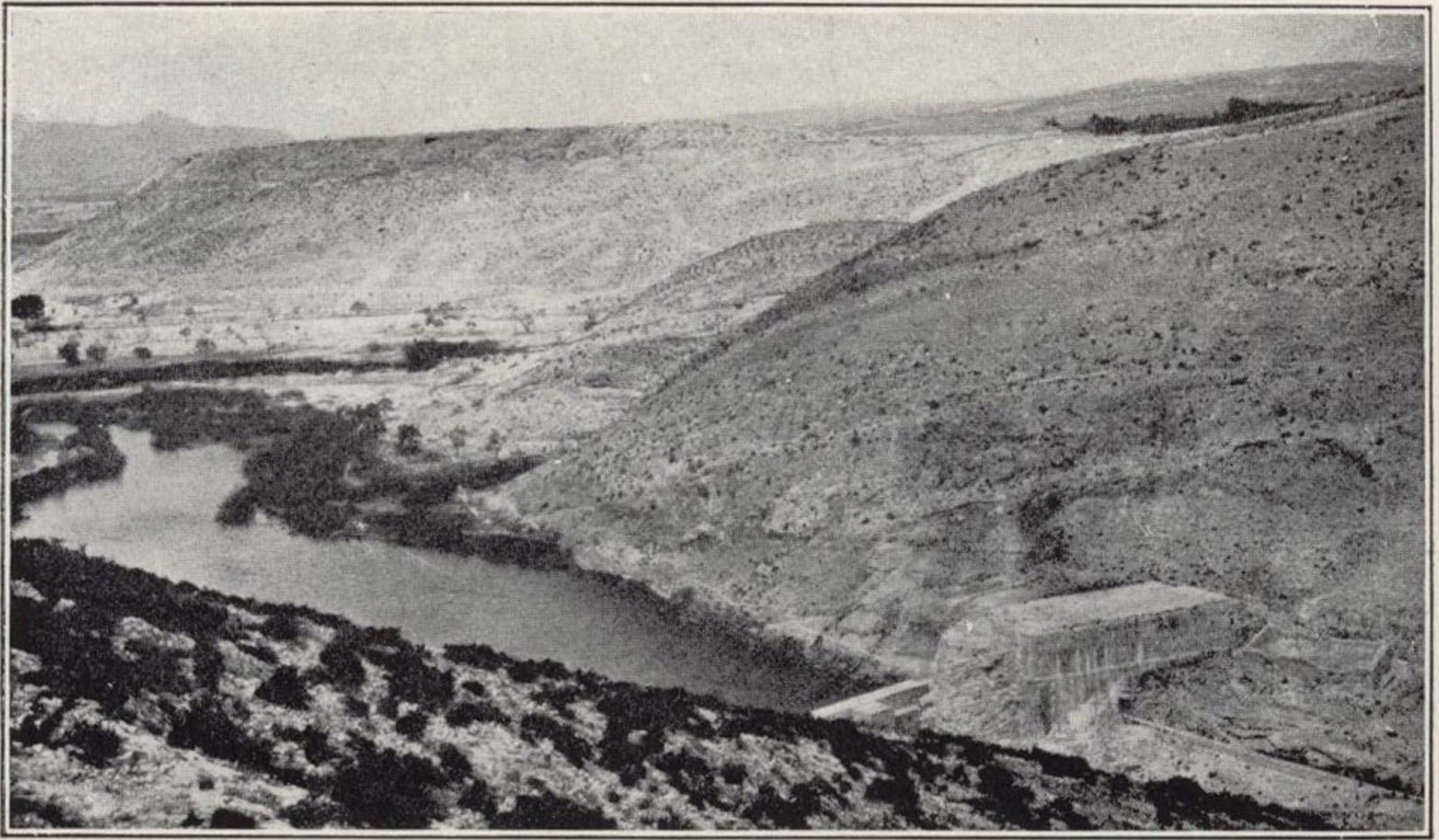
7. Embalse de la presa de Vinalopó. Santa Bárbara.



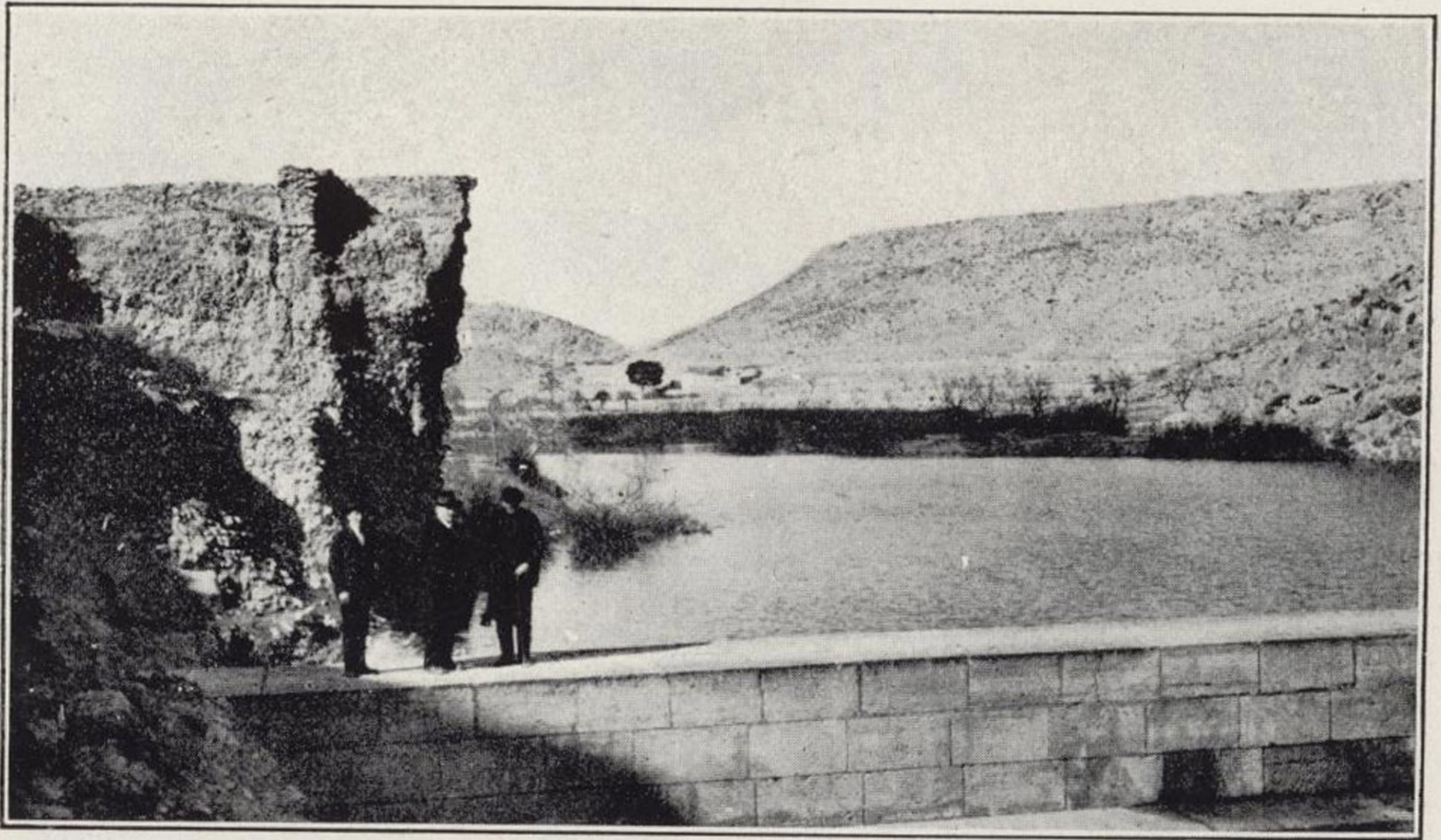
19. Llano de Elda y Petrel en el valle de Vinalopó. Al Norte, la Sierra del Caballo del Cid.



8. Pantano de Santa Bárbara. Sobre Vinalopó. Se aprecia el desnivel entre las aguas y el ferrocarril. Al fondo (S.), la Silla del Cid.



9. ELDA. — Embalse antiguo, aguas arriba de Santa Bárbara.



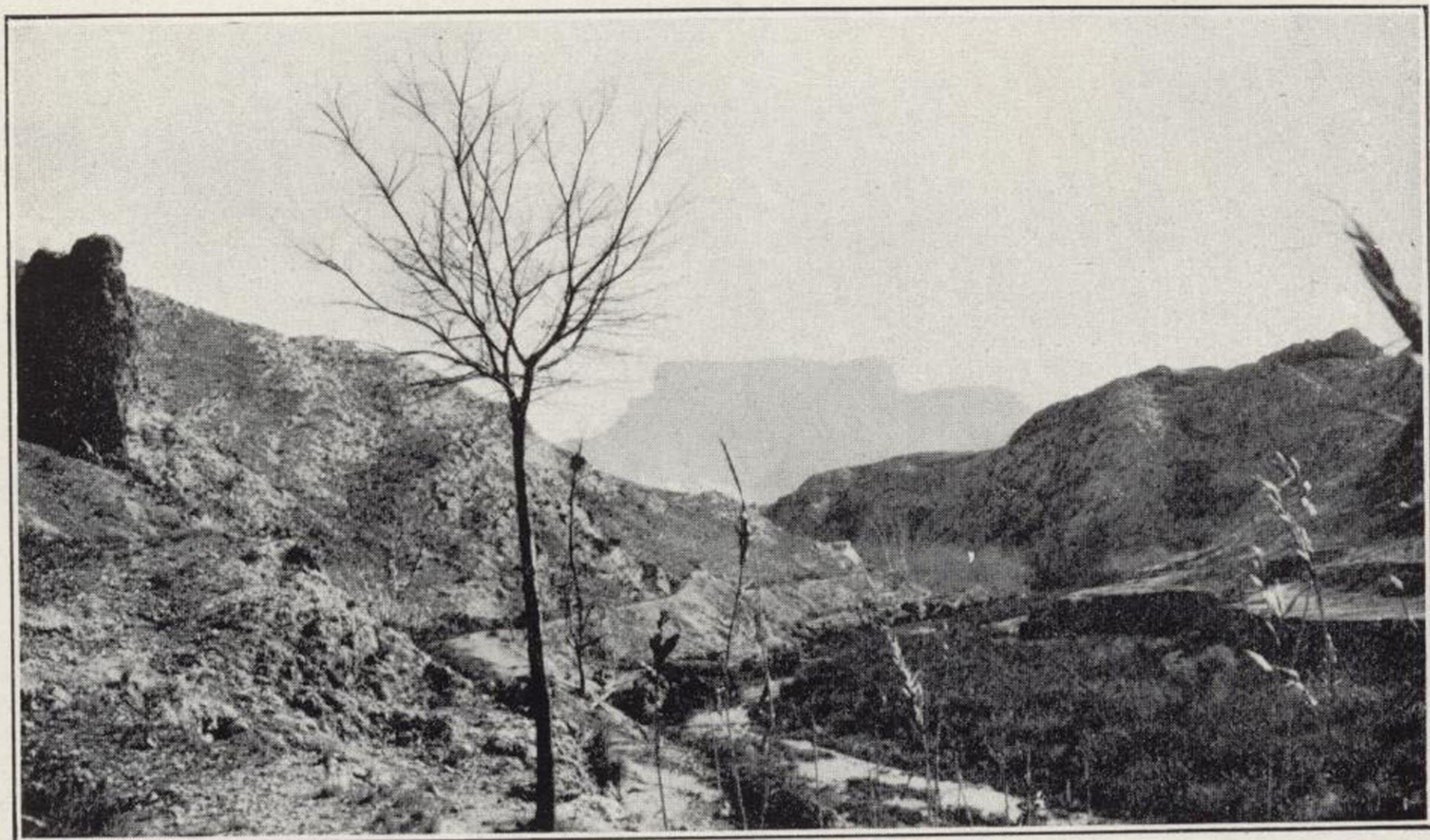
10. Coronación de la presa de Santa Bárbara. A la izquierda se aprecia la altura de la antigua presa.



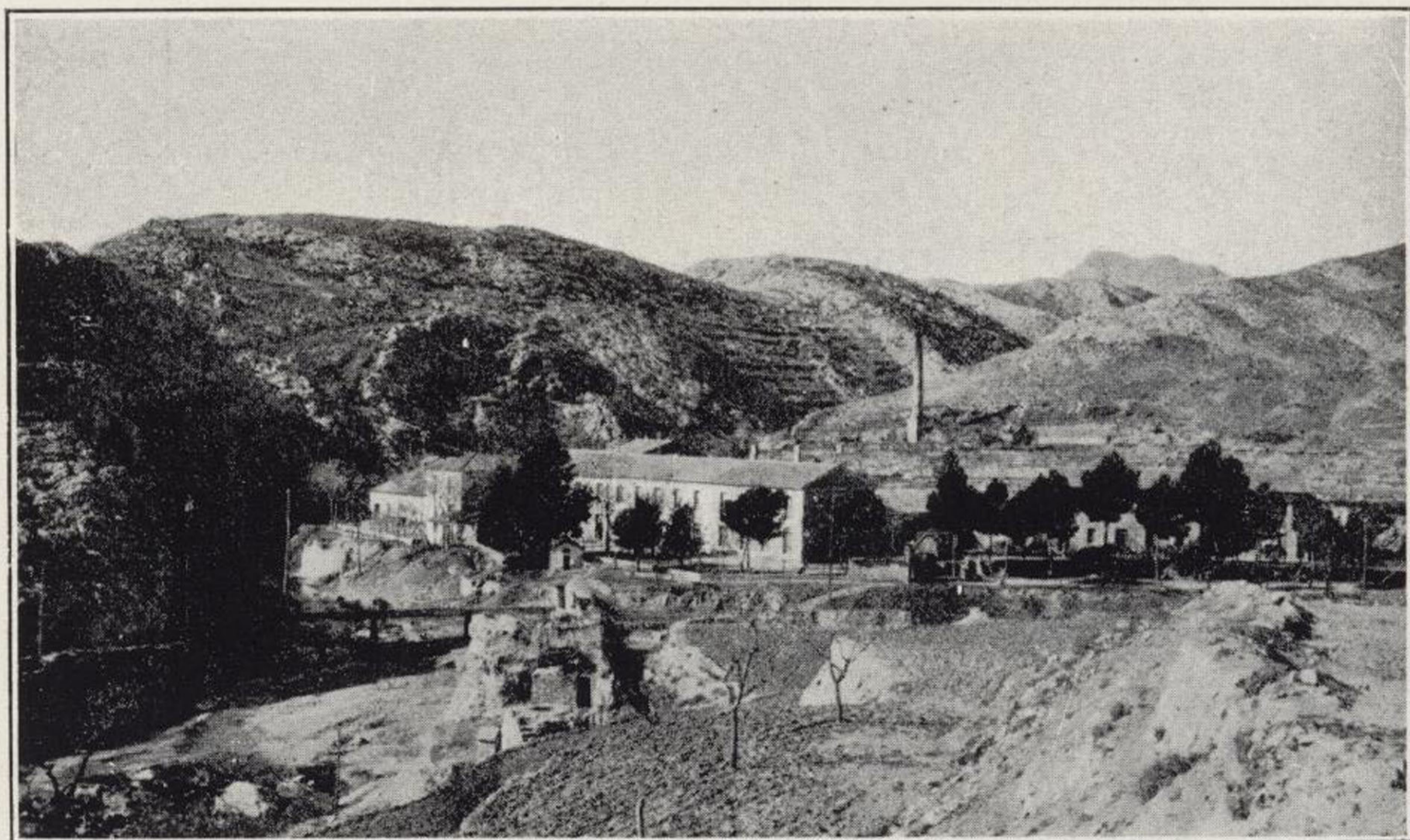
11. Presa en el Vinalopó. Estrecho de Santa Bárbara. Se aprecia a los lados la fábrica de la antigua presa.



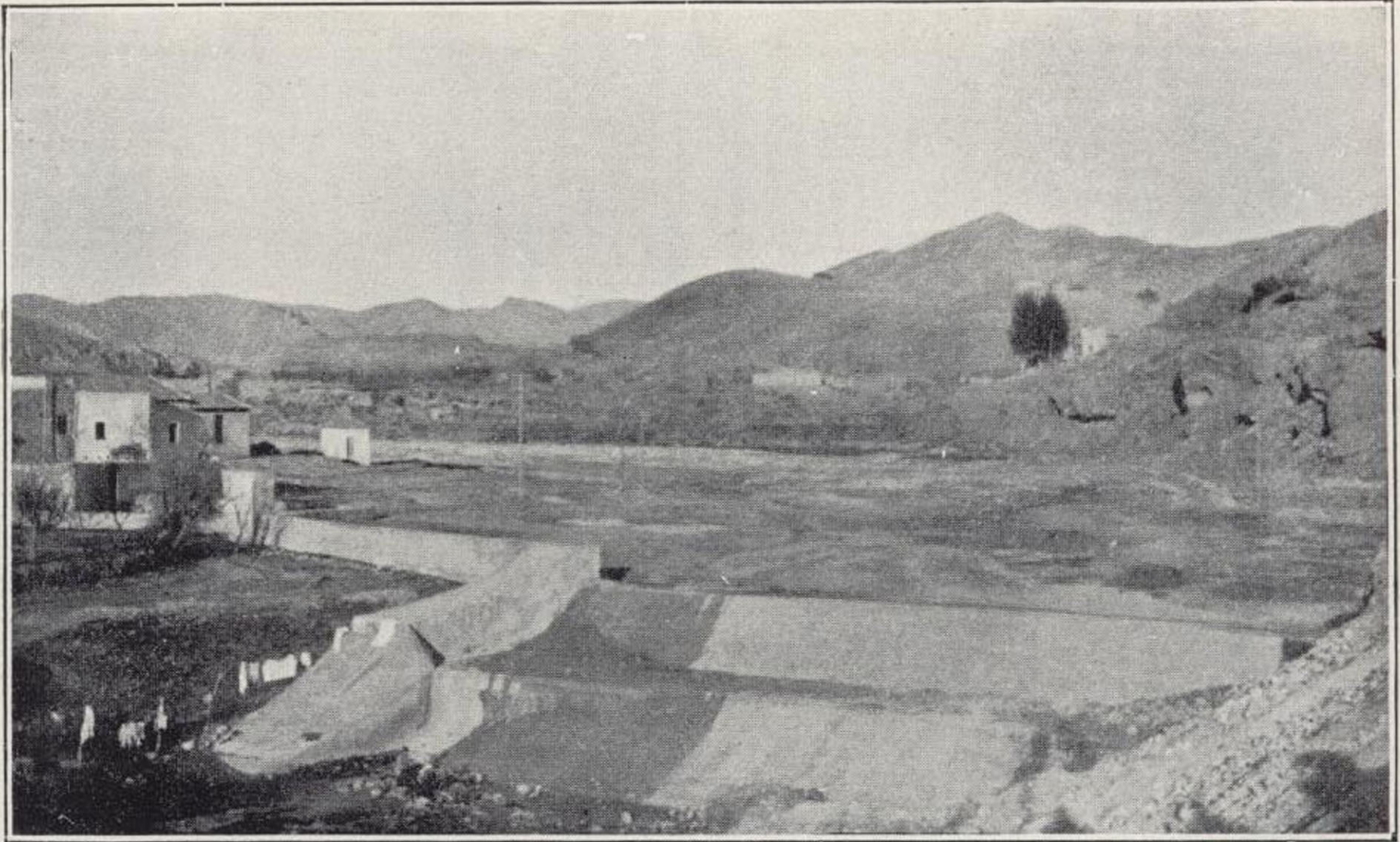
12. Estrecho de Santa Bárbara. Ubicación del cierre. Al fondo, la Sierra del Cid.



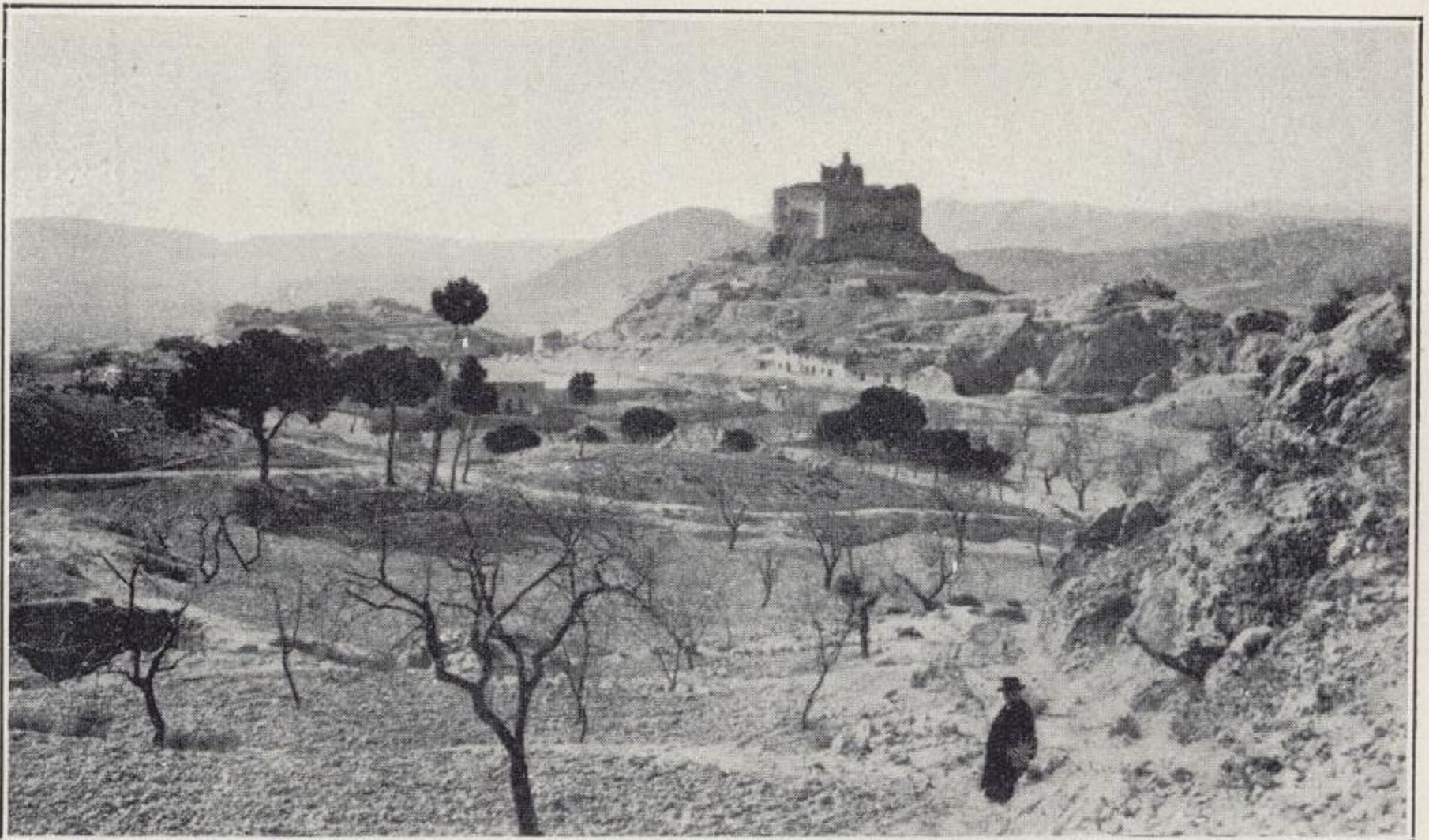
13. Estrecho de Santa Bárbara, donde es posible la colocación de una nueva presa.
Al Sur, la Silla del Cid.



14. Fábrica de Santa Bárbara. Salida (aguas abajo) del estrecho en calizas secundarias.



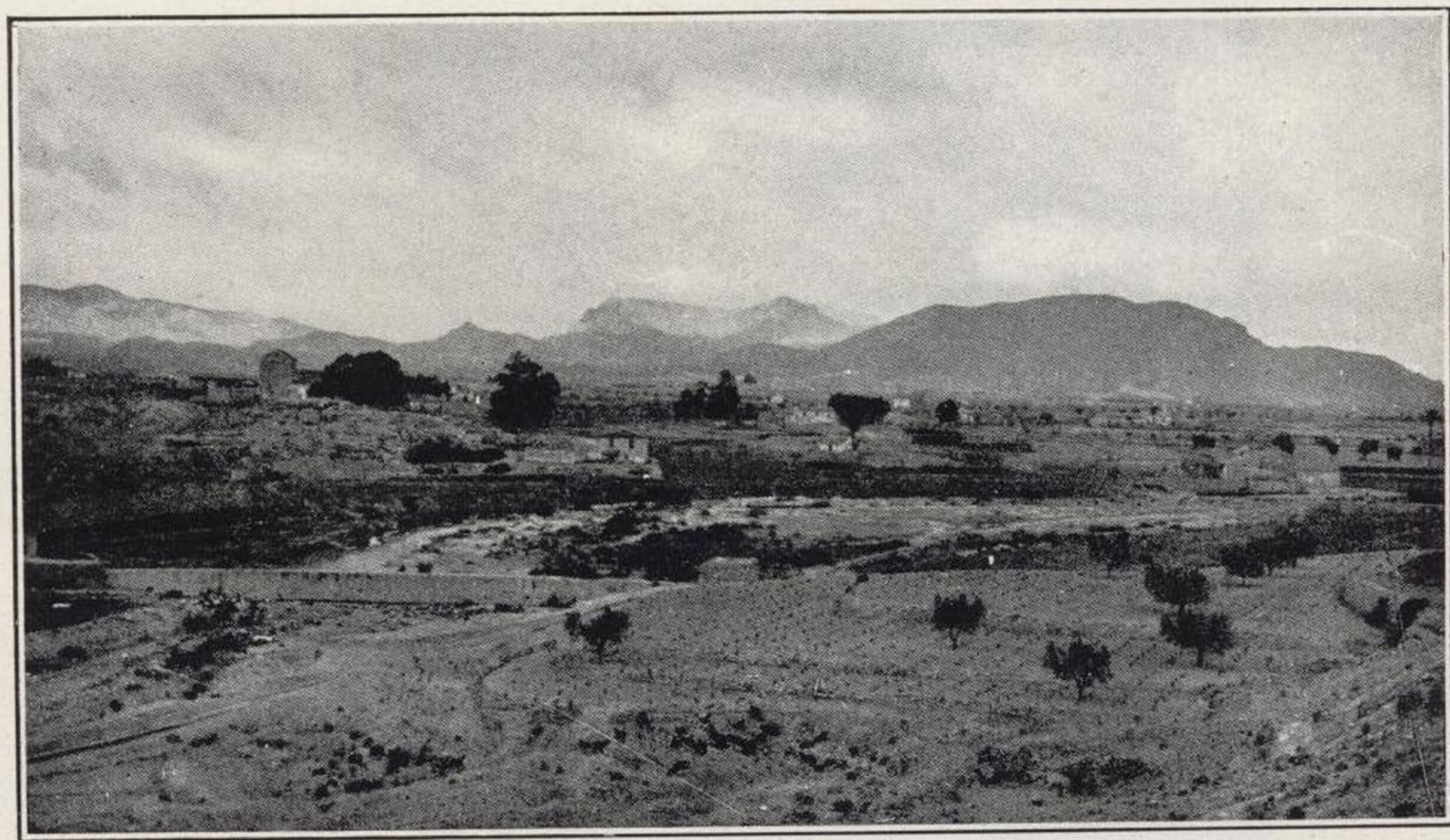
15. Presa de derivación de La Jaus (estación de Monóvar). A la derecha (E.), sierra eocena del Bateig.



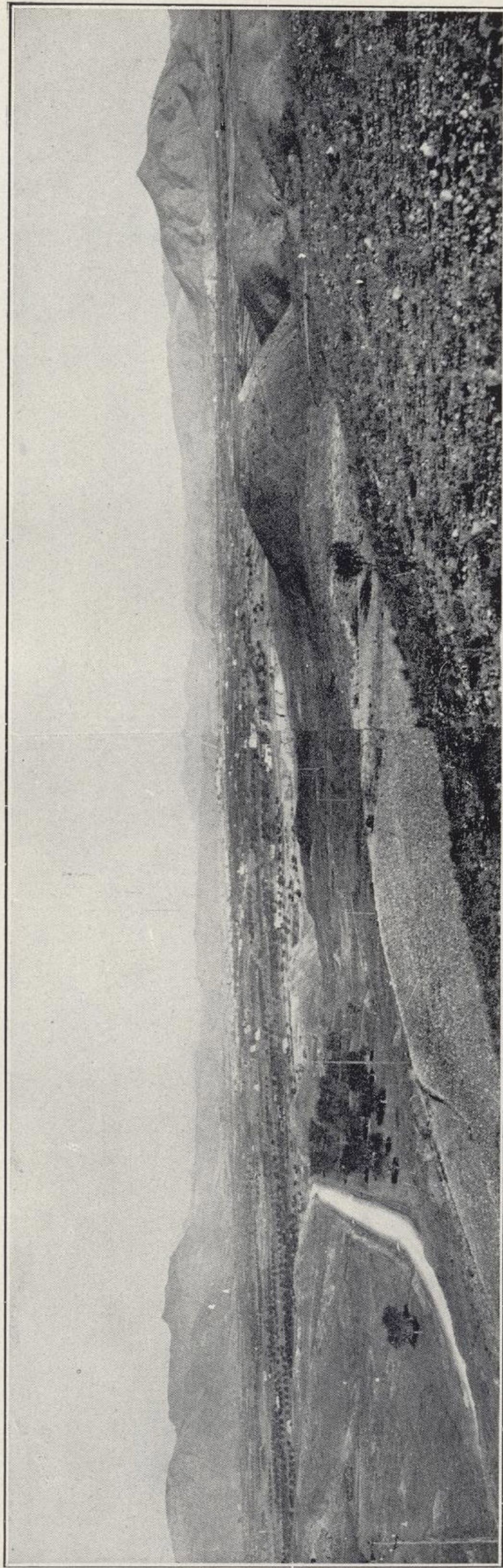
16. Castillo de Petrel sobre las capas miocenas; al fondo, las sierras triásicas.



17. ESTACIÓN DE MONÓVAR. — Reunión en discordancia de las capas eocenas (las inferiores casi verticales) con las miocenas y holocenas superiores.



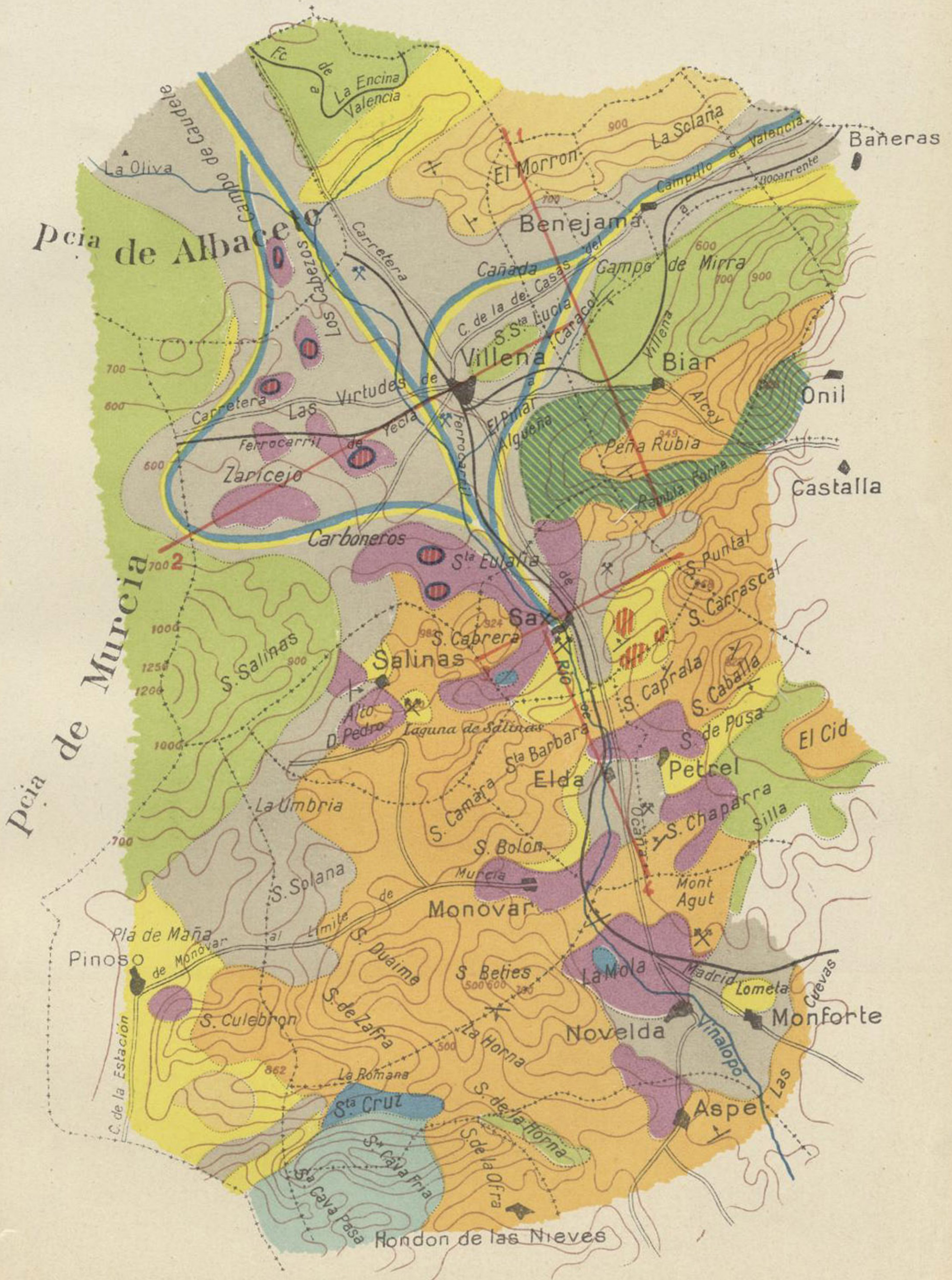
18. La presa de San Jaus y llanura hacia Petrel; al fondo, el Cid.

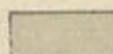

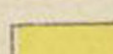





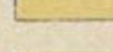





20. Llanura de la estación de Monóvar, Elda y Petrel. A la izquierda (SE.), el Cid.

PLANO GEOLÓGICO DE LA CUENCA DEL VINALOPÓ

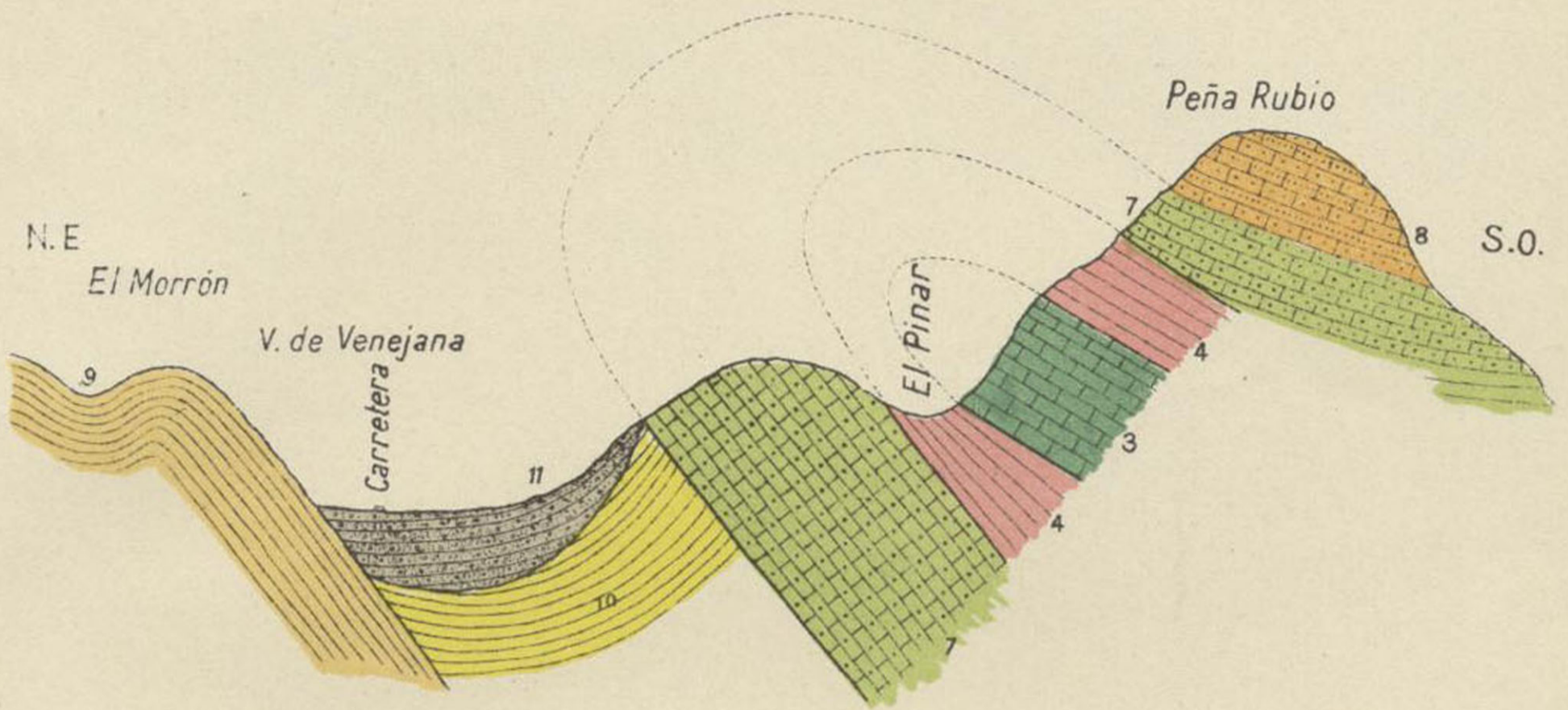
ESCALA APROXIMADA 1:250.000



- | | | | |
|---|--|---|-----------------------------|
|  | Diluvial (holoceno) |  | Cretáceo inferior |
|  | Mioceno marino |  | Jurásico |
|  | Mioceno lacustre |  | Liásico |
|  | Oligoceno y Mioceno inferior (marinos) |  | Triásico, arenillas y yesos |
|  | Eoceno |  | Calizas triásicas |
|  | Cretáceo |  | Corrientes de agua |

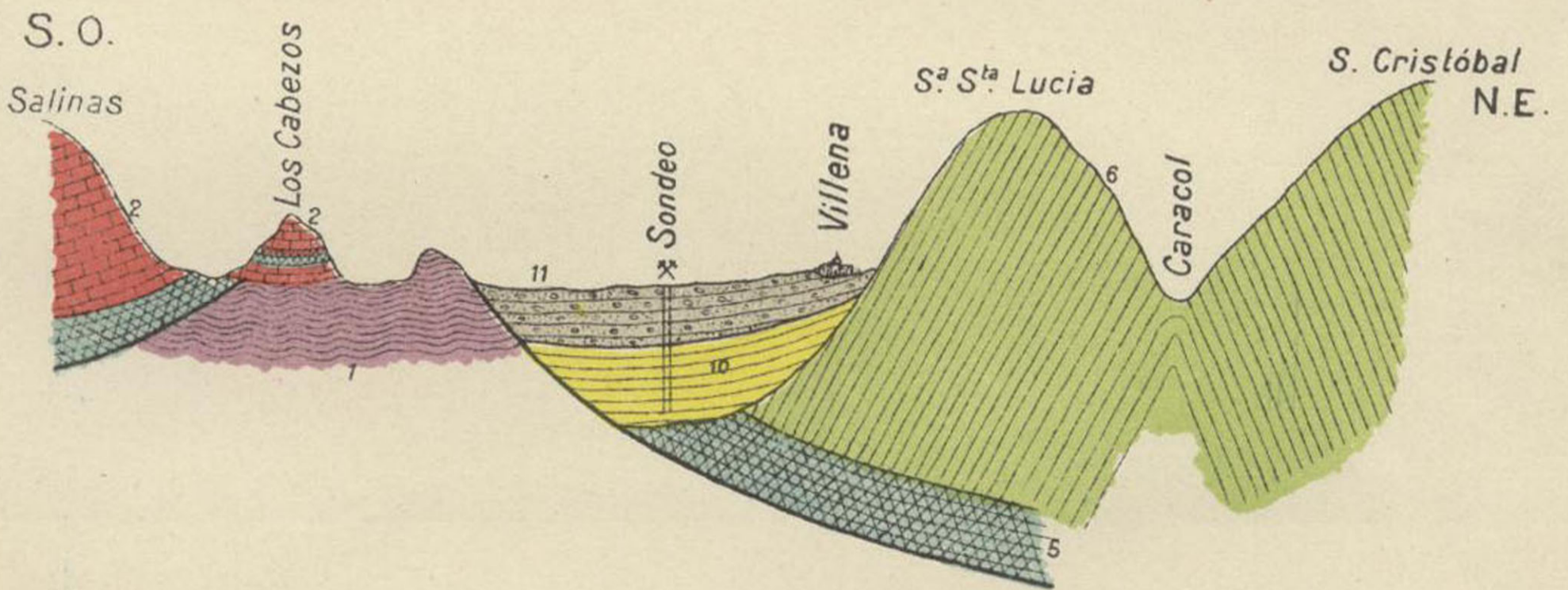
LLANURA DE VILLENA


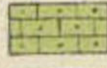




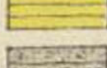


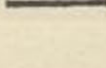
Corte I



BORDE DEL VALLE DE VILLENA

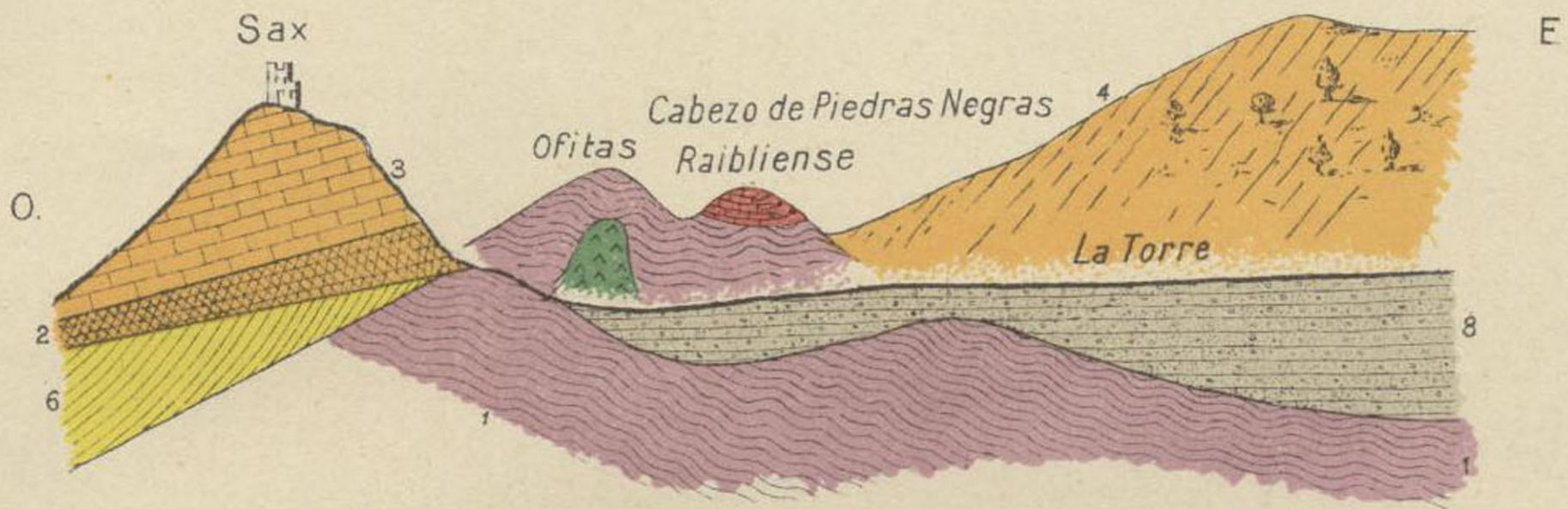
Corte II



- | | |
|---|---|
|  1 <i>Keuper</i> |  7 <i>Cretaceo superior</i> |
|  2 <i>Raibliense (caliza)</i> |  8 <i>Eoceno</i> |
|  3 <i>Infracretáceo (nerineas)</i> |  9 <i>Oligoceno lacustre</i> |
|  4 <i>Arcillas</i> |  10 <i>Mioceno</i> |
|  5 <i>Milonitas cretáceas</i> |  11 <i>Diluvial</i> |
|  6 <i>Cretáceo</i> |  <i>Contacto anormal</i> |

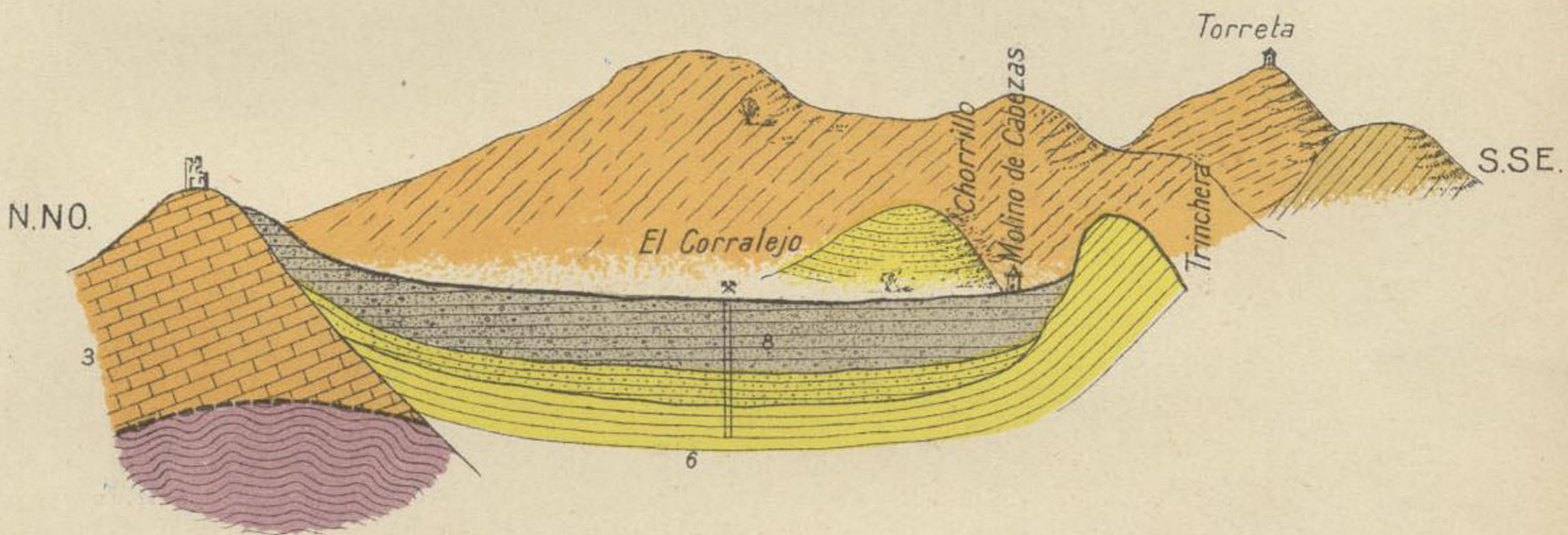
CORTE GEOLÓGICO DE SAX


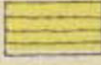

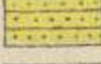

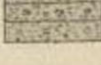
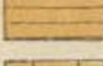
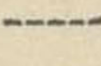


Corte III



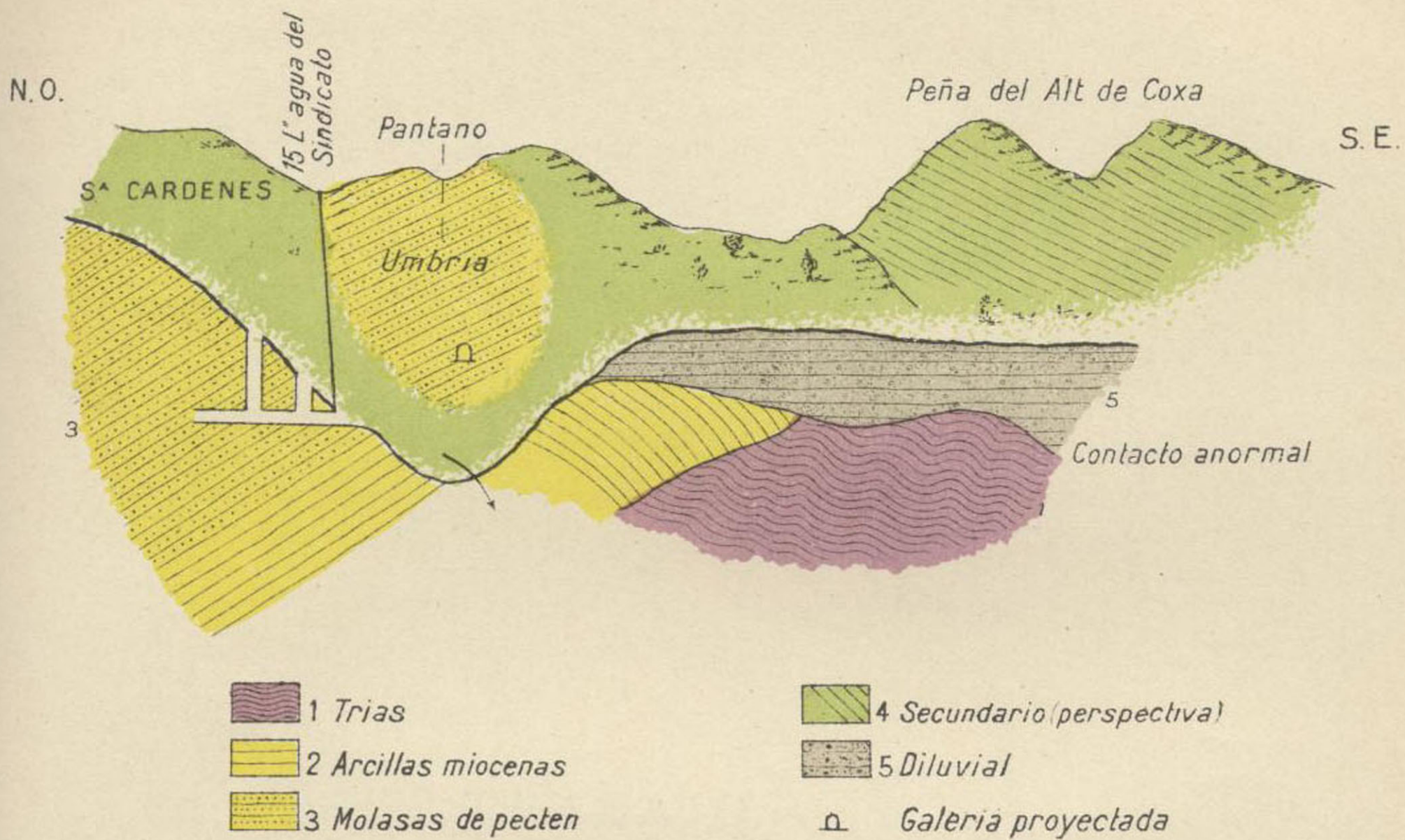
CORTE DEL VALLE DE SAX

Corte IV

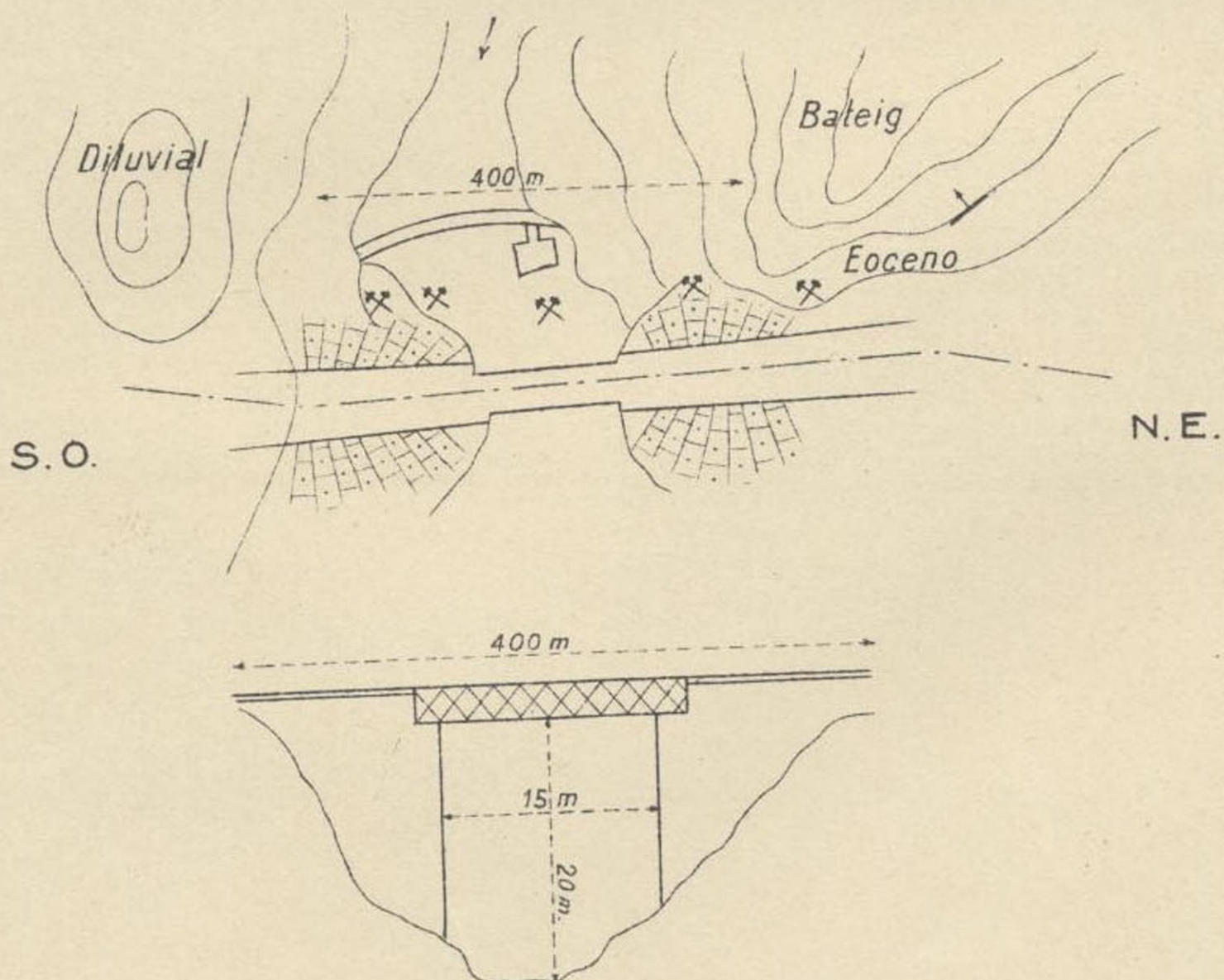


- | | | | |
|---|-------------------------------|---|-------------------------|
|  | 1 <i>Trias?</i> |  | 6 <i>Mioceno</i> |
|  | 2 <i>Milonitas del Eoceno</i> |  | 7 <i>id lacustre</i> |
|  | 3 <i>Capas de Alveolinas</i> |  | 8 <i>Diluvial</i> |
|  | 4 <i>Calizas de numulites</i> |  | <i>Contacto anormal</i> |
|  | 5 <i>id operculinas</i> |  | <i>Sondeo</i> |

CROQUIS DEL BARRANCO DE PUSA



DISPOSICION DE LOS SONDEOS PARA LA PRESA DE BATEIG



TRABAJOS
DE LA
COMISIÓN DE MERIDIANAS

TRABAJOS
DE LA
COMISIÓN DE MERIDIANAS

En el tomo XLII de este BOLETÍN, correspondiente al año de 1921, y en sus páginas 371 a 390, se publicó el resumen de los trabajos efectuados por la Comisión de Meridianas, durante los años 1916 a 1920, que comprendía las meridianas trazadas en la Península: en Huelva, Riotinto, Las Arenas (Vizcaya), Puertollano, Granada, Teruel, Híndiaencina, Sevilla, Jerez, Vitoria, Pamplona y Córdoba, y en las Islas Canarias, las de Santa Cruz de Tenerife y Las Palmas.

En el año citado de 1921 pasó este servicio al Consejo de Minería, quedando encargados del mismo el inspector general D. Leopoldo Bárcena con el ingeniero Sr. Barandica, los cuales en el período comprendido hasta el año 1925, trazaron las meridianas de Hellín (Albacete), Almería, Herrerías, Nijar (Almería), Barcelona, Calaf y Suria (Barcelona), Saucillo (Burgos), Granada, Guadix y Orjiva (Granada), Guadalajara, Jaén, La Carolina, El Centenillo, Linares y Santa Elena (Jaén), León, Cistierna, Ponferrada y Villablino (León), Lérida, Lugo y El Incio, Málaga, Murcia, Orense y Verín, Oviedo, Avilés, Infiesto, Luarca, Lugones y Llanes (Oviedo), Palencia, Barruelo y Las Heras, Pontevedra, Santander, Cabezón, Cartes, Potes, Reinosa y Udías (Santander), Molá (Tarragona), Libros, Ojos Negros, Oliete, Rubielos y Utrillas (Teruel).

He aquí los datos de dichas meridianas, resumen de las operaciones y cálculos efectuados para su trazado.

Meridiana de Hellín.

Situada en el coto azufrero de Hellín.

Mojón Sur. — Se situó dentro de la cerca de la casa gerencia, y es un prisma de piedra de unos 20 centímetros de lado, y enterrado unos 30 centímetros. En la cara superior se grabó una cruz a cincel, que es el punto de observación.

Mojón Norte. — Está situado en la terrera del Socorro, sobre un conglomerado, y dando frente al Horno Claret, número 16; es un prisma de unos 50 centímetros de lado, por un metro de altura sobre el terreno. Distan entre sí ambos mojones o señales 264 metros.

Azimuthes desde el mojón Sur.

A la esquina Sur de la casa alta.....	N. 57° 6' 25" O.
Al punto más alto del cerro llamado de los Donceles..	N. 0° 26' 5" O.
Al centro de la puerta del cortijo del Taray.....	S. 39° 13' 40" O.
A la esquina Oeste de la casa llamada Salmerón de Ginés López.....	O. 18° 46' 0" N.

Azimuthes desde el mojón Norte.

Al mojón Sur.....	S. 0° 0' 0"
Al centro de la puerta del cortijo del Taray.....	S. 30° 51' 5" O.
Al punto más alto del cerro de los Donceles.....	N. 0° 26' 40" O.
Al centro de la casa del guarda del pico de Hellín....	E. 22° 53' 10" S.
A la arista Noroeste de la casa-gerencia.....	S. 5° 59' 0" E.

Meridiana de Murcia (Capital).

Mojón Sur. — Se situó en el paseo del Malecón, a unos ocho metros de la ermita del Calvario, y es un prisma de piedra de unos 20 centímetros de lado, y enterrado 30 centímetros en el suelo, del que sobresale unos 10 centímetros.

En su cara posterior se grabó una cruz a cincel que es el punto de observación.

Se situó un mojón Norte sobre el borde derecho del paseo del Malecón, pero habiendo observado en él un corrimiento consignaremos solamente las observaciones hechas desde el mojón Sur.

Al centro de la cruz de la cúpula de la iglesia de San Andrés.....	E. 41° 9' 45" N.
Al centro de la cruz de la torre de la iglesia de San Nicolás.....	E. 24° 49' 20" N.
Al centro de la esfera del reloj de la Catedral.....	E. 8° 6' 50" N.

Meridiana de Herrerías.

Mojón Sur. — De forma prismática, de 15 centímetros de lado y unos 50 centímetros de alto, sobresaliendo en el terreno unos 15 centímetros. En el centro lleva un pequeño taladro de un centímetro de diámetro y tres de profundidad. Se ha situado en el pazo de Almizaraque, terreno propiedad de D. Miguel Flores González, y está a poca distancia de una cúpula eneolítica muy cercana conocida en la localidad.

Mojón Norte. — De piedra labrada de forma prismática, de 20 centímetros de lado su sección recta, bien afirmado en el terreno. Tiene un taladro en el centro de la cara superior de unos tres centímetros de diámetro. Se colocó en terreno de D. Miguel Flores Bravo, paraje llamado Cabezo del Cumbre, y a 437,50 metros del Sur.

Mojón Sur. — Latitud, 37° 16' 8".

Azimuthes.

Al eje de la chimenea de la Central de la Sociedad Minera de Herrerías.....	O. 42° 25' 8" S.
Al eje de la torre árabe de Las Mateas, en Tejesfiro...	N. 23° 1' 39" O.
Al pico del cerro de los Pinos.....	N. 28° 59' 45" E.
Al eje de la chimenea del desagüe del Arteal.....	E. 42° 43' 5" N.
Al eje de la chimenea de la mina «El Ramo de Flores».	E. 22° 37' 23" N.

Mojón Norte.**Azimuthes.**

Al pico del cerro de Los Pinos.....	N. 30° 17' 55" E.
Al eje de la chimenea del desagüe del Arteal.....	E. 17° 15' 40" N.
Al eje de la chimenea de la Central de la Sociedad Minera de Herrerías.....	S. 24° 30' 25" O.

Meridiana de Almería (Capital).

Estación de azimuthes situada en La Molineta, cerro del Algarrobo, y en la margen izquierda del cordal de ganados que atraviesa el citado lugar, labrándose dos líneas a cincel en ángulo recto en una roca caliza, en cuya intersección se practicó un taladro circular de tres centímetros de diámetro y doce de profundidad, que determina el punto de observación.

Se relacionó por una visual en dirección N. 18° O. con la esquina SE. de la casa de D. Ramón Viciano, y distancia 12,70 metros.

Latitud, 36° 51' 10".

Azimuthes.

Al faro de Cabo de Gata.....	E. 31° 3' 32" S.
Al eje de la veleta de la iglesia de San Sebastián.....	S. 1° 45' 23" O.
Al remate del campanario de la Catedral.....	S. 17° 2' 22" O.
Al extremo Oeste de la base del torreón circular de San Cristóbal.....	S. 31° 29' 32" O.
Al eje de la veleta central de la Estación Sismológica.	E. 0° 48' 14" 50 N.

Meridiana de Níjar

Estación de azimuthes situada en la loma de Panaderos, donde se hizo un taladro de tres centímetros de diámetro y 15 de profundidad, en una roca de conglomerado que presenta una cara plana. Está a unos 12 metros a la derecha del camino de Almería a San José. Se relacionó con la esquina Norte del cortijo más pequeño y elevado de los dos llamados de Pana-

deros, distando dicho cortijo 109 metros del punto señalado en dirección Sureste.

Latitud, 36° 49' 6".

Azimuthes.

A la esquina Sur de la casa del Cortijo del Cura.....	E. 14° 31' 12" N.
A la esquina Noroeste de la casa del Cortijo de las Moyas.....	S. 9° 52' 44" E.
Al remate de la torre de la iglesia de las Salimas de Acosta.....	S. 18° 42' 19" O.

Meridiana de Barcelona.

Estación de azimuthes situada en el parque de Montjuich, paraje «Torre Forta», en la parte superior de una escalinata próxima a la fuente luminosa en construcción en aquella fecha. Se situó un mojón de piedra de forma prismática de unos 25 centímetros de lado, enterrado unos 50 centímetros en el terreno, que tiene grabadas a cincel dos diagonales que determinan el punto de observación.

Latitud.—No fué preciso determinarla por encontrarse el punto de observación muy próximo al vértice geodésico de primer orden de Montjuich, cuya latitud determinada por el Instituto Geográfico es de 41° 21' 48" 7, y su longitud 23' 24" 9 al Este de Madrid.

Azimuthes.

Al eje de la torre del depósito de aguas del Tibidabo en su parte más alta.....	N. 32° 42' 19" O.
Al centro de la esfera del reloj de la Universidad.....	N. 4° 46' 50" O.
Al vértice del remate puntiagudo de la torre de San Agustín.....	N. 26° 6' 43" E.

Meridiana de Suria.

Estación de azimuthes en el paraje denominado «Sierra de las Ferreras», propiedad de la Compañía de las Minas de Po-

tasa de Suria y a unos 500 metros al Norte de su casa oficina central, donde se situó un mojón de forma de pirámide truncada de unos 50 centímetros de altura por 25 centímetros de lado en su base menor, que es la superior y la que sobresale del terreno 15 centímetros, estando enterrada la parte inferior. En la cara superior hay grabadas dos diagonales cuya intersección determina el punto de observación.

Latitud.— $41^{\circ} 49' 46''$.

Azimuthes.

Al centro de la torre denominada de Salipota N. $77^{\circ} 41' 51''$ O.
 Al pie del pararrayos de la iglesia de Suria N. $50^{\circ} 9' 7''$ O.
 Al pie del pararrayos de la ermita del Salvador N. $2^{\circ} 40' 59''$ E.

Meridiana de Calaf.

Estación marcada con un pilar de piedra y cemento, rellenándose un hueco de 35 centímetros de lado y 50 centímetros de profundidad que se practicó en roca caliza en el paraje «La Casa del Pou», a medio kilómetro al Sur del campanario de la iglesia de Calaf, en terreno propiedad de la Unión Minera, y a la margen izquierda del camino que separa esta propiedad de la llamada del Canut.

La parte superior del mojón sobresale 10 centímetros del suelo y su lado es de 25 centímetros. El punto central se determinó por dos diagonales y un pequeño taladro en su punto de encuentro, que es el de observación.

Latitud.— $41^{\circ} 43' 43''$.

Azimuthes.

Al pie del pararrayos de la torre de la iglesia de Calaf. N. $37^{\circ} 25' 24''$ E.
 Al eje de la torre del castillo de Boixados E. $38^{\circ} 51' 6''$ N.
 Al centro de la esfera del reloj de la torre de la iglesia de Prat del Rey E. $42^{\circ} 59' 28''$ S.

Meridiana de Lérida.

En la falda Norte del cerro sobre el cual está el castillo de Gardenys, a unos 200 metros de la punta Este del baluarte NE. del mismo castillo, se situó un mojón de piedra de forma prismática truncada de unos 40 centímetros de altura por 25 centímetros de lado en su base menor, que es la superior y sobresale unos 10 centímetros del suelo, estando el resto enterrado y cimentado en el terreno con ripio, cemento y arena.

En la cara superior tiene grabadas a cincel dos diagonales cuya intersección determina el punto central de observación.

Latitud.— $41^{\circ} 36' 34''$.

Azimuthes.

Al eje de la torre de la iglesia de Benavent de Lérida. N. $8^{\circ} 14' 4''$ E.
 Al pie del pararrayos de la torre de la catedral vieja de Lérida N. $43^{\circ} 3' 22''$ E.
 Al eje de la torre del telégrafo óptico de Moredilla E. $8^{\circ} 38' 24''$ N.

Meridiana de Molá (Tarragona).

A unos 500 metros al NO. de su iglesia y en el sitio denominado «El Calvario», en terreno propiedad de D. Juan Canals (vecino de Falset), se eligió un mojón ya establecido que sirvió de vértice topográfico a una triangulación efectuada hace años por la Sociedad Minera entonces propietaria de las minas que hoy pertenecen a la Sociedad Minero Metalúrgica «Portman-Bellmunt».

El citado mojón tiene forma de tronco de cono al exterior y está sólidamente cimentado.

Su diámetro superior es de 18 centímetros, habiéndose grabado dos diagonales a cincel para precisar el punto de observación.

Latitud.— $41^{\circ} 9' 40''$.

Azimuthes.

Al remate superior de la torre de la iglesia de Bellmunt.	E. 4° 41' 7" S.
Al eje de la torre de la iglesia de Falset.	E. 13° 44' 41" S.
Al eje del campanario de la iglesia de Guiamets	S. 30° 7' 53" E.

Meridiana de Avilés.

En el paraje denominado «Las Junqueras», a la izquierda de la carretera que desde Avilés conduce al Calco de Peñas y en terreno de los antiguos astilleros, propiedad hoy de la Junta de Obras del Puerto, se situó un mojón de piedra caliza de forma cúbica de 50 centímetros de lado con pequeños chaflanes en sus ángulos que sobresale del terreno unos 15 centímetros.

Azimuthes.

Al punto más alto del campanario de la capilla de la Luz	S. 6° 2' 26" E.
Al pararrayos de la cúpula del Gran Hotel.	S. 22° 25' 50" O.
Al pararrayos de la torre Este de la iglesia de Santo Tomás de Sabugo	S. 29° 21' 31" O.
Al pararrayos de la torre Oeste de la iglesia de Santo Tomás de Sabugo	S. 30° 5' 55" O.
A la arista SE. de la casa de campo del Sr. Cantos.	O. 10° 10' 16" N.

Meridiana de Luarca.

En el lugar denominado «La Punta», situado en el monte Lafayao, terreno propiedad de D. Dionisio Menéndez y próximamente a 100 metros en dirección Norte de la ermita de San Martín, se situó un mojón de piedra caliza de forma cúbica de 20 centímetros de lado con una cruz en su centro grabada a cincel, y sobresaliendo dicho mojón un par de centímetros de la superficie del terreno.

Azimuthes.

Al eje de la veleta del faro	N. 34° 1' 1" E.
Al centro de la cruz de la torre de la iglesia de la Atalaya.	N. 36° 41' 41" E.
Al eje de la cruz del campanario del Asilo.	E. 3° 43' 3" N.

Meridiana de Lugones.

Se trazó en el lugar denominado «El Villar», a unos 100 metros al Oeste de la carretera de Lugones a Avilés, próximamente a los 1.300 metros del origen de la misma y en terreno propiedad del Sr. Puente, vecino del citado pueblo.

Se determinaron dos puntos distantes entre sí poco más de 100 metros en dirección Sur-Norte, como resultado de las observaciones astronómicas efectuadas, donde se colocaron dos mojones de piedra prismáticos de unos 25 centímetros de lado, enterrados en el terreno, sobresaliendo muy poco de la superficie.

Estos dos mojones llevan en su cara superior grabada una cruz a cincel que determina la línea meridiana.

Azimuthes desde el mojón Sur.

Al mojón Norte	N. 0° 0' 0"
Al centro de la espadaña de la iglesia de Prubia.	N. 41° 4' 5" E.
A la cruz de la iglesia parroquial de Cayés.	N. 41° 59' 56" O.

Meridiana de La Coruña.

Estación de azimuthes marcada por un mojón situado a un lado de la carretera de La Coruña a la Torre de Hércules y a unos 200 metros antes de llegar a la misma, en la plazoleta circular de donde arranca la cuesta que conduce al faro establecido en la misma torre.

Para latitud se tomó la determinada para la Torre de Hércules, variando unos dos segundos por la distancia y dirección del punto de observación a la mencionada Torre.

Azimuthes.

Al centro del remate esférico del faro de la Torre de Hércules.	O. 21° 50' 27" N.
--	-------------------

A la esquina Oeste de la casa del semáforo de Monte Ventoso. N. 33° 3' 46" E.
Al centro del remate superior del faro más alto de Mera. E. 3° 20' 28" S.

Meridiana de Málaga.

Se utilizó por mojón el situado en los terrenos propiedad de la Estación Sismológica de Málaga, que está en el sitio denominado «Miramar Alto».

Es un pilar de ladrillo y cemento de 62 centímetros de lado y 1,15 metros de alto. El punto de observación quedó determinado por el cruce de las diagonales de la cara superior del pilar.

Para latitud se tomó la determinada por el personal de la Estación Sismológica.

Azimuthes.

Al eje de la chimenea de la fundición de plomo «El Guindo» O. 41° 31' 58" S.
Al remate de la farola del puerto de Málaga O. 34° 38' 42" S.
A la base de la esquina o arista del castillo de Gibralfaro O. 9° 43' 3" S.

Meridiana de Guadalajara.

El lugar donde se trazó la meridiana por la antigua Comisión es el más apropiado para este caso y en este mismo lugar se estableció la nueva meridiana, que no es tal meridiana, sino una línea entre dos señales situadas en mojones de piedra cuya desviación de la línea meridiana es de 2' 10" al Este. Se conservó el mojón Norte de la antigua meridiana y se colocó un nuevo mojón Sur muy cercano al antiguo, que estaba roto.

Se hallan ambos mojones en el llamado campo de San Francisco, contiguo a la Maestranza de Ingenieros, limitado al NE. por el camino del ventorro de Tetuán al Sotillo; al SO. por el del Chorrón a San Roque; al NO. por la carretera de

Madrid a Zaragoza y los talleres de la Maestranza, y al SE. por la travesía y alameda de la Fuente de la Niña.

Mojón Sur. — Se halla en el extremo SE. del campo de instrucción de San Roque, a 64,35 metros en dirección N. 6° 5' E. de la esquina NO. de la fachada Norte del pabellón octogonal de la Fuente de la Niña, y a 176,59 metros en dirección S. 8° 5' E. de la esquina Este de la cerca de mampostería y ladrillo del polvorín del Fuerte. Es de piedra labrada y se halla enterrado sobresaliendo muy poco del suelo, a fin de que no sufra deterioro como el anterior. La parte enterrada es un prisma de 33 por 27 centímetros de sección y 30 centímetros de altura. Tiene labradas a cincel dos líneas en la parte superior que marcan el punto de observación.

Mojón Norte. — Está situado junto al borde NE. del camino de Tetuán al Sotillo, a ocho metros al NO. de una bifurcación que conduce a la llamada Casa de Perico y a varios predios rústicos y termina por los altos del Sotillo y de Yriepal.

La latitud se dedujo de la dada para Guadalajara en el *Anuario Astronómico del Observatorio de Madrid*, haciendo por un plano de la población la corrección correspondiente.

Azimuthes.

Al eje de la cruz de hierro de la torre de la capilla de San Sebastián O. 32° 31' 49" N.
Al eje de la cruz de hierro de la torre de la iglesia de Santa María O. 44° 38' 45" N.
Al centro del ventanil de la torrecilla del palomar de Berjafel N. 24° 14' 37" O.
Al eje del vértice geodésico del Monte Orejón N. 9° 9' 32" O.
Al antiguo mojón Norte N. 0° 2' 10" E.

Meridiana de Orjiva.

Determinada por dos señales en dos mojones.

Mojón Norte. — Bloque de hormigón enterrado en el suelo, teniendo en su centro un prisma de caliza de 10 centímetros

de lado por 20 de alto, sobresaliendo del suelo tres centímetros, situado dentro del recinto cercado de la escuela pública de niños y a 2,28 metros de su esquina SE.

Lleva en su cara superior diagonales a cincel que marcan por su intersección el punto de observación.

Dicha escuela se halla a la salida de Orjiva por la carretera que conduce a Albuñol.

Mojón Sur.— Situado en el borde Oeste de la tierra de labor propiedad de D. Juan Pérez, vecino de Orjiva, y en el lindero de la misma, donde comienza la curva que precede al kilómetro 18 de la carretera de Tablete a Albuñol. Es un prisma de piedra de 40 centímetros de alto y 25 por 30 de sección, llevando en su cara superior un taladro de tres centímetros de diámetro y tres de profundidad. Se enterró por completo, quedando a ras del suelo.

Azimuthes desde el mojón Norte.

A la cruz de la capilla de Pozo Colorado	S. 5° 27' 18" O.
A la esquina NO. del cortijo del Romero.....	S. 32° 30' 29" O.
A la cúspide del picacho de Columba.....	O. 36° 40' 7" S.
Al centro de la hornacina de la capilla del molino de Villalobos.....	O. 19° 7' 52" S.
Al remate de la iglesia de Cañar.....	N. 7° 57' 26" O.

Meridiana de Guadix.

En la antigua ciudad de Guadix, en la prolongación del paseo de la Catedral y en el lugar llamado Punto de la Bola, que está al comenzar el camino de Granada, y al margen de la cuesta del paseo, se situó un mojón de mármol gris de forma prismática y sección cuadrada de 25 centímetros de lado y 50 de altura, rematado por una moldura circular en cuyo centro se grabó una cruz, determinándose el punto de observación por una pequeña oquedad.

Azimuthes.

Al eje de la torrecita de Baza.....	N. 33° 16' 12" E.
Al centro de la puerta de la ermita del Humilladero..	E. 1° 9' 58" S.
Al eje de la chimenea de la Fábrica Azucarera de Nuestra Señora del Carmen, en Benalúa.....	N. 27° 50' 50" O.

Meridiana de Ojos Negros.

Mojón Sur.— Es un bloque de arenisca triásica de forma prismática y sección cuadrada de 20 centímetros de lado y 60 de alto, situado en el «Llano de la Casa», margen izquierda del camino que conduce desde la estación de Ojos Negros a la casa-gerencia de la Sociedad Minera de Sierra Menera, próximamente a la mitad de la distancia y a unos 20 metros del citado camino.

Mojón Norte.— Del mismo material y dimensión, llevando un agujero en el centro de la cara superior que permite colocar un jalón.

Se halla situado en el borde derecho del camino que conduce desde la casa-gerencia a los barrios del Centro y del Hospital, próximamente a la mitad de la distancia, y separado del citado camino unos cuatro metros.

Azimuthes desde el mojón Sur.

Al mojón Norte.....	N. 0° 0' 0"
A la esquina NO. de la casa-gerencia.....	N. 41° 59' 26" E.
Al centro de la torre prismática del castillo ruinoso de San Ginés.....	S. 24° 27' 54" E.
Al ángulo NO. de la tapia del Cementerio.....	N. 11° 35' 1" O.

Meridiana de Verín.

Emplazada en el cruce del camino de Las Casas con el de San Antón, donde se colocó el mojón Sur.

Es de granito de forma prismática, sección cuadrada de 20 centímetros de lado, teniendo grabadas a cincel las diago-

nales de su cara superior que determinan el punto de observación.

Mojón Norte. — Análogo al anterior, se halla emplazado en Coizos de San Antón, a unos 200 metros del anterior.

Azimutes desde el mojón Sur.

Al mojón Norte.....	N. 0° 0' 0"
A la cruz de espadaña de la ermita de San Antón....	E. 24° 59' 15" N.
Al eje de la torre de la iglesia de la Caridad.....	O. 9° 23' 6" N.
A la cruz de espadaña de la ermita del Salvador.....	N. 43° 44' 38" O.

Meridiana de Incio.

Estación de azimutes situada en la carretera de Bóveda a Herrería, entre los kilómetros 19 y 20, y a unos 770 metros del primero, y en el mismo borde en que están situados los postes kilométricos.

La señal única es el centro de un cuadrado grabado a cincel en un afloramiento de pizarra cambriana que está al mismo nivel del suelo. En dicho cuadrado se grabaron las diagonales que determinan por intersección el punto de observación.

Azimutes.

Al centro de la única ventana de la casa de D. José Carreira (Chatolas), que es la única que se ve en la Herrería.....	E. 13° 38' 48" S.
Al remate del tejado del palomar de la casa de D. José Simoya (hoy de D. José Roscas), en Cruz de Incio...	O. 22° 29' 23" N.

Meridiana de Libros.

Se emplazó en el lugar donde se hallan las minas que explota la Compañía Industrial y Química de Zaragoza.

El mojón Norte, que fué el de observación, se colocó en el alto del Puntal de la Vieja, a unos 700 metros al Oeste de la iglesia de las minas. Dicho mojón es de piedra caliza, labrado

en forma de tronco de pirámide, de base cuadrada de 25 centímetros de lado, con sus diagonales a cincel que determinan el punto de observación. Sobresale del suelo 30 centímetros y está sólidamente cimentado.

El mojón Sur se halla muy cerca del camino de la Tejería, y es también de piedra labrada de forma prismática, de sección cuadrada de 20 centímetros de lado, sobresaliendo del suelo 30 centímetros. Lleva en su centro un taladro de dos centímetros de diámetro. La distancia que separa los dos mojones es de unos 150 metros.

Azimutes desde el mojón Norte

Al mojón Sur.....	S. 0° 0' 0"
Al centro de la cruz de la iglesia de las minas.....	E. 36° 17' 53" S.
Al eje de la chimenea del taller de preparación.....	S. 13° 33' 52" E.

Meridiana de Utrillas.

Estación de azimutes marcada por medio de un mojón colocado en el paraje «Peirón de los Terreros», a 42 metros al Este de la cruz que da nombre al paraje y a 10 metros al Norte del camino de Utrillas a Las Parras de Martín. Este mojón es de piedra caliza de forma prismática, de sección rectangular de 40 centímetros por 50 centímetros de lado. En la cara superior tiene labrado a cincel un círculo rebajado dos centímetros de ocho de diámetro, y otro pequeño círculo en su centro que determina el punto de observación.

Azimutes.

A la cruz de la iglesia de Utrillas.....	E. 17° 1' 56" S.
Al vértice geodésico de San Justo....	S. 39° 0' 52" E.
A la esquina más al Sur de la ermita de San Cristóbal..	S. 1° 25' 51" O.

Meridiana de Oliete.

Para su emplazamiento fué elegido el paraje denominado «El Calvario».

Mojón Norte. — Este mojón, que fué el de observación, dista unos 13 metros al Este de la ermita del Santo Sepulcro. Es de piedra caliza de forma prismática, de sección cuadrada de 20 centímetros de lado, teniendo en el centro de la cara superior un pequeño taladro que fija el punto de observación. Sobresale unos 25 centímetros del suelo, donde se halla enterrado y fijo con cemento.

Mojón Sur. — De igual forma y dimensiones que el anterior, se halla en la vertiente Norte del cerro «Cueva de la Bollerita», a 134 metros del mojón Norte, en el paraje denominado «Cruz de las Almas», a 11,50 metros al SO. del camino de la Codoñera o de la Virgen del Cantal, y a unos 16,10 metros de la ermita de la «Cruz de las Almas», que da nombre al paraje.

Azimuthes.

A la cruz de la torre de la iglesia de Oliete.....	O. 41° 0' 9" N.
Al centro de la espadaña de la iglesia de Alacón.....	N. 34° 51' 38" O.
Al centro de la espadaña de la ermita de San Pedro de los Griegos.....	E. 39° 25' 48" N.

Meridiana de Rubielos de Mora.

Mojón Norte. — Este mojón, que fué el de observación, se estableció en el borde del camino del Salobral, detrás del lavadero del mismo nombre.

Mojón Sur. — Una cruz pintada de negro sobre una pared de la cerca de la finca denominada «La Florida», propiedad de doña Patrocinio Cavero, viuda de Sánchez, a unos 3,50 metros a la derecha, mirando a la pared, de una puerta de madera

de la misma tapia. La cruz está hecha sobre una piedra de dicha pared y la pintura está sobre una línea hecha a cincel.

Azimuthes desde el mojón Norte.

Al mojón Sur.....	S. 0° 0' 0"
Al remate del campanario de la ermita de San Antonio.....	S. 33° 6' 57" O.
Al caballete del tejado de «Más Blanco».....	E. 11° 31' 18" S.
A la cruz de hierro de la ermita de Santa Bárbara.....	E. 32° 59' 19" S.
A la cruz veleta de la iglesia parroquial de Rubielos de Mora.....	S. 19° 52' 30" E.

Meridiana de Oviedo.

Estación de azimuthes marcada con un sillar de piedra caliza de forma prismática y sección cuadrada de 21 centímetros de lado, que sobresale del suelo unos 15 centímetros, teniendo grabadas a cincel sus diagonales que determinan el punto de observación.

Situado en Rubín, paraje «El Creto», a unos 600 metros del tranvía de Lugones en un sendero que va limitado por la tapia del cuartel de Ingenieros y un prado propiedad de don M. Argüelles, y a unos 120 metros aproximadamente de la casa que habita actualmente Aurelio García, colono del Sr. Argüelles.

Para la latitud se tomó la determinada por el Instituto Geográfico para la Universidad, debidamente corregida por el plano de Oviedo, para el lugar de observación.

Azimuthes.

Al remate de la torre de la Catedral.....	S. 44° 13' 53" O.
Al remate de la torre de la iglesia de San Pedro.....	O. 15° 26' 6" S.
Al remate de la cúpula de la cárcel.....	O. 7° 23' 32" S.

Meridiana de Infiesto.

Mojón de observación al final del paseo de los Plátanos. Es de mármol, de forma prismática y sección cuadrada, de

14 centímetros de lado, sobresaliendo 20 centímetros del suelo.

El segundo mojón, a unos 250 metros del anterior, se halla a tres metros de la casa chalet de la Piscifactoría y tiene las mismas dimensiones que el de observación, con un taladro en su centro de 2,5 centímetros de diámetro y 10 centímetros de profundidad.

Azimuthes.

A la esquina más al Norte de la casa del Bosque... ..	N. 28° 26' 14" E.
A la esquina más al Oeste del almacén y cuadra de la Piscifactoría.....	N. 14° 59' 12" O.
Al segundo mojón.....	N. 15° 17' 10" O.

Meridiana de Llanes.

Se colocó el mojón de observación en el lugar más elevado del paseo de San Pedro, a ocho centímetros al Este de un gran banco de piedra. Es un sillar de piedra caliza de forma prismática y sección cuadrada de 19 centímetros de lado, que sobresale del suelo 20 centímetros. En su centro tiene un taladro de un centímetro de diámetro que determina el punto de observación.

Azimuthes.

Al centro del remate esférico del faro de Llanes.....	E. 42° 11' 44" S.
A la cruz del campanario de la capilla de La Guía.....	S. 27° 53' 4" E.
Al centro de la espadaña de la iglesia de Parras.....	O. 38° 59' 38" S.
Al eje de la torre de la atalaya de Póo.....	O. 26° 14' 4" N.

Meridiana de Cartes.

Mojón Sur, que es el de observación, en la parte extrema Sur de la pradera llamada Ansar de Cartes. Es un sillar de arenisca de forma prismática y sección cuadrada de 20 centímetros de lado, sobresaliendo del suelo unos 15 centímetros. Tiene la cara superior labrada con sus diagonales a cincel, de-

terminando el punto de observación, señalándolo además con un pequeño taladro de un centímetro de diámetro.

El mojón Norte es otro sillar de la misma clase y dimensiones que el anterior, sobresaliendo del suelo unos cinco centímetros y situado hacia la mitad de la pradera Ansar de Cartes.

Azimuthes.

Al mojón Norte.....	N. 0° 0' 0"
Al pico más alto de la Peña Dobra.....	E. 19° 55' 44" S.
A la esquina más al Oeste de la casa de Careaga.....	S. 11° 58' 43" E.
A la esquina más al Norte de la casa de D. Manuel Macho, en Cartes.....	O. 14° 25' 17" N.

Meridiana de Cabezón de la Sal.

Estación de azimuthes marcada con un mojón de piedra en forma de tronco de pirámide de base cuadrada, teniendo unos 20 centímetros de lado, que lleva en su centro un taladro de tres centímetros de diámetro y sobresale del terreno unos 25 centímetros.

Situado a 22 metros del cruce de la carretera de Comillas a Osuedo, a unos 800 metros del pueblo de Cabezón de la Sal y situado en el borde derecho de la carretera que va a Comillas.

Azimuthes.

A la cruz veleta de la iglesia de Cabezón.....	E. 34° 50' 34" S.
Al eje de la torre de la iglesia de Mazcueros..	E. 20° 51' 4" S.
Al eje de la chimenea de la tejería de Braña de Rojas..	O. 19° 25' 34" N.

Meridiana de Barruelo.

Mojón Sur. — Fué el de observación y se colocó en el alto del barrio de Santiago. Es un sillar de piedra arenisca labrado en forma de tronco de pirámide de sección cuadrada, de 25 centímetros de lado. Tiene sus diagonales hechas a cincel que determinan por su intersección el punto de observa-

ción. Sobresale del suelo unos 10 centímetros y se halla unos 20 metros al Este de la cabeza del antiguo plano inclinado (que no existe ya) de la Sociedad Carbonera Española.

Mojón Norte. — De la misma forma y dimensiones que el Sur, colocado en el alto de Valdemorillo, cercano a un poste de conducción de energía eléctrica.

Azimutes desde el mojón Sur.

Al centro de la arista superior de la espadaña de la iglesia de Matabuena.....	S. 14° 9' 32" O.
Al centro de la arista superior de la espadaña de la iglesia de Revilla.....	S. 30° 5' 2" O.
Al ángulo SE. de la tapia del cementerio de Barruelo..	O. 37° 17' 46" N.

Meridiana de Las Heras.

Estación de azimutes situada a 600 metros de la estación del ferrocarril de Santibáñez de la Peña, en dirección a Guardo, a la derecha de la carretera de Cantoral a Guardo, a cinco metros del eje de dicha carretera, entre los kilómetros 19 y 20, aproximadamente a 200 metros del kilómetro 19 y en término de Las Heras. Marcada con un mojón de piedra caliza de forma cilíndrica de 25 centímetros de diámetro terminado por un casquete esférico. Tiene en su centro un taladro de tres centímetros de diámetro para marcar el punto de observación.

Azimutes.

Al pie de la veleta de la torre de la iglesia de Las Heras.....	N. 18° 9' 21" O.
A la cruz de la espadaña de la ermita del Cristo de Las Heras.....	E. 7° 59' 13" N.
A la cruz de la espadaña de la iglesia de Pino de Vi-duerna..	E. 24° 58' 47" S.

Meridiana de Soncillo.

Mojón Norte. — Se fijó en el primer afloramiento de arenisca que se halla a unos 150 metros del paso a nivel inmediato a la estación en dirección de Cabañas de Virtus, a unos seis metros a la derecha del eje de la carretera de Santander, entre los kilómetros 159 y 160. Se practicó un taladro de tres centímetros de diámetro y 10 de profundidad, cuyo centro es el punto de observación. Para mejor referencia se labró en la roca arenisca donde está el taladro una superficie plana, vertical, paralela a la carretera, en la que se grabó a cincel una M.

Mojón Sur. — Inmediato a la estación del ferrocarril de Salcillo (línea de La Robla). En un sillar de arenisca de forma prismática y sección cuadrada de 15 centímetros de lado, sobresale del suelo 10 centímetros, y tiene en el centro de su base superior un taladro de tres centímetros de diámetro. Situado a unos 200 metros de la anterior.

Azimutes desde el mojón Norte.

Al mojón Sur.....	S. 0° 0' 0"
A la esquina más al Norte de la estación del ferrocarril de Soncillo (línea de La Robla).....	S. 0° 19' 32" O.
A la chimenea del Bañerío de Corconte.....	O. 43° 14' 20" N.
Al caballete del tejado de la fachada SO. de la Cabaña de Esquiandía.....	N. 7° 30' 12" E.

Meridiana de Villablino (León).

Señal Sur. — Mojón de arenisca de forma prismática, de sección cuadrada de 20 centímetros de lado. Tiene en su base superior las diagonales a cincel que determinan por su intersección el punto de observación.

Situado en el cruce del camino de Oteruelo con el camino

vecinal que va de Villablino a Las Rozas, a unos cinco metros del cruce. La base superior se halla a ras del suelo.

Señal Norte.—Mojón semejante al anterior en la ladera de Raspigueras, muy distante del Sur, y sobresaliendo del suelo unos 30 centímetros.

Azimutes desde el mojón Sur.

Al mojón Norte...	N. 0° 0' 0"
Al centro de la arista superior de la espadaña de la ermita de la Masera de Rabanal....	S. 17° 19' 12" O.
Al centro de la espadaña de la ermita de Las Rozas...	O. 31° 59' 56" S.
A la cruz de piedra del cementerio de San Miguel ...	N. 26° 52' 17" O.

Meridiana de Ponferrada.

Como lugar de emplazamiento se escogió uno no muy distante de la estación del ferrocarril de Galicia, en el paraje llamado «El Castañero», en una explanada entre la carretera de Orense y el río Sil, en terrenos de la Sociedad Minera y Metalúrgica de Ponferrada y contigua al chalet que posee dicha Sociedad.

Mojón Norte.—Esta situado a unos 15 metros al Este de la valla que rodea dicho chalet, y aproximadamente en la alineación del lado Sur de esta valla, distando de la carretera de Orense 78 metros y al Sur de ésta.

Dicho mojón, de granito de forma de tronco de pirámide de sección cuadrada, teniendo la base superior 20 centímetros de lado. Lleva sus diagonales a cincel que determinan el punto de observación.

Mojón Sur.—Es de idénticas dimensiones que el Norte. Se halla en la explanada del Castañar, a 157 metros del anterior y en dirección al río Sil.

Azimutes desde el mojón Norte.

Al mojón Sur.....	S. 0° 0' 0"
A la cruz del pararrayos de la torre de Nuestra Señora de la Encina, de Ponferrada.....	E. 9° 43' 4" S.

Al remate de la torre de la iglesia de San Martín de Salas de los Barrios	E. 36° 34' 0" S.
A la cruz de la espadaña de la iglesia de Otero de Ponferrada.....	S. 43° 20' 43" E.

Meridiana de Cistierna.

Estación de azimutes marcada con un hito de piedra que es el mojón kilométrico número 56 de la carretera de Sahagún a Arriendas, a 400 metros de Cistierna en dicha carretera y en dirección Norte. Este mojón, de forma prismática, de sección cuadrada y 22 centímetros de lado, termina en su parte superior por una pirámide achatada, cuyo vértice es el punto de observación.

Azimutes.

A la esquina más al Este (vista desde el punto de observación de la Casona), propiedad del Sr. Allende..	S. 9° 58' 53" O.
Al pararrayos de la fábrica de briquetas del señor Corral.....	S. 29° 56' 20" O.
Al centro de un mojón de piedra colocado en el alto de Temelo y distante 130 metros del punto de observación.....	E. 0° 0' 0"

Meridiana de Jaén.

Mojón Norte.—Prisma de caliza de sección cuadrada, cuya base superior labrada lleva sus diagonales a cincel que determinan por su intersección el punto de observación. Situado en el borde derecho del camino de La Guardia, a 19 metros del poste indicador en el cruce de este camino con la carretera de Jaén a Granada, distando el mojón unos 300 metros de las primeras casas de Jaén.

Mojón Sur.—Idéntico al otro y situado en el borde derecho del camino de la plaza de toros. Distan ambas señales unos 250 metros.

Azimuthes desde el mojón Norte.

Al mojón Sur.....	S. 0° 0' 0"
A la cruz de la torre del reloj de la Catedral.....	O. 23° 42' 6" S.
A la cruz de hierro del Castillo.....	O. 9° 46' 41" S.
Al remate del tejado de la fábrica de ladrillos de D. Antonio Tiesta.....	E. 44° 35' 8" S.

Meridiana de Linares.

Situada dentro de la concesión Santa Catalina, a unos 260 metros al Norte de la estación de San Roque del tranvía de Linares a las minas, y poco distante del sendero de «La Mesa de los Pinos».

Mojón Sur.—De observación; sobre una plataforma de cemento de forma cuadrada y dos metros de lado insiste un mojón de piedra caliza de forma prismática y sección cuadrada de 25 centímetros de lado, terminado con un tronco de pirámide. El centro de la base superior es el punto de observación.

Mojón Norte.—Idéntico al anterior, del que dista unos 500 metros. Situado a unos 20 metros siguiendo la dirección Norte de la carretera de Linares a La Carolina.

Azimuthes.

Al mojón Norte.....	N. 0° 0' 0"
Al eje de la chimenea de La Mejicana.....	E. 37° 2' 16" N.
Al remate de la torre de la munición de La Cruz.....	E. 3° 52' 11" N.
Al remate de la torre de la iglesia de Baños.....	O. 20° 9' 40" N.

Meridiana de La Carolina.

Mojón Sur.—Es el de observación, y se colocó en el lado Oeste del ejido, frente a la huerta de Herminio Morales, distando seis metros de ésta. Es prismático, de sección cuadrada y 20 centímetros de lado, terminando por una pirámide achatada a punta de diamante, siendo el vértice el punto de observación.

Mojón Norte.—De idéntica forma y dimensiones que el anterior, del que dista 170 metros. Se halla en la parte Este del ejido, a unos 25 metros del cruce con la calle del Campo en dirección SO.

Azimuthes.

Al mojón Norte.....	N. 0° 0' 0"
A la cruz de la veleta de la torre de la iglesia de La Carolina.....	N. 43° 25' 18" E.
Al remate de la torre de la munición de la antigua fábrica de Figueroa.....	E. 10° 23' 18" N.
Al eje de la chimenea de la mina «A una Otra».....	O. 11° 49' 52" N.

Meridiana de Santa Elena.

El punto de observación se halla a unos 150 metros al Sur de la tapia del Cementerio del pueblo de Santa Elena, y está constituido por un bloque de piedra granítica de forma irregular que sobresale del suelo unos 30 centímetros, cuyo bloque está sobre un afloramiento de granito, después de saneado, sujetándolo con cemento y en forma que asegure su inmovilidad.

Este bloque tiene en su parte alta un taladro de unos tres centímetros de diámetro y unos 12 de profundidad que determina el punto de observación.

Azimuthes.

Al eje de la chimenea de la mina «Santa Teresa».....	S. 31° 22' 28" O.
Al eje de la chimenea de la mina «Santa Susana».....	O. 33° 45' 13" S.
Al centro de la puerta del cortijo de Alcolehuela.....	E. 16° 37' 38" S.

Meridiana del Centenillo.

Estación marcada con un mojón de mampostería de forma prismática, de sección rectangular de 50 por 60 centímetros, teniendo en el centro de su cara superior un taladro de dos centímetros de diámetro y 20 de profundidad que determina

el punto de observación. Situado en el alto del cerro Llorente al Oeste de las explotaciones del Centenillo.

Azimuthes.

A la chimenea de la fábrica de La Cruz, en Linares....	S. 23° 39' 27" E.
Al mojón de «Los Guindillos».....	E. 28° 20' 19" S.
Al mojón de un vértice de la triangulación de las minas del Centenillo.....	O. 14° 12' 11" N.

Meridiana de Santander.

Estación de azimuthes. Es un mojón de piedra caliza de forma prismática y sección cuadrada de 20 centímetros de lado. Tiene en su base superior las diagonales a cincel, que determina por su intersección el punto de observación. Situado en terreno de la comandancia de Marina, cercano al camino que conduce al faro de Cabo Mayor, próximo al corte del acantilado de la costa, a 24 metros del ángulo Sur de la finca de D. Angel Pérez, y a 4,50 metros de un prado de D. Francisco Trevilla.

Azimuthes.

Al remate esférico del faro de Mouro.....	E. 18° 20' 36" S.
Al pie del asta de la bandera en el centro de la torre del palacio de la Magdalena.....	E. 36° 37' 34" S.
Al remate de la cúpula del Hotel Real.....	S. 17° 11' 25" E.

Meridiana de Potes.

Estación de azimuthes marcada con un mojón de piedra caliza de forma prismática y sección cuadrada, de 28 centímetros de lado y 80 de alto, que sobresale del suelo unos 15 centímetros. Lleva un taladro en el centro de 25 milímetros de diámetro que determina el punto de observación. Situado en la margen derecha de la carretera de Ojeda a Riaño, entre los kilómetros 1 y 2 de la misma y próximamente en su punto medio.

Azimuthes.

Al centro del remate esférico del crucero de la iglesia nueva de Potes.....	N. 12° 45' 50" O.
Al centro de la espadaña de la ermita de Santa Catalina.....	O. 4° 15' 22" N.
A la cruz de hormigón del alto de Biorna.....	O. 27° 4' 44" S.

Meridiana de Udias.

Comprobada la meridiana que la Real Compañía Asturiana tiene establecida dentro de su propiedad minera, se ha notado un error en la señal Norte observada desde la señal Sur, siendo este error de 27' al Oeste.

Meridiana de Reinosa.

Señal Norte. — Es un sillar de piedra caliza de forma prismática y sección cuadrada de 20 centímetros de lado, que sobresale del suelo 20 centímetros. La cara superior está labrada y lleva una cruz hecha a cincel. Situado en el campo de la feria de ganados a la derecha del camino de Reinosa a Fresno, a unos 600 metros de distancia en dirección Norte de la iglesia de Reinosa.

Señal Sur. — Sillar de piedra caliza de las mismas dimensiones, dista éste 335 metros del Norte. Su punto de observación no es el centro de la cara superior, sino el centro de la arista Este de dicha cara.

Azimuthes.

A la cruz de piedra de la espadaña de la iglesia de Fresno.....	N. 18° 5' 38" O.
A la cruz de la torre de la iglesia de Requejo.....	E. 8° 39' 58" S.
A la cruz de la veleta de la iglesia de Reinosa.....	S. 0° 5' 29" O.

De las meridianas trazadas anteriormente, han desaparecido o quedado inutilizadas por obras en las poblaciones las

siguientes: Bilbao, Jerez, Las Palmas, León, Lugo, Orense, Palencia, Pontevedra, Puertollano y Sevilla.

De ellas se han restablecido las de Bilbao, Jerez, Las Palmas, León, Palencia, Puertollano y Sevilla, y se hallan pendientes las de Lugo, Orense y Pontevedra.

APUNTES BIOGRÁFICOS

DE

D. FAUSTO DE ELHUYAR Y DE ZUBICE

POR

A. DE GALVEZ-CAÑERO Y ALZOLA

Ingeniero de Minas.

PRÓLOGO

La profesión de minero ofrece a cuantos la ejercen con continuidad y entusiasmo, mayores contrariedades que satisfacciones, más frecuentes sufrimientos que alegrías, y un riesgo, de carácter constante, al que no es fácil asignar ninguna clase de compensaciones.

Fisicamente, el hombre que busca, que investiga o extrae las riquezas del subsuelo, tiene que vivir en plena lucha con la Naturaleza, sujeto a sus rigores, padeciendo fuera y dentro de la explotación, más que en la mayor parte de los trabajos a que, por ley de Dios, tiene que hallarse sometido; y en lo moral, es tan superior la cifra de los fracasos y las desilusiones, a la de los éxitos y triunfos, que hay que tener el alma bien templada y la voluntad firme para empeñarse en arrancar a la tierra sus secretos y sus fabulosas riquezas, casi siempre más imaginativas que reales.

Sin embargo, los que hemos dedicado nuestra vida a la minería y hemos consagrado muchas horas de preocupaciones y desvelos a pensar en lo que el subsuelo puede ocultarnos y ofrecernos, tenemos en el oficio verdadera fe, y cuando menos pródigo se muestra en brindarnos alhagos y ventajas materiales, más parece que espiritualmente nos unimos a nuestro destino y más deseamos enaltecer aquello a que nuestra vocación nos conduce.

Don Antonio de Ulloa, ilustre escritor y viajero infatigable, en sus famosas *Noticias americanas* (1), dice que «el incentivo mayor de las naciones ha sido en todos los tiempos las riquezas y metales preciosos, que son los medios de adquirir las demás cosas. El oro y plata tienen en sí tanta recomendación, que sin fixarles valor seguro se miran en el mayor aprecio, aun entre las naciones que menos los necesitan para sus tratos. Estos metales dan la ley en el mundo; y los Príncipes, según el estado actual de las cosas, no pudieran hacerse respetables si careciesen de ello y no se hallase en proporción de sostener los gastos indispensables de soberanía».

El mismo autor, para describir el temperamento y condición de los buscadores de minas, dice:

«El incentivo de la plata llega hasta el término de que claudiquen los hombres de más peso, madurez y juicio, sin que haya desengaños y razones que los persuadan una vez que se empeñan en ello. Todas sus conversaciones se reducen a tratar de los asuntos de las minas, de las dificultades vencidas o que faltan por vencer, de las señales que prometen su abundancia, de los medios de su habilitación y de los ejemplos de las grandes fortunas de los famosos mineros y felices descubrimientos».

La psicología de los buscadores y explotadores de minas se ha modificado poco en el largo período de la existencia de la humanidad, y el minero sigue y seguirá siendo aquel hombre que, como decía con maravillosa e insuperable forma de expresión nuestro querido e ilustre compañero, el Académico señor Novo (2), «sueña con las minas; que las busca, las explota, las

(1) ULLOA (ANTONIO DE): *Noticias americanas*. Entretenimientos físico-históricos sobre la América Meridional y la Septentrional Oriental. Madrid, 1792. Entretenimiento XII. «De los minerales y principalmente de los de plata y el modo de entablar su trabajo.»

(2) NOVO Y FERNÁNDEZ-CHICHARRO (PEDRO): Contestación al discurso de recepción de D. Agustín Marín, en la Academia de Ciencias. Madrid, 1931.

pondera ricas, las llora agotadas y las defiende a costa de su fortuna: que si ese mundo, como todos, mantiene vividores y falsarios, abundan los que sienten la Minería como algo propio y por ella se arruinan».

Pero aunque se proclamen sus defectos, habrá también que reconocer que la gran familia minera, de la que sentimos la satisfacción y la vanidad de formar parte, presta a la sociedad humana un gran servicio, poniendo al alcance de las ciencias, de las industrias y de las artes, los elementos indispensables para hacer la vida fácil y grata, y esa inmensa legión de trabajadores que valerosamente luchan para extraer de la tierra los materiales cuya transformación significa civilización y progreso, merecen gratitud y se hacen dignos, por su diario y constante sacrificio, al respeto y al afecto de los demás hombres.

El minero, en todos los grados de la jerarquía profesional, si llega oscuramente a conseguir el éxito, no le es permitido saborear los honores del triunfo, porque sus aciertos no son nunca conocidos del público, que no le ofrece sus homenajes de vencedor y en su conciencia, sólo le queda la satisfacción del deber cumplido.

En ocasiones, quizás más frecuentes que en otros órdenes de la actividad humana, llega a exigir esta ruda lucha la ofrenda de la propia existencia. Recordemos con dolor y con profundo respeto los gloriosos nombres que se insertan a la cabeza de nuestros escalafones, de los Ingenieros fallecidos en el cumplimiento de su deber, y recordemos también las tremendas catástrofes que han emocionado intensamente a todos los países, en que perdieron la vida hombres jóvenes y animosos, útiles servidores de su Patria.

En esta profesión nuestra, modesta y humilde, tan venerada como ingrata, se ha distinguido un gran número de hombres verdaderamente sabios y eminentes, no sólo por sus conocimientos científicos, sino por sus virtudes y cualidades perso-

nales, que nos han legado un caudal abundantísimo de saber y experiencia, cuyos nombres, recogidos por la posteridad con admiración inmensa, no tienen, fuera de nuestro estrecho mundo, la merecida resonancia, por ser frecuente entre nosotros el no saber interesar a los demás en nuestra vida interior, apartando de nuestro camino todo espíritu de exhibición y toda aspiración de popularidad.

Sentimos el orgullo de los que fueron nuestros maestros, pero no nos esforzamos lo suficiente para honrar su memoria, y nombres tan ilustres como los de Elhuyar, Ezquerria del Bayo, Schulz, Botella, Donaire, Fernández de Castro, Casiano de Prado, Mallada, Cortázar, Adaro, Mariano Vidal, Palacios, Sánchez Lozano y Adán de Yarza, que nos son familiares y venerados, no han desbordado el círculo profesional, siendo ignorados o poco conocidos por el gran público que consagra las reputaciones y abre las puertas de la inmortalidad y de la historia.

Afortunadamente, la generación actual conserva vivo y ardiente el espíritu de cultura que enalteció la personalidad de aquellos sabios, y los que les sucedan, harán justicia a sus merecimientos, que no son inferiores a los de aquellas grandes figuras de la minería española, de la que continuarán manteniendo los altos e imborrables prestigios.

Los que no nos sentimos con dotes personales para iluminar con nuestra modestia la historia del Cuerpo de Minas, debemos esforzarnos por enaltecer las gloriosas figuras colectivas, reparando, en lo posible, la injusticia de la falta de difusión en sus grandes cualidades, ensalzando su labor y propagando sus méritos, no para conocimiento de los propios, sino para la admiración de los extraños.

Este propósito es el que inspira la publicación de las siguientes páginas que, con motivo del centenario de la muerte del ilustre minero D. Fausto de Elhuyar, he redactado, en ho-

menaje a su intensa labor profesional, por encargo del Director del Instituto.

Declaro que cumplo este encargo con verdadero deleite y satisfacción. Aficionado a la lectura de libros viejos y muy interesado en conocer la labor de la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País, de tan gloriosa historia, había sentido, antes de recibir este honrosísimo mandato, gran admiración por la figura de este hombre benemérito, que a los veintidós años explicaba Mineralogía en el Seminario de Vergara, y que medio siglo más tarde planeaba en Madrid, después de haberla dejado establecida en Méjico, la enseñanza científica de la profesión en España, sin que en cincuenta y cuatro años de labor, desmayara un momento su entusiasmo y actividad.

Recorrió el mundo buscando el saber y ansioso siempre de aumentar su caudal de conocimientos, que debió ser grande y extenso, para merecer el respeto de contemporáneos tan ilustres como D. Alejandro de Humboldt. Luchó en Nueva España treinta y tres años para crear una minería próspera y fecunda, y ya anciano y fatigado por tan enorme esfuerzo, aun pudo volver a su patria, a tiempo de inspirar acertadas orientaciones en nuestra legislación minera.

Con estos antecedentes es obligado el testimonio de admiración que le tributa la Minería española y al que se asocia calurosamente nuestro Instituto Geológico y Minero, que no puede sentirse ausente de esta manifestación colectiva, merecida como ninguna, como tendrá ocasión de apreciar quien lea el extracto de su vida, si no le fuera conocida.

El Instituto ha tenido además la fortuna de conservar en su Biblioteca algunos inéditos manuscritos de trabajos de don Fausto de Elhuyar, cuya publicación constituirá, en su día, el mejor homenaje que este Centro podrá tributar a su memoria.

CAPÍTULO PRIMERO

1755-1777

Los primeros años de la vida de Elhuyar

Nacimiento de Elhuyar. — Sus primeros estudios hasta el comienzo de su labor en la Económica Vascongada

No se ha publicado, o por lo menos no se ha difundido lo suficiente para ser conocida, una detallada biografía de don Fausto de Elhuyar.

Varios autores han recogido datos dispersos sobre su laboriosa vida y han citado sus inestimables trabajos de Química, de Mineralogía y de Docimasia, pero nadie ha dedicado a tan relevante personalidad de la Minería española la atención de que es digna la figura de un hombre por tantos conceptos ilustre y benemérito.

El primer bosquejo biográfico de Elhuyar apareció en el *Semanario Pintoresco Español*, en 22 de enero de 1843, o sea diez años después de su fallecimiento. Es un breve extracto de su vida, sin detalle alguno, que fué reproducido literalmente en el *Boletín Oficial de Minas* del 15 de septiembre del siguiente año, ocupando tres páginas a dos columnas de aquella publicación. La misma biografía fué vuelta a publicar, con la adición de la partida de bautismo de D. Fausto de Elhuyar, en los *Anales de la Facultad de Ciencias de Zaragoza* (1),

(1) *Anales F. C. de Zaragoza*. Año III, núms. 10 y 11, pág. 115. Septiembre 1909.

con un retrato, cuya litografía original se conserva en la Sección de Estampas de la Biblioteca Nacional (1). Por último, citan Maffei y Rúa Figueroa (2) otro estudio biográfico, impreso en el Colegio de Sordo-Mudos en 1853, al que acompaña un retrato.

El ejemplar de este raro folleto, que se conserva en la Biblioteca de la Escuela de Ingenieros de Minas, parece completo y no hay en él retrato alguno. Su título exacto es *Biografía del Ilmo. Sr. D. Fausto de Elhuyar y de Suvice, sacada de otra ya publicada y de noticias adquiridas acerca de su vida, carrera y servicios*. Madrid. Imprenta del Colegio de Sordo-Mudos y Ciegos, calle del Turco, número 11, 1853. En la portada lleva un sello circular de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas, con los martillos y las palmas, y comprende 16 páginas, de 170 por 112 milímetros.

Estos breves extractos biográficos son anónimos, atribuyéndose el inserto en el *Semanario Pintoresco Español*, al escritor D. Vicente de Argenta, colaborador asiduo de aquella publicación, por llevar al pie del escrito las iniciales V. de A.: en ninguno de ellos se analiza la labor científica y administrativa de Elhuyar, limitándose a indicar, cronológicamente, los hechos y sucesos más salientes de su vida, recogidos también por Maffei y Rúa Figueroa en su magnífica *Biblioteca Española*.

Con posterioridad a la publicación de estas reseñas se han citado los trabajos y estudios del Sr. Elhuyar en gran número de libros y folletos, de los que se hace mención en la «Bibliografía» que se inserta al final de estas páginas, con el temor de haber cometido omisiones, acaso importantes, por falta mate-

(1) Catálogo de Barcia, núm. 572.

(2) MAFFEI (D. EUGENIO y RÚA FIGUEROA (D. RAMÓN): *Apuntes para una Biblioteca Española de libros, folletos y artículos, impresos y manuscritos, relativos al conocimiento y explotación de las riquezas minerales y a las ciencias auxiliares*. Madrid, 1873.

rial de tiempo para realizar una investigación a conciencia, con el detenimiento que merece el tema objeto de estos APUNTES.

En las citadas biografías, en las enciclopedias más conocidas y en otros estudios relacionados con los trabajos de Elhuyar, se cometen errores de importancia que, al menos en una gran parte, se irán aclarando y corrigiendo en las siguientes páginas.

Al estudiar la personalidad y la vida de D. Fausto de Elhuyar, la primera confusión que se ha presentado a los autores de sus biografías, ha sido la de determinar su verdadero origen y apellido, pues aunque todos estaban conformes en señalar la fecha del 11 de octubre de 1757 como la de su nacimiento y en afirmar que tuvo lugar en Logroño, no se conocía bien su apellido y la procedencia de sus antepasados, ni se había fijado el abolengo de su familia.

Esta confusión nacía de que en los *Extractos* de la Sociedad Bascongada de Amigos del País, primeros documentos impresos en que aparece su nombre, está escrito el apellido en formas diversas, como *Luyart*, *Lluyar*, *de Lluyart*, *Deluyart* y alguna vez *de Elhuyar*. El Sr. Fages Virgili (1) supone que el verdadero apellido es *Lhuyart*, pero que «no supo sustraerse D. Fausto al efecto grato de ser conocido fuera de España, donde empezaron a llamarle d'Elhuyar y que consideró más sencillo cambiar de apellido, adoptando el que le daban los extranjeros, que corregir a éstos». Más tarde, en América y a su regreso a España, los dos hermanos usaban siempre el apellido Elhuyar.

Estas dudas han sido definitivamente resueltas por don A. Federico Gredilla en su *Biografía de José Celestino Mutis*, pues deseoso el erudito autor de este estudio de confirmar, de una vez para siempre, la verdadera ortografía de aquel apellido,

(1) FAGES Y VIRGILI (JUAN): *Los químicos de Vergara y sus obras*. Madrid, 1909.

se ha tomado la molestia de solicitar, en Logroño, una certificación de la partida de bautismo de D. Juan José d'Elhuyar, ilustre químico riojano, hermano mayor de D. Fausto, y de ella resulta que el verdadero apellido de estos dos meritísimos hermanos es D'Elhuyar, siendo hijos de D. Juan, natural de Hasparren y de D.^a Ursula Zubice, natural de San Juan de Luz (o de Lus, como indica la certificación de bautismo), de la que están tomadas estas noticias.

De esta partida se deduce que, aunque en España se haya escrito siempre el apellido de modo distinto, dado su origen francés, hay que considerar como su verdadera expresión, la forma D'Elhuyar, más racional que otra ninguna.

Debo al ilustrado sacerdote D. Antolín Oñate la siguiente certificación del nacimiento de D. Fausto, que, a instancias mías, ha tenido la bondad de remitirme, que coincide con la publicada en Zaragoza en 1909.

Don Antolín Oñate y Oñate, Presbítero, Cura Propio de la Parroquia Mayor de Santa María de la Redonda de esta ciudad de Logroño: Certifico: Que al folio número 81 vt.º del tomo número 8.º de bautizados que se guarda en esta Parroquia de mi cargo hállase una partida que, copiada al pie de la letra, dice así:

FAUSTO DE ELHUYAR En trece días del mes de octubre de mil setecientos cincuenta y cinco años: Yo el infrascripto Rector y Cura de la Insigne Iglesia Colegial de esta ciudad de Logroño, bauticé y crismé en la pila bautismal de ella a Fausto, hijo legítimo de don Juan de Elhuyar, natural de la villa de Hasparren, provincia de Labourt en Navarra la Vaxa, Diócesis de Bayona, y de doña Ursula Zubice, natural de San Juan de Lus, y vecinos de esta dicha de Logroño: abuelos paternos Domingo de Elhuyar y D.^a María Surrut, naturales y vecinos de dicha de Hasparren: Abuelos maternos, Don Pedro Zubice, natural de Castenau de Ribera Bais, Diócesis del Auché, y D.^a Juana Sorrosty, natural del referido San Juan de Lus y vecinos del dicho San Juan de Lus. Nació el niño, según declaración de sus padres, el día

once del arriba expresado mes y año a las nueve de la noche. Su padrino fué José Antonio Zabala, vecino de la villa de Oyon, a quien advertí la cognación espiritual que había contraído y lo firmé. — *Dr. Fernando Antonio de Castroviejo.* — Rubricado.

Hasta aquí la partida conforme en un todo con el original, a que me remito en caso necesario. Y para que conste, expido la presente, que firmo y sello con el de la parroquia, en Logroño a quince días del mes de diciembre de mil novecientos treinta y dos. — *Dr. Antolín Oñate.* — Rubricado. — Es copia.—Hay un sello en tinta que dice: Parroquia Mayor de Santa María de la Redonda.

Prueba este documento un claro origen vasco de la familia de estos ilustres hombres de ciencia, no sólo por su línea materna de Zubice y Sorrosty, sino por su padre, cuyo segundo apellido era Surrut, siendo todos ellos nacidos en la provincia de Labourd vascofrancesa, lindante con las nuestras de Guipúzcoa y Navarra.

El apellido materno de Elhuyar también ha sido escrito de muy diversas maneras. Sus biógrafos lo suponen Subice y Gredilla, Lubice. Es más probable que sea Zubice, pues son frecuentes en Vasconia los apellidos derivados de Zubi (puente). En obras de genealogías guipuzcoanas (1), figuran los apellidos Zubia, Zubizarreta, Zubiarre, Zubieta, Zubimendi, etcétera, escritos siempre con Z y no con S, como corresponde a la raíz que les sirve de origen.

Estas suposiciones no tienen un carácter de afirmación categórica y definitiva, pues aparte de que la Z inicial puede pronunciarse como S, tampoco hay nada que se oponga a que realmente sea Subice el apellido.

En cuanto al apellido D'Elhuyar, o de Elhuyar, como debe escribirse en castellano, no cabe afirmar, sin un estudio más detenido, que no sea de origen vasco. El cultísimo escritor

(1) *Noticia de las Hidalguías y Entroncamientos litigados en la villa de Elgoibar en el año 1773.*

D. Julio de Urquijo, investigador infatigable, ha encontrado en Hasparren la casa en que habitaron varias generaciones de esta familia, lo que prueba, por lo menos, una residencia de muchos años. La forma de escritura es razonable, pues hay muchos apellidos vascos que se diferencian en España y en Francia por una D inicial, tales como Hualde y Duhalde, Aranaz y Daranatz, Huarte y Duarte, etc.

Es, por otra parte curioso, que los mismos hermanos no estuvieran de acuerdo en la manera de firmar, pues así como D. Juan José, según se ve en el siguiente facsímil de su firma,

usaba el apóstrofe, como en francés, su hermano D. Fausto separaba su apellido en dos palabras, españolizándolo enteramente, como indica su firma.

No es, pues, infundada la confusión que se observa en todos los libros y escritos que de ellos tratan, aun cuando sea de extrañar que no se ocuparan nunca los interesados de rectificar y aclarar el constante error con que su apellido figura en los libros de la época. Es de creer que, no por seguir a los extranjeros, como supone Fages, sino por atenerse a su verdadero nombre, cuanto más conocidos fueron, más constante debió ser la rectificación y enmienda de las diversas formas de escritura de su verdadero apellido, que aparecen en la primera etapa de sus estudios y publicaciones. Hay que decir, además,

que D. Fausto firmaba siempre *de Elhuyar*, como se puede ver en correspondencia suscrita por él.

Ha sido también constante la afirmación de que D. Fausto nació el día 11 de octubre del año 1757 y, ateniéndose a la certificación de bautismo, resulta que esta fecha tampoco es exacta y que su nacimiento tuvo lugar dos años antes, aclaración que permite una mayor concordancia con la fecha del comienzo de su labor en la Sociedad Bascongada, que hubiera sido demasiado prematura si no se hiciera esta rectificación, de una indudable exactitud, pues es consecuencia de la copia de la partida, comprobada con toda escrupulosidad.

Son igualmente vagas e imprecisas las referencias que existen de los primeros años de la vida de los hermanos Elhuyar, y de los lugares o centros en que pudieran recibir la enseñanza elemental. Es únicamente cierto que su padre, que parece por determinadas referencias que era médico, cuidó con esmero de que pudieran adquirir una ilustración superior a la que era corriente en aquella época, en que los estudios que podían considerarse como superiores, se cursaban en las *Prefectorías*, regidas por un sacerdote, en las que seguían dos años de latín y uno de humanidades. Uno de estos centros culturales estaba establecido en Oyon, pequeña villa de la Rioja alavesa, cuyo término linda con la ciudad de Logroño, y cabe suponer, un poco libremente, que siendo D. José Antonio Zabala, natural de esta aldea, padrino de los dos hermanos, en ella y en su *Prefectoría* adquirieran sus conocimientos de carácter general, ya que no hay noticia de que existiera en la misma ciudad de Logroño ningún establecimiento especial dedicado a la enseñanza.

Por otra parte, siendo los señores de Elhuyar franceses y teniendo probablemente medios materiales suficientes para educar a sus hijos con cierta amplitud económica, es lógico que una vez terminados sus cursos en los Centros locales pen-

saran y decidieran enviarlos a París, donde pasaron los primeros años de su juventud, adquiriendo allí un caudal de conocimientos bastante extenso y muy en armonía con el despertar de la afición al cultivo de las ciencias, que por los años de su mocedad, empezaba a notarse en España. El ambiente era, efectivamente, entonces adecuado para sentir estímulos más elevados de cultura, y en busca de ella acudieron los jóvenes Juan José y Fausto de Elhuyar a la capital francesa, donde ya existían Cátedras y Museos bastante importantes y donde era posible seguir el avance progresivo de todo género de estudios.

Entre los documentos que se conservan en el Instituto, figura el interesante plan del Curso de Química que en el Collège Royal explicaba en París M. D'Arcet y el método de experiencias seguido en el mismo, muy pocos años después de la fecha de la estancia en París de los hermanos Elhuyar, que debió tener lugar desde 1770 a 1776, tomados por D. Francisco de Angulo, hombre de gran cultura, casi contemporáneo de los Elhuyar y gran amigo de D. Fausto. Es bien posible que éste fuera el Centro donde éstos recibieran las primeras lecciones de carácter científico o también que fueran alumnos de Ruelle, químico muy distinguido, que, según Ramón Munibe (1), explicaba Ciencias químicas en París en los mismos años, pues entre Fausto de Elhuyar y Ramón Munibe había también escasa diferencia de edad.

No es fácil precisar estos hechos, pues un estudiante aprovechado y fiel cumplidor de sus deberes escolares, no deja rastro ni documento alguno de su vida escolar y sólo cabe juzgar de su celo por instruirse, por la cultura adquirida, que los Elhuyar tuvieron ocasión de demostrar más tarde en el transcurso de su vida científica, iniciada inmediatamente después de su regreso de París.

(1) URQUIJO (J. DE): *Los amigos del país*, pág. 68.

CAPÍTULO II

1777-1785

Primer viaje de Elhuyar al extranjero, regreso a España y su labor en la Sociedad Bascongada

Se caracteriza el reinado de Carlos III, o al menos los últimos años del mismo, por una protección decidida del Monarca y de sus hombres de Estado, entre los que destaca la figura de Floridablanca, a toda iniciativa encaminada a lograr la prosperidad del país. Es la gran época, en la accidentada historia de España, en que las obras públicas adquieren la máxima actividad, en que se fomentan las industrias y las artes, en que se favorece la agricultura, en que el progreso invade todas las manifestaciones de trabajo y en que la cultura española adquiere en el mundo los máximos prestigios.

Tuvo aquel Monarca el gran acierto de depositar su confianza en las personas más ilustradas de su reino, y sus consejeros, en el deseo de engrandecer en todos los órdenes la vida española, establecen las enseñanzas técnicas, buscan maestros en el país y fuera de él, para la creación de nuevas cátedras y organizan, a costa del erario público, expediciones científicas de pensionados a los más famosos Centros de cultura de Europa, o de sabios naturalistas y profesores, que difundan sus conocimientos en lejanos países, formando pre-

viamente un núcleo de españoles estudiosos que pudiera servir de base a futuros progresos (1).

Al mismo tiempo, la prensa técnica hace su aparición en el campo de las letras y se extiende rápidamente, adquiriendo, en un plazo relativamente corto, gran circulación y relieve. Casi simultáneamente empiezan a publicarse *El Pensador*, el *Memorial literario, instructivo y curioso*, el *Diario de los literatos*, el *Diario curioso, erudito y comercial*, *El Mercurio Veloz*, el *Diario curioso*, los *Anales de Ciencias Naturales*, los *Anales del Real Laboratorio Químico de Segovia*, los famosos *Extractos* de la Sociedad Bascongada y otros muchos periódicos y revistas de índole científica, cuya enumeración resultaría demasiado extensa (2).

Todas estas manifestaciones de una verdadera ansiedad de saber, no eran sino fiel y acompasado reflejo de lo que sucedía, por entonces, en el resto del mundo. El siglo XVIII había sido el creador de las Ciencias Naturales, y desde que el gran Linneo publicó su *Sistema de la Naturaleza*, este género de estudios vino a ser la ocupación favorita de los sabios más célebres, «propagándose el atractivo de estas Ciencias hasta los Grandes y Príncipes» (3).

Así se formaron los gabinetes y Museos de las Cortes de Londres, Lisboa, Versalles, Petersburgo, Estocolmo, etc., y sus colecciones de animales y plantas llegaron a ser muy importantes, en consonancia con el rapidísimo progreso de la Botánica y de la Zoología.

Únicamente la Mineralogía podía considerarse retrasada, por haber tenido su estudio menos adeptos. Desde que Agrí-

(1) ALTAMIRA (R.): *Historia de España y de la civilización española*. Barcelona, 1900-1906, tomo IV.

(2) ALTAMIRA (R.): *Historia de España*, etc.

(3) SCHÜTZ (BARÓN DE): «Sobre el progreso y utilidad del estudio mineralógico» 1797. Traducción de D. Christiano Herrgen. — *Anales de Ciencias Naturales*. Tomo III, 1801, pág. 209.

cola publicó su famosa obra en 1546, hasta la *Historia de la pirita*, de Henkel, se había escrito muy poco y sólo los trabajos de Wallerius y de Cronsted, al dar a conocer, en 1758, su *Ensayo de Mineralogía*, lograron establecer una base sólida de conocimientos, que permitió avanzar en la clasificación de los fósiles, como entonces se llamaban los minerales, y más tarde, cuando Bergmann enseñó el medio de descomponerlos y reducirlos a sus partes constitutivas, ya fueron más rápidos los avances conseguidos.

No era ajeno nuestro país a estas inquietudes espirituales sentidas en los demás por la adquisición de conocimientos, y algunos hombres de mentalidad selecta seguían con gran interés cuanto se especulaba en el orden de las ciencias, del otro lado de nuestras fronteras.

En este ambiente, enteramente favorable a la realización de sus patrióticos fines, nació en 1764 la benemérita *Real Sociedad Bascongada de Amigos del País*, al impulso del espíritu creador del ilustre conde de Peñafiorida que con otros caballeros de las tres Provincias Vascongadas, dió vida a esta entidad, para cultivar intensamente las Ciencias y las Artes.

El ejemplo de tan feliz iniciativa se extendió en pocos años por toda España, llegándose a crear hasta 62 Sociedades Económicas que, por sí solas, bastarían para la feliz memoria de un reinado, cumpliéndose así los deseos del Rey, que, por conducto de su Ministro Grimaldi, hizo saber a los fundadores de la Sociedad Bascongada, su aspiración de que los caballeros de las demás regiones imitaran a la nobleza de aquellas provincias, en la creación de «establecimientos tan útiles para la gloria del Estado».

No es de este lugar, aunque sería de gran interés, el trazar un bosquejo histórico de la primera Sociedad de Amigos del País que se fundó en España. El conde de Peñafiorida dejó inédita y sin terminar una historia de la Bascongada, y el de

Echaz escribió otra en 1805, que tampoco llegó a publicarse (1). Después han aparecido gran número de escritos, en libros y revistas, encomiando su meritísima labor, siendo los más interesantes los originales del cultísimo escritor vasco D. Julio de Urquijo (2), que conoce como nadie la documentación y los archivos de aquella entidad, deduciéndose de todos ellos el importantísimo papel que representó aquélla, en la vida cultural española de la segunda mitad del siglo XVIII.

Es preciso, sin embargo, seguir paso a paso, aunque sea brevemente, los trabajos de la Sociedad Bascongada, si se pretende bosquejar la personalidad de D. Fausto de Elhuyar, por «ser el mayor y más legítimo triunfo de la Ciencia Química y, tal vez, en todo cuanto especuló, ya que es muy poco lo que merece consignarse de los demás químicos de Vergara, donde la Sociedad estableció sus enseñanzas», como dice Fages y Virgili: por su parte, también el eminente Menéndez y Pelayo (3), que no se distinguió por sus juicios demasiado benévolos para la Bascongada, dice, al tratar de su labor, que «de tales cándidas ilusiones rebaja mucho la posteridad, con todo y dar altísimo precio a los trabajos metalúrgicos de Elhuyar y de Proust».

Uno de los primeros impresos que se conocen, relacionados con aquella patriótica empresa, es el *Ensayo de la Sociedad Bascongada de los Amigos del País en el año 1766, dedicado al Rey Nuestro Señor*, impreso en Vitoria por Tomás de Robles en 1768, y de él resulta que, en Junta general de 6 de julio de 1763, se presentó el proyecto de fundar una Sociedad Económica o Académica de Agricultura, Ciencias, Artes útiles

(1) ALLENDE SALAZAR (A.): *Biblioteca del Bascófico*, pág. 290.

(2) URQUIJO (JULIO DE): *Los Amigos del País*. San Sebastián, 1929. — *Menéndez Pelayo y los Caballeritos de Azcoitia*. — San Sebastián, 1925.

(3) MENÉNDEZ Y PELAYO (MARCELINO): *Historia de los heterodoxos españoles*. — Madrid, 1880. Tomo III, pág. 225.

y Comercio para Guipúzcoa, firmado por varios hijos Amantes del país y, en primer lugar, por el ilustre prócer D. Javier María de Munibe e Idiáquez, conde de Peñafloreda. Nuevas Juntas celebradas en Villafranca, en Azcoitia en 1765 y en Zumaya, en el mismo año, determinaron la constitución definitiva de la Sociedad, que fué declarada *Real* en 1770.

Ya en este *Ensayo*, que es casi diez años anterior a los *Extractos* que más tarde empezó a publicar la Sociedad y que tanto relieve científico adquirieron, se contienen informaciones sobre agricultura, arquitectura, caminos, etc.; en ellos se encierra la labor cultural de la Bascongada, cuyo laudable objeto era, según sus *Estatutos* publicados en San Sebastián en el año 1766, «cultivar la inclinación y el gusto de la nación bascongada hacia las ciencias, bellas letras y artes, corregir y pulir sus costumbres, desterrar el ocio, la ignorancia y sus funestas consecuencias y estrechar más la unión de las provincias bascongadas de Alava, Vizcaya y Guipúzcoa».

Fieles los fundadores de la Sociedad a tan elevados fines, crearon, con el propósito de realizarlas, las enseñanzas del famoso Real Seminario Patriótico de Vergara, en el que los hermanos Elhuyar y más especialmente D. Fausto, tuvieron ocasión y medios de prestar a la ciencia tan dilatados e importantes servicios.

El gran sentido de estas iniciativas, se justifica ante el atraso extraordinario en que forzosamente se hallaban aquellos estudios que para su progreso necesitan una experimentación, como sucede con la química, que no podía realizar ningún avance por la falta de medios adecuados para la determinación de sus leyes fundamentales, es decir, por la no existencia de laboratorios.

Apenas habían empezado tampoco a difundirse en España los estudios de las ciencias naturales y no se sabía casi nada de mineralogía ni de las aplicaciones de los cuerpos descritos en

ella. Hasta bastante tiempo después no se creó el *Real Gabinete de Historia Natural de Madrid*, al que Floridablanca tuvo empeño en proteger, favoreciendo la formación de colecciones, como indica su orden, de 26 de febrero de 1783, disponiendo que se enviasen a D. Francisco Dábila, que había sido nombrado Director de aquel Centro, muestras de todos los minerales que se beneficiaban en España, «tanto en metales y semimetales, como de betunes, sales y demás producciones naturales que hay en estos Reynos», orden que se conserva en el Archivo del Instituto Geológico, a la que acompaña, en el mismo legajo, el siguiente modesto inventario de las minas entonces conocidas.

«De plata. La de Guadalcanal y la de Cazalla.

»De cobre. La de Molina de Aragón, la de Riotinto, que beneficia la Real Hacienda, y la de Bailén, en Andalucía, de cuenta de particulares.

»De hierro. Las de Vizcaya.

»De estaño. La de Galicia, que benefició la Real Hacienda.

»De cobalto. La del Valle de Gistán, en Aragón; la benefician varones a quienes la tiene arrendada D. Matías Esteban y que también beneficia D. Antonio Sánchez.

»De calamina y cinc. Las de Alcaraz.

»De succino y azabache. Las de Galicia.»

Tales antecedentes justifican el gran interés de los fundadores de la Sociedad Bascongada, por empezar su labor docente en el Seminario de Vergara, debiéndose a aquellos nobles vascongados la iniciación del estudio de las ciencias; y la que sus creadores llamaron *Escuela Patriótica* o *Seminario Patriótico*, inauguró su labor en el otoño de 1777 (1), trayendo de

(1) En el mismo año, y muy pocos meses antes se había inaugurado la enseñanza en la Escuela de Almadén, bajo la dirección de D. E. Cristóbal Stoor, y en estos dos Centros puede decirse que tuvo su origen la profesión de Ingenieros de Minas.

Francia dos Profesores ilustres, Chavaneau y Proust, que, procedentes de París, llegaron a Vergara en junio y en octubre de aquel año, encargándose de las cátedras de Física y Francés el primero, y de Química el segundo.

El examen de la labor científica de estos dos Catedráticos nos apartaría del fin esencial de estos APUNTES; pero aunque sea notorio que existieron deficiencias y mostraron cierta tibieza en el desempeño de su cometido, hay que declarar y reconocer que fueron dos personalidades de gran relieve, a las que debieron indudables progresos la Química y la Mineralogía y la difusión de estos conocimientos en España. Bien es verdad que gozaron, por parte de los Gobiernos, de una protección ilimitada y que fueron remunerados y atendidos en condiciones entonces desconocidas para los hombres de estudio.

Contemporáneos de estos Catedráticos aparecen en los *Extractos* de las juntas generales de la Sociedad compartiendo su misión educadora, los dos hermanos D. Fausto y D. Josef de Elhuyar, o *Lhuyar*, como figuran siempre en los documentos de la Bascongada, y por aquéllos, tenemos conocimiento de que ambos eran socios Profesores, estando encargado el primero de la cátedra de Mineralogía, que debía explicar desde su creación en el Seminario de Vergara, después de haber adquirido los necesarios conocimientos en Freyberg y otros puntos de Europa, pensionado por la Sociedad, como veremos más adelante.

Estimaba, en efecto, Peñaflorida y los fundadores de la Sociedad, que para lograr sus patrióticos propósitos no bastaba la importación a nuestro país de hombres prestigiosos por sus conocimientos, procedentes de otras naciones en las que las ciencias estuvieran más adelantadas, sino que era necesario también enviar al extranjero a jóvenes de luces naturales, deseosos de instruirse, para seguir los cursos de los profesores de mayor reputación, y dispuestos al mismo tiempo a visitar los

Museos, Centros de cultura y establecimientos industriales más adelantados de Europa, para difundir en España, a su regreso, el fruto de sus enseñanzas.

Firme en este propósito y altruísta en la realización del mismo, quiso Peñaflores que fuera su propio hijo Ramón María de Munibe el primer estudiante que recorriera, a su costa, los países más cultos de Europa, para ponerse al tanto de los progresos de las ciencias y comunicar sus adelantos a la Sociedad Bascongada. Fué en este interesante viaje el joven Munibe un pensionado honorario de los Amigos del País, y acompañado del abate Clavier recorrió una gran parte de Europa, visitando, desde fines de 1769, el condado de Foix, París, desde donde propuso a su padre la creación en la Bascongada de un Gabinete de Historia natural; Bélgica, Holanda, Dinamarca y Suecia, donde llegó en octubre de 1771, siendo allí discípulo de Engreston, en su cátedra de Docimástica, ingresando en la Real Academia de Ciencias de Estocolmo y mostrando gran interés por sus estudios. Regresó a España por Alemania, deteniéndose en Freyberg, de cuya famosa Escuela de Minas, creada en 1766, fué el primer alumno español, y de cuyo Instituto fué nombrado miembro, pasando después a Viena y a Italia, para volver al país vasco a fines de 1773, siendo elegido Secretario de la Sociedad, cargo que desempeñó bien poco tiempo pues murió al año siguiente, de una manera un tanto misteriosa, sin que hayan podido todavía aclararse las causas que pudieron producir tan gran desgracia.

La figura de este inteligente muchacho, arrebatado a la vida cuando podía esperarse de sus estudios una labor provechosa y fecunda, casi en su primera juventud, pues había nacido en 1751, es sumamente atractiva y simpática, y el dolor del ilustre conde de Peñaflores debió ser inmenso al perder un hijo en el que había cifrado tantas esperanzas y cuya esmeradísima educación le había ocasionado tantos desvelos.

Grande debió ser también para la Sociedad Bascongada la pérdida de uno de sus socios más esclarecidos, en el que tanto tenía que confiar para su labor cultural y educativa. Continuó ésta, sin embargo, con gran fe y entusiasmo, y poco tiempo después se iniciaran sus enseñanzas, con la adquisición de Chavaneau y de Proust y las no menos interesantes de los hermanos Elhuyar.

Don Juan José y D. Fausto de Elhuyar eran, como Munibe, también muy jóvenes cuando su nombre aparece por primera vez en las listas de socios de la Bascongada de Amigos del País; pero ya debían gozar de alguna reputación cuando el Gobierno de Madrid decidió comisionar al mayor de los dos hermanos para ampliar sus estudios en el extranjero, circunstancia que aprovechó Peñaflores para designar al otro, en nombre de la Sociedad por él creada, para visitar Freyberg y seguir los cursos de aquel importante centro minero.

No tengo noticia de cómo llegaron a ser socios de la Bascongada los hermanos Elhuyar. Su padre, D. Juan, médico cirujano, con residencia en Logroño, figura como socio de la Bascongada, en los *Extractos* de 1777 y hay que suponer que el afán de sus hijos de instruirse y su origen, que puede considerarse como vasco, les llevara a prestar su decidido concurso a un Centro cultural, que lógicamente tenía que ejercer sobre sus espíritus selectos una atractiva influencia. Sería, por otra parte, interesantísimo considerar lo extraordinario del núcleo de hombres eminentes que se formó al calor de las iniciativas de la Bascongada, para colaborar en su misión educadora y de investigación científica. Su renombre y prestigio fueron grandes, en el país y fuera de él, interesándose los sabios de una gran parte de Europa en su desenvolvimiento, hasta el punto de considerarse honrados, satisfechos y aun envanecidos con figurar en las listas de sus socios.

Causa verdadero asombro, repasando los Catálogos de los

individuos pertenecientes a la Real Sociedad en aquella época, la calidad social de la mayoría de sus miembros. Integran estas relaciones los nombres de las personalidades más salientes de la aristocracia española, de la milicia, las altas dignidades del clero y los profesores más ilustres de Europa. En América tenía también la Bascongada gran número de socios, especialmente entre los que ocupaban los altos cargos y los propietarios de las grandes explotaciones mineras, y en su conjunto la entidad pudo reunir en su seno, a los pocos años de fundada, cuantas personas de valer y mérito ocupaban posiciones eminentes y destacadas.

Don Fausto de Elhuyar fué pues el primer comisionado, a costa de la Sociedad, para ampliar sus estudios en el extranjero, y como la Bascongada, atenta siempre al conocimiento de las fuentes de instrucción más sólidamente reputadas por sus enseñanzas, apreciaba en su gran mérito las implantadas en Freyberg, en Sajonia, cuyo prestigio grande ya en los tiempos en que fué su alumno el hijo de Peñafiorida, se había acrecentado y había adquirido la máxima autoridad al comenzar el gran Werner las explicaciones de su famosa cátedra, al enviar al extranjero a D. Fausto, consideró necesario que siguiese, al mismo tiempo que su hermano, los cursos de tal ilustre Maestro.

Esta designación debió tener lugar en los comienzos de 1778, emprendiendo los pensionados su viaje probablemente en el mes de junio, para llegar a Freyberg al empezar el verano de aquel año, según se deduce de la siguiente carta (1):

(1) Debo este interesante escrito a la amabilidad del ilustre D. Julio de Urquijo, que ha tenido la bondad de facilitármela, con otras varias que se insertan en estos APUNTES BIOGRÁFICOS. Los originales se conservan en el valiosísimo archivo de D. Juan J. de Mugartegui, escritor vasco de verdaderos méritos y actual propietario de una gran parte de los documentos de la Bascongada.

Srs. Conde de Peñafiorida y Marques de Narros: Muy Srs. míos: El viernes a la mañana salimos de Strasburgo como se lo avisamos a V. S. S. por la que escribimos de dicha ciudad y continuamos nuestro camino en la Alsacia hasta Landeau su última ciudad y plaza de armas, anduvimos toda la noche y llegamos el sábado 27 a las 5 de la mañana a Manheim. En el camino no hemos visto nada de particular sino es un país mui bien cultivado.

Manheim es una ciudad mui hermosa y dispuesta con mucha regularidad como podran V. S. S. verlo por el plano que va adjunto, las calles son anchas y muy limpias, es una plaza de armas bastante fuerte; el Palacio del Elector está al mediodía y es quasi tan grande como el de Versailles, pero en quanto a jardines solo tiene uno pequeño por no permitir mas la estrechez del terreno, y éste está sobre la muralla. Este palacio encierra la mayor parte de las principales curiosidades que hay en la ciudad y de éstas hemos visto: 1.º Las viviendas del Elector y Electriz y las que sirven para alojar a los Príncipes que pasan por esta Corte, pero ninguna de ellas en casa. 2.º La Biblioteca, mas adornada que la de Paris y que encierra 40.000 volúmenes, es publica tres dias por semana, mañana y tarde. 3.º El Gabinete de medallas, que esta bastante bien surtido. 4.º El Tesoro que es riquísimo y vale por 30 como el de St. Denis cerca de Paris, en el que hemos visto la perla Palatina la mitad blanca mitad negra. 5.º La Colection de Pinturas que ocupan 9 salas bastante grandes y en donde ademas de un grande numero de pinturas de todas las escuelas, se encuentran dos cabezas hechas por Denner que representan un viejo y una vieja tan al natural que parece imposible que el arte pueda imitar mejor la naturaleza. 6.º Un Gabinete de Historia Natural bastante bueno para el tiempo que ha se ha formado y surtido sobre todo de muchas minas del país como extranjeras. 7.º La Sociedad Alemana nuevamente formada y a cuya primera junta hemos asistido.

Las que no hemos visto por no tener tiempo son un Gabinete de estampas y dibujos, un Gabinete de phisica que por hallarse el Director en la campaña no hemos podido ver; un Gabinete de Antigüedades y una Academia de Ciencias.

Las curiosidades de la ciudad son una Academia de Dibujo y Sculptura, un Salon de Estatuas, un Teatro Anatomico, una Escuela de Zirujia, una casa de Huerfanos y recogidos; la casa de la Moneda, casa Escuela de Ingenieros, una fundicion de cañones de bronce, una Escuela de Comadres o Parteras, un Almacen de Porcelana fabricada en Frankental a dos leguas de la ciudad a costa del Elector, una fabrica para blanquear telas de la qual se sirven Francfort y otras ciudades de Alemania, un Jardín Botánico y un observatorio; pero de todo esto solo hemos podido ver el almacen de porcelana en donde hemos hallado todo mui bien trabajado, y sobre todo bellos dibujos. El Jardín Botánico que contiene 465 especies de plantas la mayor parte raras, y el Observatorio que se halla mui bien surtido de instrumentos Astronomicos.

Hemos hecho a V. S. S. esta relacion para mostrarles un exemplo del aje que pueden tomar en breve las ciencias y artes con el apoyo de un ilustrado soberano pues casi todos estos establecimientos que venimos de referir

deben su fundacion al Elector actual que gusta emplear algunos ratos en el estudio de varias Ciencias, y los que han sido anteriores han sido tambien perfeccionados por el; pero todo este esplendor se perdiera enteramente si el Elector haze una continua estacion en Munic como lo ha declarado a la Corte.

No hemos podido ver la fabrica de oro de Manheim por haber sido dias festivos los dias de nuestra estancia en esta ciudad, lo que podimos saber es que no havia sino siete obreros que trabajaban.

No me han podido dar razon del Metalurgico que dice Bufon prometio pagar, quasi al peso de oro, la Platina; es imposible que Mr. Bufon no haya trastocado, el nombre del Metalurgico o el de la Ciudad.

A tres leguas de Manheim tiene el Elector una casa de campo llamada Schwetzingen, situada en el lugar del mismo nombre, los jardines y principalmente los baños son deliciosos, y no hemos visto cosa que mas nos haya gustado en Francia y Alemania. En Hildelberg que esta a dos leguas de este ultimo lugar vimos la famosa cuba en que caben 13.600 cantaras castellanas de vino y que suele llenarse en los años de buena cosecha; esta cuba con otras de una tercera parte de menos cabida se hallan en la cueva del palacio derrotado asi por las guerras del siglo pasado, como por un rayo que cayo el año de 1.764. Es pieza que nos ha aturrido aunque somos Riojanos. Nieto creo que se pasmara de esta noticia.

El martes 30 salimos de esta ciudad y fuimos a Francfort sobre el Main Ciudad grande, y fuerte y de las ermosas de Alemania: la mayor parte de las posadas son unos edificios mui sungtuosos. Hasta aqui los trabajos que hemos pasado por no saber la lengua eran soportables, pues en los carruages que hemos venido siempre hemos hallado alguno que nos entendia el frances; de esta ciudad adelante los coches publicos son unos carros de posta que andan de dia y de noche, por delante está inmediatamente sostenido por el eje de las ruedas de delante; y por detras con unas cadenas de yerro; nos aconsejaron no tomásemos este carruage porque no hubieramos podido resistir 7 dias que se tardan pa(ra) llegar a esta; no podimos hallar un coche para que nos trajese hasta esta o hasta Leipsic.

En este intermedio llego por la posta un oficial que haviamos conocido en Strasbourg; trabamos conversacion con el, y habiendo caido esta sobre el coste del viaje vimos por nuestros calculos que el venir por la Posta nos salia tan barato como el alquilar un coche lo que nos determinó a ponernos en camino por este medio. A la mañana siguiente salimos en posta con un cabriolet mui bueno el qual fue preciso dexarlo en la primera posta y tomar otro algo peor pero por fin cubierto: en la segunda tuvimos que dexar este y nos dieron un carricoche todo de madera, suspendido solo por detras con unas cadenas de fierro y descubierto asi por arriba como por los lados: en estos valdaderos tuvimos que andar 2 dias por unos caminos que pueden compararse a los del monte del Osua, sin embargo de haber tenido que pagar en cada legua o media legua un real o real y medio para componer las calzadas; hemos computado que un viajero desde que entra en Alemania hasta Dresde paga lo menos 12 pesetas. Para coronar la fiesta dos postas

antes de acabar la segunda jornada se me caio de la bolsa la cartera en que venian los pasaportes del Conde de Aranda y de Mr. de Vergenes con tres cartas que venian cerradas, pero ya hemos tenido noticias de su allazgo y creemos llegaran mañana a esta. A esto es preciso añadir el embarazo en que nos hemos hallado varias veces en las postas y posadas no habiendo nadie que entendiese lo que deciamos. A nuestra segunda jornada venimos a parar a Eisenach en donde por quitarnos de todos estos quebraderos de cuerpo y de cabeza alquilamos un coche para acabar nuestra caminata; hemos pasado por Leipsic pero no nos hemos detenido mas que a hacer noche y llegamos a esta corte antesdeayer por la tarde.

Como esto va largo, dexaremos para otra vez la explicacion de las curiosidades de Dresde, y pasaremos a otras noticias más importantes. Los manifiestos de la declaracion de la guerra llegaron el viernes pasado. Cada exemplar costaba ayer 32 pesetas impreso en Aleman, en esta declaracion el Rey de Prusia da al Emperador el titulo de Gran Duque de Austria y el Emperador al Rey de Prusia el de Elector de Brandebourg, al mismo tiempo el Emperador declara la guerra a todos los aliados del Rey de Prusia por consiguiente al Elector de Saxonia; el martes 7 del presente llego a esta con la mayor parte de sus tropas el Principe Hanrri campado al mediodia de esta ciudad; el Cuartel general está en Plauen a una legua pequeña de aqui. Las tropas se estienden en dos lineas del Est al Ouest pasando por junto las murallas de la Ciudad. Plauen esta en el centro. Ay ya en el campo 15 regimientos de caballeria de 1.500 hombres cada uno, 40 o 42 batallones de infanteria de 864 hombres cada uno: Total de caballeria 22.400 hombres de infanteria de 34 a 36.000 hombres, lo restante de las tropas del Principe Hanrri han entrado ya en la Saxonia y pasaron un dia de estos por esta Ciudad. Dizen llegaron a 20.000 hombres que se halla ya en la frontera de la Bohemia y que se habia puesto en una posicion mui bentajosa. El Emperador a estado en el rabal de Zita ciudad de la alta Silazia (?) que pertenece al Elector de Saxonia y ha echo sacar a sus ingenieros el plan de los alrededores: a esta visita atribuyen aqui la improvisada venida del Principe Hanrri que no se esperaba tan pronto. El enviado de Vienna saldra de aqui mañana o despues de mañana. En el Electorado de Hanovre y otros Principados de Alemania levantan tropas que dizen son para servir al Rey de Prusia.

El Sr. Dn Josef de Onis nos ha recibido con mucha afabilidad y que hara todos sus posibles para que logremos nuestro intento. Nos ha dicho que V. S. S. no le havian respondido a la que escrivio tocante con modelo de Fryberg que V. S. S. le pedían y que no save la determinación de V. S. S. Esperamos el resultado de las dilixencias de este Sr. para pasar a Freyberg, que está a 8 leguas francesas de esta Ciudad. Suplicamos a V. S. S. nos pongan a los pies de mis Sras. la Condesa y Marquesa como tambien a las de las Señoritas y Señoritos.

B. L. M. de V. S. S. sus mas humildes y faborecidos servidores:—Juan Josef Delhuyar. — Fausto Fermin Delhuyar. — Dresden y Julio 11 de 1.778.

Esta carta es un tanto confusa en lo que a noticias guerreras se refiere. Parece aludir a la pequeña guerra de sucesión bávara, iniciada al extinguirse la línea de los Wittelsbach y terminada, por la mediación de Rusia, con la paz de Teschen. Da, sin embargo, una idea exacta de la fecha de la llegada de los Elhuyar a Freyberg, para recibir las enseñanzas de Werner, que iniciaba entonces sus sistemáticos y fecundos estudios para establecer los principios fundamentales de la ciencia geológica.

Abraham Goltlob Werner había nacido en 1750, y educado desde muy niño por su padre, también minero, en un ambiente de gran interés y afición a las investigaciones relacionadas con la constitución de la tierra, con temperamento de verdadero genio, adquirió muy joven una gran cultura científica, merced a la cual pudo publicar en 1774 su *Tratado de caracteres de los minerales*, que llamó poderosamente la atención, siendo nombrado, al año siguiente, adjunto de la cátedra de Mineralogía, en la que tan altos prestigios estaba llamado a alcanzar.

Los naturalistas de la segunda mitad del siglo XVIII, aunque colaboraron poderosamente al progreso de las ciencias auxiliares de la Geología, no habían logrado establecer un cuerpo de doctrina, ni recoger en una armonía de conjunto las confusas y diversas teorías que circulaban entonces en relación con los fenómenos determinantes de la formación de la corteza terrestre. Werner sentó las bases de la geognosia, y desde su cátedra difundió las hipótesis de la escuela neptuniana, según la cual debía atribuirse la formación de los filones al relleno de las grietas producidas en la corteza terrestre, que describió en su famosa obra titulada *Neue Theorie von der Entstehung der gange*, etc., o sea *Nueva teoría de la formación de los filones*, impresa por Gerlach, en Freyberg, en 1791, a la que debió su universal renombre, publicando más tarde su *Descripción geognóstica de las rocas que componen la corteza terres-*

tre, que acabó de consolidar su fama de investigador y de hombre de ciencia.

Los alrededores de Freyberg, cruzados por filones interesantes, cubiertos de explotaciones antiguas, hábilmente dirigidas, ofrecían a las teorías de Werner el auxilio constante de la práctica y de la experiencia, y así pudo refutar las hipótesis de Stahl y Junker, que consideraban los filones como *un producto inmediato de la creación*; la de Lehmann, que los consideraba como *ramas de una enorme masa que se encuentra en el interior de nuestro planeta*, y la sostenida por el célebre Charpentier, que afirmaba que las materias de que se componen los filones *no son otra cosa que la sustancia misma de la roca, disuelta y alterada por los disolventes que la han penetrado*.

A estas ideas opuso Werner dos afirmaciones concretas, que constituyen la base de su sistema y que son las siguientes:

1.^a Todos los verdaderos filones son grietas o hendiduras que se han formado en las montañas, y que ordinariamente cortan los diferentes bancos o hiladas de que están compuestas aquéllas.

2.^a Estas hendiduras, rellenas actualmente de sustancias más o menos diferentes de las que componen la masa de las montañas que atraviesan, han recibido estas sustancias por medio de una precipitación por la vía húmeda.

Cada uno de estos principios no era más que una consecuencia natural y necesaria de los hechos observados por Werner, que habiendo descendido repetidas veces a las entrañas de la tierra, pudo comprobar la naturaleza cristalina en las formaciones filonianas, y como toda cristalización requiere una disolución previa, la conclusión lógica tenía que ser que las disoluciones habían relleno los espacios de las grietas de la corteza terrestre.

La ciencia geológica comenzó con Werner un camino claro

y seguro de constantes avances y al gran talento de aquel sabio se debe la solidez de sus primeros pasos, para caminar después con mayores y más rápidos progresos.

Pero con ser extraordinaria su facultad de observar y desentrañar los secretos de la Naturaleza, según afirman muchos de sus discípulos, el mérito excepcional de Werner, la facultad que constituyó más tarde la base de su gran personalidad en el mundo científico, era su peculiar y marcadísima vocación para la cátedra, lo persuasivo de sus enseñanzas y un don especial para comunicar a sus discípulos sus grandes entusiasmos por la ciencia y las doctrinas emanadas de su propio convencimiento. La famosa Escuela de Freyberg, centro del mundo minero, alcanzó el más alto nivel de cultura y atrajo la mirada de todos los pueblos, en la época de las conferencias científicas de la cátedra de Werner y aun, hoy día, su nombre se recuerda siempre con veneración y respeto por todos los que sentimos afición y cariño a la profesión de minero, ya que constituye una verdadera gloria universal y sigue siendo, para todos, nuestro primer maestro.

Los pensionados españoles siguieron con verdadera fe y entusiasmo el curso de Freyberg, y de tal modo se interesaron por las enseñanzas de Werner que D. Fausto, Andrés del Río y Cristino Herrgen, discípulos predilectos de tan gran maestro, fueron más tarde los propagadores de sus doctrinas en América y en España.

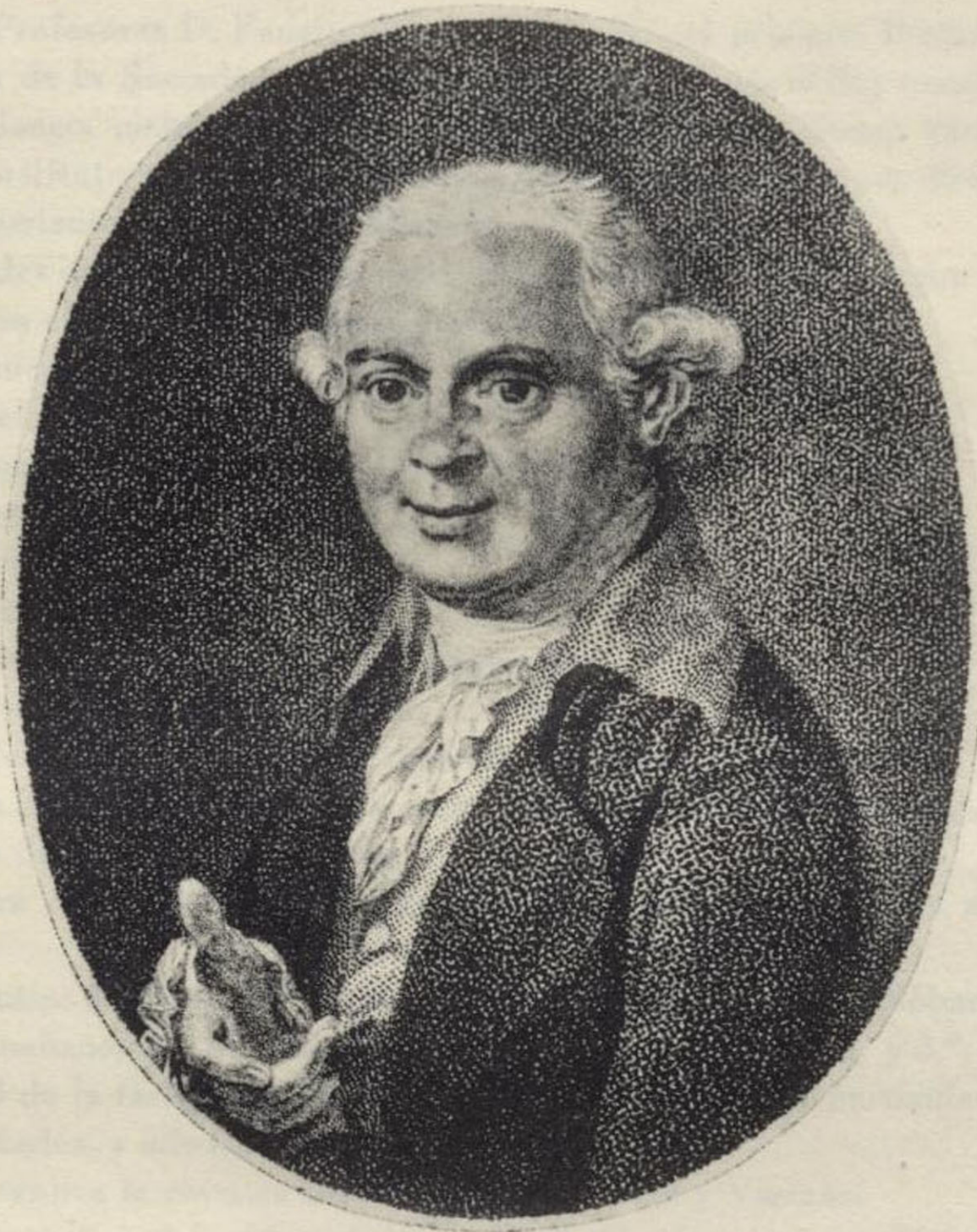
De la organización de las enseñanzas en aquel gran Colegio de Minería, dan idea los *Extractos*, en una nota publicada en 1779, que permite apreciar su extensión e importancia y la calidad científica de su profesorado, con el que establecieron los Elhuyar relaciones de cordial amistad, reconociendo aquellos hombres de gran valer las extraordinarias aptitudes de estos dos alumnos, a los que más tarde ayudaron eficazmente en sus investigaciones.



WERNER

A. G. Werner.

(De un grabado de la época.)



WERNER

A. G. Werner.

(De un grabado de la época.)

La nota a que se hace referencia es la siguiente (1):

Los socios Profesores D. Fausto y D. José Lhuyar, el primero Profesor de Mineralogía de la Sociedad; y el segundo pensionado por el Rey nuestro Señor para la ciencia metalúrgica, han seguido en el hibierno último varios estudios en el Instituto metalúrgico de Freyberg, en Saxonia, después de haberse puesto corrientes en la lengua alemana.

Las facultades que se enseñan en este famoso establecimiento según su plan, formado en el año 1765, son las siguientes:

- 1.^a La historia natural de los fósiles.
- 2.^a El beneficio de las minas.
- 3.^a La geometría subterránea.
- 4.^a Las matemáticas.
- 5.^a La física.
- 6.^a El dibujo.
- 7.^a La química con aplicación á la metalurgia.
- 8.^a Los docimacia ó arte de ensayar minerales.

Aunque según dicho plan debiera también enseñarse el derecho o la jurisprudencia de las minas, y la historia de los trabajos de ellas no ha llegado todavía el caso de haberse establecido.

La enseñanza de las facultades ya establecidas está repartida de la manera siguiente:

Mr. Charpentier da lecciones: 1.^o, de matemáticas los Miércoles y Sábados de 8 á 9 de la mañana; 2.^o, de física de 9 á 10 en los mismos días, y 3.^o, de dibujo de 2 á 3 de la tarde. Este mismo Profesor da lecciones particulares de dichas facultades, y además de geometría subterránea.

Mr. Geller explica la química metalúrgica los Martes y Viernes.

Mr. Uvener explica: 1.^o, el beneficio o explotación de minas los Miércoles y Sábados de 10 á 11; 2.^o, la manera de hacer la descripción de las minas los Viernes de 10 á 12; 3.^o, la mineralogía los Martes, Miércoles, Viernes y Sábados de 3 á 4 de la tarde; con advertencia de que esta facultad alterna por años con la física subterránea.

Mr. Rechster explica la geometría subterránea los Lunes y Martes por la tarde sin hora fija para empezar; pero dura cada lección dos horas.

Mr. Klotseh explica la docimacia los Jueves y Sábados.

Los dos socios han concurrido a las lecciones de geometría subterránea y dibujo, como á las del beneficio de minas, construcción de máquinas, metalurgia, &c., y piensan reconocer este verano las principales minas de la Saxonia. Por el mes de marzo de 80, partirán de allí á viajar y reconocer las minas, fábricas de hierro de los dominios de la Emperatriz Reyna, y del Rey de Suecia, en cuyo viaje se ocuparán hasta el mes de Setiembre, en que pasarán á Inglaterra, y allí se detendrá el pensionado de S. M.; pero el Profesor de mineralogía se presentará en Vergara para mediados de Diciembre;

(1) *Extractos*, 1779, pág. 116.

de modo que pueda dar principio a su enseñanza después de las vacaciones de Navidad del año de 81, arreglandose con el profesor de química a la instrucción aprobada por el Rey nuestro Señor.

Dificultades de todo género, sin excluir las de carácter económico (1), debieron ser causa de que no pudiera cumplirse el programa trazado por la Sociedad.

El viaje hubo de realizarse con una gran lentitud, durando muchísimo más tiempo del previsto, pues no sólo no estaban D. Fausto y D. Juan José en Vergara a fines del 80, sino que a mediados del año siguiente todavía no han emprendido el regreso de Viena, aunque ya en esta fecha el número de minas y de establecimientos visitados es muy considerable.

No escribieron nuestros viajeros, o por lo menos yo no lo conozco, un diario de sus estancias e impresiones del camino; pero, por fortuna, las cartas conservadas en el archivo de Mugártegui dan bastantes noticias del recorrido efectuado por los pensionados y de sus dudas y preocupaciones, en relación con su planes de estudios y visitas. La siguiente carta es interesantísima, y en ella se vislumbra el estado de espíritu de los firmantes, contrariados por el limitado rendimiento obtenido del gran esfuerzo de la Bascongada, y, al mismo tiempo, deseoso a D. Fausto de colocarse en condiciones perfectas de desempeñar su cátedra. Está fechada en Viena, y su texto es el siguiente:

Amigo y Sr. D. Antonio: Estamos ya de vuelta de nuestro Viaje de Hungría en que hemos tenido nuestros trabajitos, pero no obstante la estacion nos ha sido mas favorable que a Izquierdo y Angulo y por consiguiente hemos podido ver mejor las cosas, entre las cuales hemos hallado mucho bueno y nuevo para nosotros, pero volvemos con el sentimiento de no haver-

(1) En una carta del mismo archivo, escrita a Peñafloreda desde París, el 13 de octubre de 1778, firmada *Manuel*, hay un párrafo que dice: «Acompaña a esta una carta de los Delhuyares que se explican apurados de falta de dinero. Hagan VV. SS. que no les falte, pues que esto aflige demasiado a un extranjero en Pays desconocido, sin amigos, etc.».

las podido considerar a nuestro gusto y como lo merecian. Los trabajos de minas son excelentes, bien entendidos y con alguna diferencia de los de Saxonia: las maquinas mui variadas y en mayor cantidad: las lavaderias mui diferentes y mucho mejores; en quanto a fonderias no podemos juzgar mui bien porque hemos hallado mas dificultades o obstaculos que en lo demas. En la Traduccion del Delius hallara Vd. una buena descripcion de los trabajos de Minas, maquinas y lavaderias de la Hungría, y en quanto a Mineralogia la traduccion de las cartas de Born a Ferber por Monet dara a Vd. una idea de la naturaleza de las montañas de dicho Reyno. Contentese Vd. por aora con eso, y con la relacion del rumbo que hemos seguido y algunas otras particularidades.

De Viena salimos el 18 de Abril y fuimos aquel dia a Presburgo distante de 8 millas alemanas. El camino de las 5 primeras millas es llano y mui bien cultivado, pero no se encuentra nada que interese a un Mineralogo; al cabo de este estrecho se encuentran algunas montañas peladas bastante altas i aisladas que se descubren desde Viena, y consisten de piedra caliza. Pasando al otro lado de estas montañas se descubre una cadena de otras al pie de las cuales va el camino hasta cerca de Presburgo estan cubiertas de bosques y estan compuestas de un granito blanco mui hermoso. No lexos del camino sigue uno de los brazos del Danubio hasta Presburgo en donde estan todos reunidos, y lo pasamos por un puente volante. Al otro lado del rio esta la Ciudad, y es bastante hermosa, en quanto a lo ancho y aseado de las calles y al gusto moderno en quanto a la construccion de los Edificios, pero no tiene en lo demas nada de particular: esta situada al pie y a la falda de una cadena de montañas que corresponden a las del otro lado y estan tambien compuestas de granito. Sobre la montaña hay un Palacio Real que sirve de residencia a los Gobernadores del Reyno: no encierra nada de particular pero se descubre de el una vista que se estiende mui lexos acia los paises llanos y es una de las mejores que hemos visto: la grande cantidad de brazos en que vuelve a dividirse el Danubio y las islas que entre si forman adornan mucho esta plaza.

De Presburgo a Schemnitz fuimos en dos dias y hay 23 milles: En las 18 primeras millas no vimos nada que nos interesase porque es todo pais mui llano, pero de alli en adelante el terreno va siempre subiendo hasta Schemnitz y todo consiste de una roca mui particular asi por su composicion como por la infinidad de variedades que de ella se encuentran. En las cartas de Born arriva dichas hallara Vd. una descripcion de esta roca que es la principal de las de las montañas de Hungría, y la ha llamado Saxum metalliferum por no hallarla semejante a ninguna de las otras rocas descritas por los Mineralogos, sospechando que solo pueda ser la que Linneo ha llamado con este mismo nombre. A nosotros nos parece que es un porfido falso o roca porfídica de los Saxonos. Hemos recogido una gran cantidad de variedades que queremos enseñar al mismo Born comunicandole nuestras ideas, parte de ellas enviaremos a Charpantier y a Werner para que nos digan sus pareceres, pues hasta aora tampoco saben lo que es.

En Schemnitz nos detuvimos 12 dias y vimos algunas de las principales

minas, 4 maquinas a columna de agua para hacer jugar las bombas, varios Malacates asi de Agua como de Caballos, varias lavaderias, la amalgamation del oro, y las fonderias de plomo. Los principales trabajos se hacen en tres filones o por mejor decir lajas pues siguen la direccion y inclinacion de la montaña y la de las lajas de la roca, como puede Vd. (ver) en las dichas cartas, con otras particularidades a que no queremos estendernos; solo diremos a Vd. que la montaña Calvariemberg que dice esta compuesta de Schisto arcilloso, no es sino de verdadero basalto.

De Schemnitz fuimos a Kremnitz distante de 5 millas en donde nos detuvimos 10 dias, y vimos una mina, varias maquinas, las mas de las lavaderias que son algo diferentes de las de Schemnitz, la funderia de plata en que solo vimos los trabajos de mata cruda y rica, porque una ruina havia cegado los conductos de agua y asi no podian practicarse por entonces los demas trabajos; en fin todos los trabajos de la moneda asi en cobre, como en plata y oro, con la operacion del *depart* en grande.

De Kremnitz pasamos a Neusohl distante 5 millas en donde nos detuvimos otros 10 dias. En el mismo Neusohl no hay nada mas que ver que las fundiciones de plata: vimos todos los trabajos, pero... A dos horas de distancia de Neusohl hay otro lugar llamado Herrengrund en donde hay una grande mina de cobre, en que ademas de los minerales que se desgajan de los filones, se aprovechan tambien las aguas que son vitriolicas para hacer un color verde, y para cobre de cementación. A una hora de Neusohl por otro lado hay otro lugar llamado Tajoba en donde se funden parte de los minerales de cobre de Herrengrund, y ademas se hace la liquiation, rafination, etc. asi de este cobre como de otros que traen del Bamat y de otros parages. Tambien tuvimos nuestro pero...

De Neusohl fuimos en dos dias y medio a Schmolnitz en la alta Hungria distante de 23 millas, los lugares antecedentes estan todos en la baja Hungria. En Schmolnitz nos detuvimos 6 dias. Las montañas de este pays estan compuestas de Schisto arcilloso y algo de Schisto micaceo y solo se trabajan filones de cobre. Los trabajos no son tan buenos aqui como en la baja Hungria. Hay varias funderias de plata y cobre a algunas millas de Schmolnitz pero no quisimos malograr nuestro tiempo en ir las a ver, y asi nos contentamos con una de cobre que hay en el mismo Schmolnitz.

En fin de tres dias volvimos por el mismo camino hasta Schemnitz en donde nos detuvimos aun 4 dias, y despues en dos dias volvimos a Viena a donde llegamos el 9 del presente por la noche: aqui nos detendremos hasta que Dios quiera enviarnos quatrines.

El Sr. Conde de Aguilar nos ha enviado de la campaña su carta de Vd. con fecha de 24 de Mayo en que dice que su Sr. Padre señalará en breve el tiempo de mi regreso, asegurando conviene mucho se effectue pronto aunque sea haciendo un pequeño sacrificio de algunos conocimientos que podria adquirir con algun tiempo mas. Ojala fuese asi, pero este sacrificio es mayor de lo que Vd. piensa. Deseoso de contribuir de mi parte con la brevedad posible al pronto y firme establecimiento de mi cathedra he ido cercenando en repetidas veces los planes que havia formado para mis Viajes,

sacrificando con arto dolor la instruccion que podian darme los excelentes trabajos de minas y funderias de Ynglaterra, Suecia y Noruega, y reduciendome solo a lo que miraba de absoluta necesidad y indispensable para recoger los principios mas generales de las Ciencias cuya enseñanza se me havia confiado. Con este fin, considerando la variedad de los trabajos que se practican en diferentes parajes de Alemania, me pareció que repartiendo entre ellos con la mejor economia el poco tiempo que me quedaba, y que trabajando con todo el conato y aplicacion de que fuese capaz, podria alcanzar estas nociones precisas para desempeñar mi empleo de modo que dando a lo menos buenos principios, pudiese desde luego tener la satisfaccion de procurar alguna utilidad a mi Patria, en el interin que por medio de otros viajecitos perfeccionase mis conocimientos. Estas razones me movieron a proponer a Vms. el ultimo plan con fecha 26 de Enero; pero no verificandose los supuestos que le servian de base, no puede tampoco realizarse el suceso, y las resultas han de ser mui diferentes como en efecto lo son; pues 1.º para hacer viaje de Alemania como se expresa en dicho plan, decia necesitaba desde el mes de Febrero hasta fin de año en la suposicion de que no tuviese estorvo alguno que me acortase el tiempo; pero el no haber salido de Saxonia hasta el mes de Marzo, el havernos detenido en esta antes de ir a Hungria cerca de 6 semanas en lugar de 8 dias, y el estar parados aora de nuevo de lo menos otro tanto segun las trazas nos causa una perdida de 4 meses y nos imposibilita el llegar al Harz antes del mes de Diciembre, y necesitando detenerme alli a lo menos 2 meses y cerca de otro para volver de alli a España no contando de pasar por el pais de Foix, Baigorri, etc. saldra en limpio que no puedo estar en esa hasta fines de Febrero. 2.º Por buenos que sean mis deseos de instruirme y grande mi aplicacion de poco me sirven, si no puedo ver las cosas a mi gusto, esto es, considerar bien los trabajos para poder conocer y juzgar de los principios sobre que estan fundados, y de las ventajas que pueden tener sobre otros, y seguramente sobre esto no havia contado, pues estaba lejos de pensar que haviamos de encontrar tantas dificultades sobre este punto como hemos hallado en Hungria sobre todo en quanto a fundiciones creyendo que usarian de la misma franquicia que hemos hallado en Saxonia, y que sabemos usan en el Saltzburgo, Furstemberg, el Hartz, etc. Aun no es la perdida que mas sentimos lo que hemos dexado de ver en Hungria, otra nos espera de mayor entidad, y esta es en las funderias de plomo, mercurio, cobre, fierro, etc. de las dos Austrias, la Stiria, Carinthia, Carniola y Tirol, pues haviendo havido siempre sus reparos para los Estrangeros sobre todo en lo que mira a fierro no dexara de haver al presente aun mas, y esto me seria a mi tanto mas perjudicable quanto son mas interesantes estos trabajos, porque esperando Vms. de mi algunas luces sobre este punto, y no haviendo visto hasta aora sino los de Saxonia que son de mui poca importancia, si en estos paises no me instruyo bien a fondo sobre estas materias no me quedan otros en que pueda hacerlo, y entonces se hace absolutamente necesario el viaje a Suecia.

Estas consideraciones me obligan a hablar a Vms. claramente y decirles que si hasta aora he hecho todos mis posibles para acomodarme a sus vo-

luntades y darles gusto en quanto ha podido hacerse sin perjudicar a lo que me es necesidad absoluta para mi instrucción y ponerme en estado de desempeñar la confianza que debo a esa R. S. no aspiro tampoco aora sino a obrar segun su mayor agrado, pero no puedo menos de hacer presente con ingenuidad que he visto las dificultades y atrasos que hasta aora he padecido y los que hasta aora me aguardan y me es imposible de cumplir la palabra que di de volver a fines de año en estado de regentar la cathedra que se me ha encargado. Sin embargo si considerando el peso de mis razones se hallase no obstante indispensable mi presencia por razones particulares, estoi pronto a volver para el tiempo que se me señalare, y despues de aseguradas las cosas volvere a continuar mis viajes interrumpidos. Esta es el unico medio que queda, pero como esto me acarreará mas gastos y perdidas de tiempo en idas y venidas, que en el interin los cursos no podran ir con la regularidad y perfeccion que se podia esperar, teniendo acaso que dejar de tratar materias por no haber adquirido conocimientos suficientes, suplico se reflexione bien antes de dar la solucion, porque sentiria infinito el notar despues algun descontento, no creyendome acreedor a ello. Si mi regreso es necesario se efectue para fines de año es preciso renuncie por aora al viaje del Palatinado, el Nassau, la Hertz y la Turinge que no pueden entrar en el plan del de este año, pues solo pudiera hacerse o dexando de ver parte de lo que nos hemos propuesto, o pasandolo todo a la ligera, y ambos recursos me serian mui dañosos; porque lo que toca a lo primero son cosas tan dignas de mi atencion como las del Hartz, etc. y en quanto a lo segundo nunca menos que aora me conviene pasar superficialmente las cosas, porque tendre menos que ver. Si al contrario ocurriese medio para prolongar mi vuelta hasta acabar los Viajes que tarde o temprano necesitare hacer, correria los parages supradichos en el Ynvierno, y despues si no hubiese sacado la satisfaccion que deseo de los trabajos de fierro de la Stiria, Carinthia, etc. a que no se tomase otra resolucion para que empezase mi curso despues de Pascuas o antes de Noviembre, pasaria con mi hermano a Suecia de donde volveria con tiempo para empezar mis lecciones a principios de Noviembre. Espero con impaciencia la resolucion, y suplico a Vm. me de parte con tiempo, para que pueda arreglar mis cosas, y la dirigira Vm. a esta casa del Embajador, porque aunque el aviso sobre nuestro dinero llegue antes, dejaremos aqui dicho a donde nos la han de enviar.

Sentimos mucho el que no nos haya indicado Vm. las condiciones a que deba atenerse el criado que Vm. nos pide, y huvieramos querido antes de pasar a resolver algo esperar a su respuesta de Vm.; pero como no creemos detenernos aqui tan largo tiempo, y que un mozo que hemos encontrado con las condiciones que Vm. pide, no puede tampoco esperar un mes y medio o dos meses sin hacer nada y sobre todo no teniendo la seguridad de que Vm. lo aceptaria, nos vemos precisados a resolverlo nosotros mismos ayudados de los consejos de los Amigos. Este mozo sabe Ytaliano y Frances, sabe peinar, toca la trompa, el clarinete, la flauta y el violin, ha estado empleado en el Teatro de Leon de Francia para tocar la trompa, y puede ser huviera pasado aora al Teatro de Trieste con el mismo fin, si no le hu-

viera hablado de pasar a España. Lo hemos probado con un maestro de esta delante de Dn. Domingo Yriarte y otros amigos y todos dicen tienen mui buena embocadura, buena entonacion y asi mismo la ejecucion, haviendo la circunstancia de no haver tocado ha tres o quatro meses la trompa, pero sera cosa de dos o tres semanas para volverse a poner corriente. Las condiciones en que hemos convenido como vera Vm. por la contrata que embiaremos a Vms. por el primer Correo son: 1.º que tendra de salario por mes dos lises de Francia sin manutencion o un luis y la manutencion. 2.º que se le dara un vestido o livrea por año, o en su lugar algunos vestidos viejos de Vms. 3.º que se obliga a servir por tres años, 4.º que se le pagara el viaje hasta esa. El Viaje hasta Paris lo hará con un correo de Gabinete que saldra de aqui uno de estos días y con el cual lo hemos ajustado por 10 lises. De Paris a Bayona ira puede ser con el mismo correo o con otra ocasion que le proponga Texada a quien le escribiremos para que le de lo que necesite para ese viaje.

Quedamos en satisfacer a Vm, sobre el encargo de la musica de Heyden, y sera escogida por el mismo Autor que se halla a 6 millas de esta en Hungría al servicio del Principe Sterasi. Se aguarda de dia en dia una caja que nuestro Principe de Asturias embia de regalo a este compositor, y el Oficial de la Secretaria de esta Embajada ira a entregarsela, y nosotros pensamos acompañarle ya que no tenemos otra cosa que hacer.

Suplicamos a Vm. diga al Sr. Conde que estimamos infinito la nota adjunta sobre el Establecimiento Mineralogico de Almaden y que nos ha gustado mucho todo excepto la escasez de profesores y de las materias que se proponen enseñar.

Quisieramos nos indicase Vm. una persona en Bayonna a quien pudiésemos dirigir los Cajones de livros que tenemos en Paris y otro pequeño que embiaremos de esta, encargandola de pagar los portes y de embiarselos a Vms. por la primera ocasion. Para esto quisieramos tambien que nos allanase Vm. las dificultades que pueda haver para entrar livros encuadernados en España sacando las licencias necesarias.

De Vm. ms. a todos esos Sres. y Vm. mande a Sus mas affectos Amigos: Fausto Fermin Delhuyar. — Juan Josef Delhuyar. — P. S. Haganos Vm. el favor de dirigir la inclusa a su destinacion. — Viena 20 de Junio de 1781.

Esta pintoresca carta, llena de lamentaciones, permite apreciar la magnitud del sacrificio económico realizado por la Bascongada para preparar a su pensionado para el desempeño de su cátedra. Está escrita a los tres años de la salida de D. Fausto de Vergara y todavía, no sólo no se ve el fin inmediato de la expedición, sino que parece necesario continuar el esfuerzo y realizar nuevas visitas y excursiones, y así debió acordarse y resolverse por los elementos directivos

de la Sociedad, puesto que D. Fausto y su hermano continuaban, después de recibir una favorable respuesta a sus pretensiones y proyectos, su viaje de instrucción por Europa, debiendo visitar en el segundo semestre de 1781, otras minas y establecimientos metalúrgicos de la Stiria, la Carinthia, la Carniola y el Tirol, para dirigirse en el otoño hacia Suecia, con objeto de asistir a la cátedra de Bergmann, desde los comienzos del año siguiente.

Numerosos escritos y documentos señalaban el paso de los dos pensionados por Upsala, y sus relaciones con los eminentes profesores Scheele y Bergmann, pero debo mayores precisiones respecto a este punto, verdaderamente interesante, al ilustre profesor de la Universidad de Madrid D. Enrique Moles, que me ha comunicado datos de la más absoluta exactitud.

Los hermanos Elhuyar se presentaron a Scheele, que fué muy favorablemente impresionado por su cultura, pues en carta dirigida a Bergmann, en 5 de julio de 1782, le dice lo siguiente: «los señores extranjeros han estado conmigo dos días: tuve el placer de platicar con ellos sobre asuntos químicos: parece que están enterados de la materia (1)».

Por su parte Bergmann (2), confirma la permanencia de D. Fausto en Upsala durante seis meses, en 1782, en el texto siguiente:

Vltimo tandem loco commemorandus est lapis ponderosus (Tungsten) quem Celeb. Cronstedt inter mineras ferri descripsit. Huius principia alio loco explanata fuerunt. Quod olim suspicatus eram acidum flavicantem, ex hoc lapidae separatam a metallo quodam provenire, id verum esse experimenta nuperrima declararunt. Dom F. d'ELHUYAR, Hispanus, cum a 1792, per

(1) MOLES (E.): «Elhuyar, químico. El primer Centenario de D. Fausto de Elhuyar.» *An. de la Soc. Esp. de Física y Química*, t. XXXI, 1933.

(2) BERGMAN (TORBERNI): *Opuscula Physica et Chemica plenasim ante edita nunc collecta et revisa*, vol. VI, pág. 108. Lipsiae, 1790. (Hay otra edición francesa, traducida por M. de Morveau, publicada en Dijon en 1785.)

sex Menses Upsaliae degisset, redux in patriam, lapidis ponderosi tantam copiam invenit, ut sententiae meae veritatem tentaminum trutina pensitare ei liceret. Igitur terram acidam ex lapide secretam consueto modo cum phlogisto admixto igni vehementissimo tradidit, quo tandem regulum metallicum obtinuit. Hoc metallum ab aliis multum differt. Pondus eius proprium fere 17,6 aequat; ipso magnesio difficiliter igne liquatur; ab acidis mineralibus et aqua regia non solvitur; ab hac tamen et acido nitroso, licet difficulter, corroditur et calcinatur. Idem metallum cum magnesi ferrique tantillo mineram efficit, quae Germanis Wolfram (Spuma lupi) dicitur. Inde nomen reguli Spumae lupi novo metallo tributum fuit.

El mismo ilustre químico, en su diario (1) de 1782 dice que «Mr. de Luyarte, de España, ha venido a Upsala con Mr. de Virly, con el mismo objeto de estudiar, no solamente siguiendo el curso de Química Superior, sino, además, para asistir con otros a las lecciones particulares de Análisis, realizando cada uno exámenes excelentes. Los dos se quedaron hasta fin de curso.»

El curso a que se alude, pudo terminar en julio y de allí debió regresar D. Fausto a Vergara, pasando por Inglaterra, conservando muy gratos recuerdos de su estancia en Suecia y una gran consideración y simpatía hacia Scheele y Bergmann.

En su inédito y notabilísimo manuscrito, titulado *Disertaciones metalúrgicas*, que se conserva en el Instituto Geológico y al que habrá ocasión de aludir más de una vez en estos APUNTES, en la *Disertación segunda*, titulada «Investigaciones sobre la acción del ácido marino ordinario sobre el oro y la plata», comenta los estudios y experiencias del «ilustre Scheele que ha hecho conocer en el ácido marino deflogisticado un nuevo disolvente del oro», y en la *Disertación tercera*, titulada «Observaciones sobre las combinaciones del azufre con los metales», alude constantemente a investigaciones de Bergmann, ponderando su gran sagacidad e inteligencia.

Con tan grandes maestros tuvo ocasión Elhuyar de acre-

(1) MOLES (E.): *Elhuyar, químico*, ya citado.

centar grandemente el caudal de sus conocimientos, en su altamente instructivo y largo viaje, pues duró cuatro años por todos los países industriales de Europa.

De regreso de Alemania y Suecia, dedicóse Elhuyar enteramente a la Sociedad Bascongada, tomando parte activa en su misión cultural, repartiendo sus actividades entre su cátedra y una colaboración intensa en los estudios de carácter científico o industrial a que la entidad prestaba preferente atención. De esta última, son muestra diversas Memorias publicadas en los *Extractos*, en las que se tratan temas relacionados con el fomento de la riqueza en general, y en especial del País Vasco, y con el posible desenvolvimiento de su economía, por la introducción de métodos más modernos y perfectos de transformación de primeras materias, o por la implantación de nuevas industrias, susceptibles de ser creadas en el Norte de España.

La primera de estas monografías se publicó en los *Extractos* del año 1782, con el título «Chapas de hierro y hoja de lata», con estas líneas de encabezamiento, de la Sociedad: «El Socio D. Fausto de Luyart presentó una Memoria muy por menor del método de fabricar la hoja de lata, según se practica en las fábricas de Brectembrunn, en Saxonia; y como esta industria puede ser tan útil en este país, que abunda de herrerías, se pondrá aquí entera para noticia del público.»

Justifica el autor la publicación de este trabajo, diciendo que «de la multitud de obras que se fabrican con el hierro, las unas suponen operaciones delicadas, proporción de materiales raros o conocidos de muy pocos operarios hábiles, y su perfección sólo se logra con una larga experiencia y a costa de gastos excesivos; de esta naturaleza son el acero y los primores que con él ejecuta el arte. Otras, menos complicadas, piden grandes fondos para su establecimiento y ciertas prácticas

para su ejecución, como son todas las obras de hierro colado, las áncoras, ayunques, etc. Otras, en fin, más simples y mecánicas en sus operaciones, exigen gastos moderados y una experiencia corta y que se puede decir posee ya cualquier ferrón: de este género son el alambre, las chapas de hierro, la hoja de lata, los clavos, herraduras, etc.»

Efectivamente: el método, descrito con toda minuciosidad y detalle, se reduce a la preparación de la chapa negra por sucesivas caldas y forjas con un martillo pilón, y a su estañado por inmersión en un baño de estaño, pues no se conoce todavía la laminación, ni se emplean las *cocinas* de estañado.

Esta primera Memoria publicada por Elhuyar da ya una idea exacta de su temperamento y de su manera de trabajar. La descripción del procedimiento se hace claramente, con absoluto orden, indicando los pesos, dimensiones y cantidades de todas las materias tratadas, en cada uno de los momentos o etapas de la operación, explicando al propio tiempo las razones en que se basa el método y las acciones químicas que se producen en los baños, aunque es claro que en una nota descriptiva de hechos observados no cabe la exposición de juicios propios, a pesar de lo cual es bien interesante.

El primer estudio publicado por Elhuyar en los *Extractos*, se refiere, como se ha visto, a un tema principalmente relacionado con la metalurgia. Este informe permite apreciar una cultura extraordinaria para aquella época y un gran espíritu de observación y análisis de la materia tratada, pero nada hace suponer aptitudes excepcionales para la investigación química, ciencia en la que D. Fausto y su hermano obtuvieron un señaladísimo triunfo al publicar en los *Extractos* del siguiente año (1783) su famoso «Análisis químico del Wolfram y examen de un nuevo metal que entra en su composición, por D. Juan Josef y D. Fausto de Elhuyar, de la Real Sociedad Bascongada».

En esta notabilísima Memoria revelan los autores sus profundos conocimientos de química, al describir detallada y minuciosamente las experiencias y operaciones realizadas por ellos, para llegar a descubrir y aislar el wolframio, mediante la reducción del ácido wolfrámico.

Este estudio, verdaderamente admirable por todos conceptos, comienza por una descripción de las propiedades del mineral procedente «de las minas de estaño de Zinnualde en las fronteras de la Saxonia y de la Bohemia»; de las propiedades del wolfram, objeto de la investigación emprendida, aclarando y deshaciendo los errores cometidos hasta entonces al tratar de su composición. Se analizan cuidadosamente las reacciones obtenidas en el tratamiento docimásico, por medio del soplete, utilizando la acción del fuego y de la vía seca, dando cuenta minuciosa y detallada de los resultados logrados en estas experiencias.

Sigue después el examen de la materia investigada, por la vía húmeda, empezando por tratarla por el ácido marino, obteniendo un polvo amarillo cuyas propiedades les hacen sospechar «que la materia de que provenía este color podía ser el producto particular que Scheele, químico sueco, ha encontrado nuevamente en una piedra llamada *tungstene* o piedra pesada», sospecha que se confirma en sucesivos y cuidadosos tratamientos con ácido y con álcali volátil cáustico, y que es interesante consignar para deducir hasta dónde llega la coincidencia con las investigaciones de Scheele y dónde comienza la originalidad del descubrimiento de nuestros químicos de Vergara.

Los subsiguientes ensayos, repetidos varias veces cuidadosamente, tanto por vía seca como por vía húmeda, permiten a los autores llegar a la conclusión de que el wolfram está compuesto de alabandina (1), hierro y una materia amarilla,

(1) Manganeso.

cuyas propiedades se determinan después. Se detallan los pesos de los precipitados obtenidos por los dos métodos de ensayo, se comparan los resultados y se justifican las diferencias, intentando también realizar la síntesis del wolfram, y se entra de lleno en el examen de la materia amarilla, realizando, acerca de la misma, un estudio verdaderamente científico, sagaz, ordenado y metódico, que conduce a los autores al descubrimiento del nuevo metal, aislado de los demás cuerpos que le acompañan en sus compuestos. Para ello, dicen los autores que «Habiendo puesto otros 100 gramos de este polvo en un crisol de Zamora, guarnecido con carbonilla y bien tapado, a un fuego fuerte, en el qual estuvo hora y media, encontramos rompiendo el crisol después de enfriado, un botón que se reducía a polvo entre los dedos. Su color era gris y examinándolo con un lente, se veía un conjunto de globos metálicos, entre los cuales había algunos del tamaño de una cabeza de alfiler, cuya fractura era metálica y de color de azero. Pesaba sesenta gramos y por consiguiente había disminuido quarenta. Su pesadez específica era :: 1 : 17,6. Habiendo puesto parte de él a calcinar, se volvió amarillo con 24/100 de aumento de peso».

De esta manera, sencilla y modesta, dan cuenta los Elhuyar de su importante descubrimiento, sin hacer comentario alguno a su feliz hallazgo, continuando su estudio con el de las propiedades del nuevo metal y la descripción de los ensayos practicados para obtener aleaciones con casi todos los demás, llegando a la conclusión de que «con el hierro crudo o colado de calidad blanca da un botón perfecto, cuya fractura es compacta y el color gris», siendo ésta la aligación más perfecta de todas las obtenidas.

Las propiedades *sui generis* del metal descubierto permiten distinguirlo de todos los demás y considerarlo como enteramente *nuevo*, concepto que permite redactar a los autores

las siguientes líneas, que sirven de conclusión a su interesantísimo estudio:

«Daremos a este metal el nombre de wolfran, tomándolo del de la materia, de la qual lo hemos sacado, y miraremos ésta como una mina, en que este metal está combinado con el hierro y la alabandina, como queda probado. Este nombre le corresponde mejor que el de tungusto o tungsteno, que pudiéramos darle en atención a haber sido la tungstene o piedra pesada la primera materia de que se ha sacado su cal, por ser el wolfran un mineral que se conocía mucho antes que la piedra pesada, a lo menos más generalmente entre los mineralogistas, y que el término wolfran está ya recibido en casi todos los idiomas de Europa, aun en el mismo Sueco. Mudamos su terminación *m* en *n* para acomodar mejor al genio de nuestra lengua las denominaciones de las sales que se formen con estas substancias, llamándolas sales wolfránicas.»

No me considero con autoridad bastante para emitir un juicio crítico acerca de este meritísimo trabajo. Me he de limitar, por lo tanto, a establecer algunos hechos interesantes para la historia de la ciencia española y a recoger algunas opiniones de valor positivo y de indiscutible solvencia técnica.

Conviene, en primer término, aclarar de una manera terminante y definitiva la participación de cada uno de los sabios que analizaron el wolfram en el descubrimiento del nuevo metal.

Honradamente, en distintos lugares de su Memoria, citan los Elhuyar los trabajos Scheele y de Bergmann y se refieren a sus recientes descubrimientos, limitados a la obtención del ácido wolfránico, hecho publicado por Scheele en el *Journal de Physique* de febrero de 1783. Bergmann propuso dos métodos para separar, en el análisis de la tungstena, los

precipitados de hierro y de alabandina, métodos cuyos inconvenientes señalan los autores de la investigación realizada en Vergara, y presintió también la existencia de un metal nuevo, pero no llegó a aislarlo o separarlo definitivamente. En todo caso, las investigaciones de los químicos suecos y españoles fueron enteramente independientes, y sin que hubieran tenido lugar las de los primeros, es seguro que los hermanos Elhuyar hubieran llegado a los mismos resultados y a idénticos descubrimientos, pues su análisis químico del wolfram se realizó sin idea alguna preconcebida acerca de su posible composición.

Las investigaciones fueron casi simultáneas, pues nuestros compatriotas debieron realizar las suyas en la primavera de 1783, «y su gran ilustración y erudición, ayudando a su gran ingenio, les hace suponer que la tierra encontrada, completamente nueva para ellos y para casi todos los químicos, podía ser la misma que Scheele pocos meses antes descubrió en otro mineral del todo independiente. Estudian el nuevo cuerpo; confirman la suposición, pero demostrando que la tierra obtenida por Scheele era más compleja de lo que éste suponía; obtienen la tierra pura, la estudian con detenimiento, aíslan el nuevo metal, que confirma la hipótesis de Bergmann, y logran un resultado no fácil de alcanzar, hasta cuando ya era el hecho sabido, pues tan célebres experimentadores como Vauquelin y Hecht se propusieron años después reducir el ácido wolfránico y no lo lograron. Así, pues, si el descubrimiento de Scheele y la intuición de Bergmann quitan indudablemente la prioridad a los hermanos de Elhuyar en lo que se refiere al ácido wolfránico y a su probable naturaleza metálica, en nada disminuyen el mérito de éstos, que son también descubridores y más exactos, de dicho ácido, además de serlo de muchas propiedades que no apreciaron los químicos suecos, de serlo de todo lo referente a la obtención y propiedades

del metal libre y, finalmente, del admirable análisis del wolfram, con importantes métodos nuevos» (1).

Estas autorizadísimas palabras destruyen los injustos y frecuentes errores cometidos por diversos autores de tratados de química y por otros escritores al tratar del descubrimiento de los dos ilustres miembros de la Sociedad Bascongada de Amigos del País.

En un importante tratado general de química, en publicación desde hace algunos años (2), en el que su autor se ocupa de estos descubrimientos, al tratar de la historia de las tierras raras (3), cita la descripción de un nuevo mineral, *ferrum calciforme, terra quadam incognita intime mixtum*, hecha por Cronstedt en 1752, encontrado con piritas de cobre, cerca de Ryddarhyttan, en Suecia, al que denomina Tungstein, piedra pesada, y otro mineral llamado por Wallerius *lapides stanniferi epathacei*, procedente de Bohemia, que contenía cal y óxido túngstico, y añade que Bergmann, en 1780, y J. J. y Fausto de Elhuyar, en 1784, demostraron que los minerales eran distintos y que el de Bohemia era un tungstato de cal y el de Suecia un silicato de cal y hierro y que Bergmann y Elhuyar separaron las tierras raras de la cal.

En la misma obra (4) se dice que «J. J. y F. de Elhuyar en su *Análisis químico del Volfram y examen de un nuovo metal que entra en su composición (Bascongada, 1783)*, demuestran que el mineral wolfram contiene el mismo ácido que el mineral de tungsteno, pero en el wolfram el ácido está asociado con hierro y manganeso en lugar de cal. Estos químicos obtuvieron el metal por reducción del óxido con carbón y des-

(1) FAGES Y VIRGILI (Juan): *Los químicos de Vergara y sus obras*. Madrid, 1909. Págs. 88 y 89.

(2) MELLOR D. Sc. (J. W.): *A comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry*. London, 1924.

(3) Obra citada, tomo V, pág. 496.

(4) Tomo XI, pág. 674.

criben las aleaciones del tungsteno con el oro, la plata, el plomo y el hierro. La cuestión se plantea así: ¿Fueron los químicos españoles los primeros en aislar el metal? El hecho es que uno, por lo menos, de los hermanos de Elhuyar, trabajó bajo la dirección de C. W. Scheele y T. Bergmann durante *algunos años* y, en su memoria, los dos hermanos, acaso modestamente, no reclaman el derecho de haber sido los descubridores del metal, porque, de acuerdo con J. J. Runner y M. L. Hartmann, lo había preparado ya previamente C. W. Scheele. S. Rinman adscribe definitivamente el descubrimiento de este metal a C. W. Scheele y establece que su aleación con el hierro fué preparada por J. J. y F. de Elhuyar. A pesar de estas y otras observaciones análogas, quedó el hecho de que la primera publicación referente al aislamiento del elemento metálico es la de los españoles J. J. y F. de Elhuyar».

Los errores contenidos en los citados conceptos son tan notorios, que son bien fáciles de rebatir y aclarar. Ni los Elhuyar dispusieron para sus análisis de otro mineral que el de Sajonia, ni publicaron nada en 1784, ni trabajaron algunos años con Bergmann, como el mismo Bergmann declara, según se ha visto anteriormente, ni en la narración de sus ensayos, no obstante su cierta y notoria modestia, dudaron un momento en afirmar que habían encontrado un nuevo metal, con propiedades peculiares y bien definidas, al que dan nombre y en cuyas aplicaciones confían, según el último párrafo de su Memoria, adicionado en la edición de Toulouse (1).

Además, el propio Scheele escribe a Bergmann en 2 de abril de 1784 (2): «Me place que Mr. Luyarte haya obtenido el régulo de tungsteno. Supongo que le habrá enviado a usted muestras.»

(1) Véase en estos APUNTES el capítulo titulado «La obra bibliográfica de Elhuyar».

(2) MOLES (E.): *Elhuyar, químico*, ya citado.

No son extrañas estas inexactitudes en obras extranjeras, aunque sean siempre lamentables. Pero es aún más sensible que en obras editadas en España se cometan errores de verdadera importancia y magnitud, como sucede en un Diccionario enciclopédico, en el que, refiriéndose al descubrimiento del wolfram, dice que D. Fausto de Elhuyar «era Profesor de la Escuela de Minas de Vergara (Guipúzcoa), donde realizó útiles experiencias con el mineral blanco llamado *tungsteno*. *Equivocadamente se atribuyó a Elhuyar el descubrimiento de este metal*, que ya había conocido no mucho tiempo antes Scheele.» Hœfer, en su *Historia de la Química*, dice lo siguiente: «Scheele demostró por el análisis que este mineral se componía de cal y de una sustancia blanca pulverulenta, que llamó *ácido del tungsten* (ácido túngstico), cuyos caracteres y propiedades químicas describió perfectamente. Bergmann vino en seguida y presumió que el ácido túngstico era la cal de un metal particular. Elhuyar no hizo más que confirmar esta hipótesis. En 1790 el químico español fué nombrado Intendente general de las minas de Méjico, donde permaneció hasta que la insurrección de los habitantes de aquel país contra la dominación española le obligó a regresar a la Península. En España obtuvo Elhuyar los nombramientos de Ministro de Estado y Director general de Minas.»

No es fácil cometer en un texto tan breve un número tan grande de errores, pero limitando su aclaración únicamente a lo que al descubrimiento de Vergara se refiere, diremos que lo que dice Hœfer (1) textualmente es lo siguiente:

«Scheele fué el primero que demostró, por el análisis, que este mineral está esencialmente compuesto de una materia blanca pulverulenta, análoga al ácido molíbdico y a la cual dió el nombre de ácido de tungsteno (ácido túngstico). Describió

(1) Hœfer (FERDINAND): *Histoire de la Physique et de la Chimie*. Paris, 1872, pág. 503.

al mismo tiempo las propiedades químicas y los caracteres que le distinguen del ácido molíbdico. *Los hermanos d'Elhuyart fueron los primeros que obtuvieron el tungsteno metal del ácido túngstico*».

Por fortuna, en la literatura científica española pueden encontrarse textos más en consonancia con la realidad y con la verdadera historia de la química.

Don Juan Manuel de Aréjula, cirujano de la clase de Primeros de la Real Armada, y pensionado por S. M. en Paris reivindica el nombre del wolfram en el párrafo siguiente (1):

«El arsénico, la molibdena y la tungstena son también radicales ácidos, pues se vuelven tales por medio del ácido del nitró; los demás sólo son susceptibles de calcinación o de cayaición. A la última de estas tres sustancias le daremos el nombre de wolfran, que es el que primero tuvo, y el que le han dado los dos hábiles hermanos D. Josef y D. Fausto d'Elhuyart, que son los primeros que han dado a conocer este medio metal».

Y en el mismo trabajo añade:

«Los metales capaces de volverse ácidos, cuando lo sean, se llamarán ácido *arsénico*, *molíbdico* y *wolfránico*. Llamando nosotros wolfran lo que los franceses tungstene, es preciso deducir el nombre de este ácido del de su raíz, y llamarle wolfránico y a sus combinaciones *wolfrates* (2).»

Otros autores extranjeros y nacionales expresan la consideración debida a nuestros ilustres químicos y, especialmente, el académico de Ciencias D. Juan Fages y Virgili, en su discurso varias veces citado (3), hace un análisis crítico muy detenido y exacto del trabajo de los hermanos d'Elhuyart, en el cual se insertan los justos y laudatorios conceptos siguientes:

(1) ARÉJULA (JUAN MANUEL DE): *Reflexiones sobre la nueva nomenclatura química*. Madrid, 1788, pág. 29.

(2) ARÉJULA: Obra citada, pág. 33.

(3) FAGES Y VIRGILI: Obra citada, pág. 86.

«Renuncio a comentar el detalle de esta Memoria, la mejor seguramente que publicaron los *Extractos*, no sólo de asuntos químicos sino de todo orden de investigaciones...»; «una de las mejor hechas y publicadas en aquella época en toda Europa, no tanto por la importancia del asunto, como por la insuperable perfección, sagacidad, ingenio y competencia que revelaron en ella sus autores.»

«Ni creo haber leído, y he leído bastantes, ningún trabajo químico de aquella época que esté redactado en forma más ordenada y científica ni más parecida a las Notas que ahora publicamos, que el análisis de wolfram; en muchos párrafos podemos hasta olvidar la fecha en que se hizo el trabajo, pues parece contemporáneo. Hasta los datos bibliográficos con que empieza la Memoria, y que prueban, además, la gran erudición de nuestros químicos, se leen con gustosa sorpresa; no cabe actualmente hacer un preámbulo más instructivo, ni más honrado, ni más sencillo, que el que precede a los trabajos de los d'Elhuyart, ni cabe tampoco una forma de exposición más seria, ni más modesta de sus descubrimientos.»

Es también digno del mayor elogio un erudito estudio publicado por el profesor de la Universidad de Madrid, señor Moles (1), en el que defiende calurosamente el valor del descubrimiento de nuestros compatriotas y sostiene fundadamente, que el patriotismo y la verdad histórica deben inducir a los españoles a poner el mayor empeño en que el elemento químico, que actualmente lleva el número 74 y tiene por símbolo W, se denomine exclusivamente *wolframio* o *volframio*, abandonando para siempre la denominación de *tungsteno*, que no corresponde a los antecedentes de su descubrimiento. Tiene evidente razón el sabio profesor, pero será indudablemente muy difícil variar las normas y costumbres tanto tiempo establecidas.

(1) MOLES (E): «Wolframio, no tungsteno—Vanadio o Eritronio.» *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*. 1928, pág. 234.

El notable estudio de los hermanos Elhuyar, del que pudo enorgullecerse la Sociedad Bascongada, por haberse efectuado la importante investigación a que se refiere, en el Laboratorio de su Real Seminario, dió gran fama y justificado renombre a sus autores en los centros culturales de Europa, y fué inmediatamente comunicado y traducido en los centros científicos de mayor prestigio mundial, constituyendo un gran triunfo de la ciencia química española.

La Academia de Ciencias, Inscripciones y Bellas Artes de Toulouse, fué una de las Corporaciones científicas que más se interesaron en el descubrimiento de los hermanos Elhuyar, y según noticias que ha tenido la bondad de comunicarme su actual secretario perpetuo, M. Ch. Lécivain, el 10 de marzo de 1784, el naturalista M. De Lapeirouse (1) solicitó fecha de la entonces Real Academia, para la lectura de una «Memoria de los señores Delhuyar, conteniendo el análisis del Wolfram y el descubrimiento de un nuevo metal», realizando su deseo en la sesión del 24 del mismo mes, encomendándose en ella a los académicos De Lapeirouse y Darquier la redacción de un informe acerca del citado trabajo.

El dictamen fué tan rápido y favorable que la Corporación acordó, en 1.º de abril del mismo año, nombrar Académicos corresponsales de la misma a M. Delhuyar, *Director de las fundiciones de cañones de Guipúzcoa* (2) y a M. Delhuyar,

(1) Supongo que se trata del Baron Philippe Picot de Lapeyrouse, botánico muy distinguido, de quien cita Allende Salazar en su *Biblioteca del Bascófilo* las obras siguientes: *Figures de la Flore del Pyrénées, avec des descriptions; Flore del Pyrénées; Histoire abrégée des plantes des Pyrénées, et itinéraire des botanistes dans ces montagnes* y *Supplement a l'Histoire abrégée des plantes des Pyrénées*, algunas impresas en Tolouse en los comienzos del siglo XIX y otras casi al mismo tiempo que los trabajos de Elhuyar.

(2) Corresponde posiblemente este título a la Comisión confiada a don Fausto, en colaboración con el general D. Ventura Caro, para estudiar la posibilidad de crear la fábrica de Orbaiceta, aunque parece posterior a esta fecha.

Director de Minas de la Nueva Granada, distinción sinceramente agradecida por aquellos a quienes fué otorgada, pues rara vez en sus escritos posteriores omiten éstos honrosos cargos. La Academia de Toulouse hizo además una edición especial de la Memoria sobre el wolfram, de la que existe un raro y valioso ejemplar en la Biblioteca de la Escuela de Minas

Casi al mismo tiempo fué D. Fausto nombrado también Individuo de la Sociedad de Minas de Alemania y de la Sociedad de los Investigadores de Berlín, títulos que ostenta en posteriores escritos, sin que me haya sido posible comprobar documentalmente la fecha y forma en que fueron hechas estas designaciones. Casi al mismo tiempo fueron elegidos Individuos de la Sociedad Werneriana de Edimburgo y de la Academia de Marburgo, distinciones con las que los sabios de Europa mostraron su complacencia y admiración hacia nuestros compatriotas, tanto más de estimar cuanto que nuestra nación no podía decirse que hubiera todavía entrado a formar parte del concierto de la ciencia europea. Este y otros estudios sirvieron también para consolidar y elevar el prestigio, ya grande, de nuestra benemérita Sociedad Bascongada de Amigos del País, que tan alto colocó, con su esfuerzo, el nombre de España en el resto de Europa y en América.

Hay que añadir, como último comentario a estos estudios, que acaso fuera una desgracia para la ciencia química española el que la vida, con sus constantes y a veces raras exigencias, separara para siempre del campo de la experimentación y del laboratorio a estos ilustres investigadores, para orientar sus actividades siempre intensas y meritísimas hacia la minería y la metalurgia. No quiere esto decir que en estas ramas de la industria no tuvieran ocasión de prestar los señalados servicios de que se da cuenta en estos APUNTES; pero es posible que este nuevo rumbo hacia los problemas relacionados con el tratamiento de los minerales y metales y hacia la ordenación

de las industrias extractivas, privara a la química española de nuevos e importantes descubrimientos.

Siguiendo el análisis de la labor de D. Fausto de Elhuyar en la Sociedad Bascongada, se encuentra en los *Extractos* del mismo año una nueva muestra de su esfuerzo y trabajo en la publicación de la Memoria titulada: *Estado de las minas de Somorrostro*.

La redacción de esta Memoria fué consecuencia de un acuerdo que figura en los *Extractos* del año anterior, en los que dice que «con noticia de las frecuentes desgracias que suceden en las famosas minas de Somorrostro por falta de precaución en sostener los socabones, y ignorancia total de la arquitectura, y trabajos subterráneos, se ofreció el Catedrático de mineralogía y metalurgia Don Fausto de Luyart pasar allí cuando se le avisase por los Amigos de Vizcaya. Con este motivo se le encargó visitase también las principales ferrerías que aquellos Amigos indicasen, para hacer observaciones útiles a la ferronesca».

Este estudio tiene el gran interés de referirse concretamente a una rama de la minería, exponiéndose en él las condiciones de la inicial explotación de los famosos criaderos de Vizcaya, que han sido, andando el tiempo, el origen y cimiento de su gran prosperidad.

Es un verdadero *Informe*, y en él se confirman las condiciones características de la literatura científica de Elhuyar, que son la claridad, el orden y la precisión, desdeñando el lucimiento personal, para dar a sus escritos un gran valor didáctico, pensando, al redactarlos, en que el lector pueda darse fácil y razonada cuenta de la materia de que se trata.

Constituye, además, este escrito un verdadero documento para la historia de la minería española, pues contiene datos de

carácter técnico, económico y aun social verdaderamente curiosos e interesantes.

Comienza este trabajo de Elhuyar por dar cuenta de la *Situación del criadero* de Somorrostro, describiendo su fisiografía y aspecto general. No estudia su génesis, pero da cuenta exacta y detallada de la formación en *capas* o *masas*, no en filones, estratificadas entre las calizas que forman su verdadera caja. Indica la dirección y buzamiento y se asombra de su gran espesor. Reseña en seguida las clases y calidades de las menas o *minerales explotados*, describe la vena, el campanil y el rubio, indicando las características de estos minerales, diciendo, por cierto, que el rubio era el mineral menos conocido y abundante, siendo la vena y el campanil los que únicamente se trabajaban o extraían en aquella fecha.

Describe también la *matriz* de los minerales que es «un espato calizo semitransparente, que se divide fácilmente en rombos, por lo que sólo le falta la perfecta transparencia para ser un espato de Islandia».

Explica, a continuación, los *métodos de explotación del criadero*, que se reducen a rudimentos de aplicación del sistema de huecos y pilares, tan deficientemente establecido, que la extracción desordenada y codiciosa es causa frecuente de desgracias, a parte del daño causado a la riqueza representada por el yacimiento.

La exposición de hechos se continúa con el examen de la *organización del trabajo* y con el estudio de los *resultados económicos*, aparte de unas atinadas *consideraciones de carácter social* que completan lo que pudiéramos llamar primera parte del informe, en la que se apoya y funde la propuesta que constituye la conclusión del mismo, que se encabeza con las siguientes frases:

«Siendo, pues, estas minas el tesoro de que dimana la principal riqueza del país Bascongado, y de cuyo buen gobierno

depende la permanencia de su felicidad, si se considera que conservándose en el estado actual, los continuos derrumbamientos inutilizan para siempre una gran parte del mineral, con lo que se adelanta el término de esta prosperidad, que con ellos se sepultan centenares de personas, siendo la causa su propia indolencia, y que hoy en el día son un fomento de la holgazanería, haciendo de un terreno que con esta industria debería ser el más opulento del país, el más miserable y más atrasado de todos, no será difícil de conocer la necesidad de un arreglo, con el qual se eviten estos defectos, y se mire con más atención a la utilidad general del país.

»Para esto, pues, es indispensable el que se establezca un cuerpo, que tomando en propiedad estas minas, disponga con orden así las labores como la economía, por medio de directores hábiles, y nada me parece más conducente que la reunión de las repúblicas mismas de la Encartación, que por ser las que más interesan en esto, y hallarse en su seno las minas, podrán gobernarlo todo con mayor facilidad y atención. Nombrando éstas un director de satisfacción, que con otros subalternos para la inspección diaria, establezca y mantenga el buen método en los trabajos, se aprovechará quanto sea posible el mineral con más economía y menos riesgo en la vida de los operarios, y poniendo igual esmero en la administración lograrán tener las repúblicas un beneficio inmediato muy seguro, y habitantes laboriosos y útiles, y el país en general podrá prometerse una larga posesión de las ventajas que le proporciona el beneficio del mineral que se saca de estas minas.»

Une esta Memoria al mérito que representa el orden y método de la exposición, el acierto en la propuesta de las soluciones ofrecidas. Es la primera vez que en estudios de esta clase se plantea la conveniencia de establecer una competente dirección facultativa, complementada por una administración cuidadosa, principios sobre los cuales es preciso, en todos los

casos, establecer todos los negocios mineros. En el orden social, las sugerencias sobre jornales, horas de trabajo, régimen en cierto modo cooperativo de extracción y transportes, construcción de caminos y otras mejoras propuestas, son tan dignas de ser tomadas en consideración, que acrecientan el interés del primer estudio sobre minería publicado por Elhuyar, demostrando en el mismo la competencia de un verdadero Ingeniero de Minas.

En el mismo tomo de los *Extractos* aparece una tercera Nota de Elhuyar titulada «Proyecto para una colección de minas del país».

Es muy breve, pero no deja de ser interesante, por darse en ella acertadísimas normas para la recogida de ejemplares y para formar la colección del gabinete de mineralogía del Seminario patriótico de Vergara.

Es de notar que en aquella fecha sentía ya Elhuyar la conveniencia de editar un mapa Minero, como se indica en la cuarta conclusión de su propuesta en que dice:

«El mismo tiempo, en unos mapas de López de las tres provincias se anotarían con signos particulares los principales minerales de cada paraje, para que sirviendo de repertorio en todo tiempo, se viese con facilidad el conjunto de los productos del país: asimismo servirían para formar con poco trabajo un mapa Mineralógico en lo sucesivo. De estos mapas se dispondría un ejemplar para cada provincia».

No son menos acertadas las instrucciones que han de transmitirse a los encargados de buscar minerales, como se ve en la siguiente

NOTA

A las personas, a quienes se diere el encargo de formar colecciones, se les pedirá recojan cuanto les pareciere particular, así por algún color extraño como por su figura, por su aspecto; sobre todo, si tiene algo de metálico, por su peso o por alguna otra propiedad particular, sea tierra, piedra, cal o cua-

quiera otra substancia mineral, que envíen dos pedazos de cada cosa, y que el volumen de cada uno no pase de seis pulgadas. A estos pedazos deberá acompañar una razón en que satisfaga a las circunstancias siguientes:

- 1.^a Se expresará el nombre vulgar que se da a cada cosa en el pueblo en que se hallare.
- 2.^a A qué distancia de un pueblo está el paraje en que se encontrare y hacia qué parte.
- 3.^a Si es pedazo suelto, hallado en el campo o en algún río, o si se ha arrancado de alguna peña.
- 4.^a Siendo arrancado de alguna peña, si se encuentra al pie o en la cima de las montañas y el nombre de ésta.
- 5.^a Se indicará también la espesura de la capa o veta en que se hallare si forma parte de algún cerro o monte.

Con la instrucción anterior termina la colaboración de D. Fausto de Elhuyar en los *Extractos*, durante su estancia en el País Vasco, pero no es esta la última muestra de su actividad en el laboratorio de Vergara.

La labor de D. Fausto de Elhuyar como Profesor de Mineralogía no pudo ser intensa ni de gran eficacia, por ser escaso el número de alumnos interesados en la materia objeto de sus disertaciones. Debió comenzar a explicar la asignatura en 1782, efectuándose exámenes el 2 de octubre del mismo año, siendo uno de sus primeros alumnos D. Luis María de Munive, hijo del conde de Peñaflores, del que dicen los *Extractos* que «acaso será el primero que se haya expuesto en España a un examen de este estudio». No es extraño que, en los comienzos de la ciencia mineralógica, fueran pocos en número los jóvenes que desearan adquirir el conocimiento de la misma. La minería, desde el punto de vista facultativo o profesional, no podía ofrecer ninguna ventaja a los especializados en la materia, y aun mucho tiempo más tarde, sesenta y cinco años después, se lamenta Ezquerria del Bayo (1) de la falta de afición a estos estudios en las siguientes frases:

(1) EZQUERRA DEL BAYO (JOAQUIN): *Datos y observaciones sobre la industria minera*, pág. 6.

«Hace ocho años que se estableció en Madrid la Escuela de Minas, y hasta este año apenas se habían presentado jóvenes a disfrutar de la instrucción y optar a una carrera que, si bien trae consigo muchas privaciones y muchos peligros, no deja de ser algo lucrativa.»

Se comprende que la Cátedra de Mineralogía de Vergara fuera de muy poca utilidad, y que en el año 1783 no aparezca en el cuadro de Profesores del Seminario esta especialidad, ni tampoco en los dos siguientes, en los cuales Elhuyar no debió tener alumnos, aunque el número de seminaristas pasara en aquellos años de un centenar.

Su delicadeza no le permitía continuar más tiempo en esta situación, y en septiembre de 1785 se decide D. Fausto a renunciar a sus cátedras, dando cuenta de su resolución al marqués de Narros en carta que se reproduce fotográficamente en la lámina que se acompaña. Este documento, propiedad de don Julio de Urquijo, pone bien claramente de manifiesto la razón y la causa por la que Elhuyar se separó de la Bascongada, que no fué otra que el no tener discípulos a quienes explicar sus asignaturas, no queriendo, en estas condiciones, cobrar sus asignaciones o sueldos.

Inmediatamente después de tomar esta resolución vino Elhuyar a Madrid, sin duda para gestionar su «empleo con más utilidad del Estado». Desde la Corte, pocos días después, se dirige a Peñaflores, Antonio M. de Munive, pues su padre había muerto en enero de aquel año, dándole cuenta de sus pasos en la carta siguiente:

«Reservada.» Mui Sr. mio: Acabamos de llegar del Sitio en donde hemos concluido con felicidad los negocios, cuyas resultas son que pasará José con Angel todavía de Ayudante a la Nueva Granada para poner en planta el beneficio de metales por fusión, señalándoles a los dos sueldos fijos, co... les el viaje aportándoles los libros e instrumentos que necesiten, y quedándoles el advitrio de interesarse en las empresas que se les presenten.

Sr. Presidente

Mui Sr. mio. Ha quatro años regento la Cathedra de Mineralogía y Metalurgia, con la mortificacion ver el poco fruto que se saca de unas Ciencias tan laudables para la Nación por falta de Oyentes que se dediquen ellas. La Junta de Institucion ha practicado recursos para fomentar la concurrencia de Discipulos para estas Clases, con el deseo de ver realizadas algunas miras que se propuso al formar el Plan de la Escuela Patriótica; pero todas sus diligencias han sido hasta ahora infructuosas, y prometen muy poco lo sucesivo. Por lo que viendo lo poco necesario que es en este Establecimiento, y deseando emplear mi poca utilidad del Estado que hasta el presente, me veo precisado a avisar a V.S. que pienso dejar mi empleo en este N.º Seminario para fines de este año, y que he de deber a V.S. informe a la Junta de Institucion, para que tome las providencias que juzga convenientes. Estimaria a V.S. que al mismo tiempo pidiese se revean las Cuentas de la Comision de Aras, pues esta aun pendiente el saber si los cobros de mi sueldo se han hecho con anticipacion o atrasado. N.º por que a V.S. m.ª. Vergara 20 de Setiembre de 1785.

B. L. M. de V.S.
Su mas at. y leg.º Serv.º
Fausto de Elhuyar

Sr. Marqués de Narros.

S.^{or} Presidente

Mui S.^o mio. Ha quatro años regento las Cathedras de Mineralogia y Metalurgia, con la mortificacion de ver el poco fruto que se saca de unas Ciencias tan utiles para la Nacion por falta de Oyentes que se dediquen a ellas. La Junta de Institucion ha practicado varios recursos para fomentar la concurrencia de Discipulos para estas Clases, con el deseo de ver realizadas las sabias miras que se propuso al formar el Plan de su Escuela Patriotica; pero todas sus diligencias han sido hasta ahora infructuosas, y prometen muy poco para lo sucesivo. Por lo que viendo lo poco necesario que soy en ese Establecimiento, y deseando emplearme con mayor utilidad del Estado que hasta el presente, me veo precisado a avisar a V.S. que pienso dexar mi empleo en ese R.^o Seminario para fines de este año, de lo que he de deber a V.S. informe a la Junta de Institucion, para que tome las providencias que juzgare convenientes. Estimaria a V.S. que al mismo tiempo pidiese se revean las Cuentas de la Comision de Cathedras, pues esta aun pendiente el saber si los Cobramientos de mi sueldo se han hecho con anticipacion o de atrasado. N.^o S.^o que a V.S. m.^a Vergara 20 de Setiembre de 1789.

B. L. M. de V.S.
Su mas at.^o y Seg.^o Serv.^o
Fausto de Elhuyar

Marques de Narros.

Los sueldos señalados son a José cincuenta mil reales y a Angel veinte mil, y se nos ha prevenido que no divulgásemos este último artículo, no sabemos cual puede ser la razón a punto fijo, pero por cumplir con las órdenes no le hemos comunicado a Dn. Javier; a Samaniego e Iriarte hemos dicho que se havia dexado a la discreción de S. E. y que no havia aun nada determinado sobre esto; por lo que quisiéramos que V. S. guardasen también secreto sobre este punto hasta que no haya inconveniente en publicarlo, como no hay al presente en todo lo demás.

En el interin que llegan los instrumentos y libros que se van a pedir a Paris, José volverá conmigo a Vergara, a mi regreso de Almadén, para donde saldré por toda esta semana, y se dispondrá para marchar el mes de diciembre.

José ha entregado también la carta a Valdés, el cual le ha dicho que él no podia hacer más que hacerla presente al Rey que dispondrá lo que le parezca. A él no le gustó nada la petición, y nos dixo que aquél era ya asunto acabado para él desde que pasaron a otro Ministerio los dos pensionados y que las Cátedras quedaran fixas, y que así podia haverse escusado esta representación, encargándose la Sociedad de satisfacer aquella suma, a lo que contestó José diciendo que la comisión havia corrido por V. S. y el Marqués, sin intervención de la Sociedad, y a esto replicó que podia haverse tomado de la consignación misma de las Cátedras. En esto quedó y no sabemos en que parará.

No he embiado a V. S. la razón de los Minerales de Asturias por no poder disponer hasta tener la lista que quedó V. S. en volver a pedir a la Sociedad de Asturias. Si está pronta a mi vuelta la dispondré al instante y podrá poner los Extractos de este año.

Sírvase V. S. ponernos a los pies de mi Sra. la Condesa y dar mil expresiones a todos esos amigos.

B. L. M. de V. S. Su más atto. y recono. Ser^r. Fausto Delhuyar. — Madrid 29 de septiembre de 1785. — Sr. Conde de Peñafiorida» Vitoria (1).

Por este escrito conocemos las condiciones en que Juan José de Elhuyar y Angel Díaz, de cuyo nombramiento y viaje se da cuenta en el capítulo siguiente, pasaron a Nueva Granada, y del propósito de D. Fausto, de visitar por aquella fecha las minas de Almadén, excursión de la que no se había dado nunca ninguna referencia.

Hay otro punto en la carta un poco confuso, pero que indudablemente se refiere a dificultades de orden económico

(1) El borde del papel de este documento, del mismo archivo que los demás estados, está muy estropeado a causa de la humedad, siendo esta la razón de no poderse leer algunas palabras.

de la Sociedad, que buscaba sin duda el apoyo del Estado, por no poder realizar a su costa mayores sacrificios.

En su estancia en Madrid debió relacionarse Elhuyar con personas de gran posición y relieve en la Corte, pues de ella se derivaron los nombramientos y designaciones de que fué objeto, que, aunque no tuvieron efectividad hasta el año siguiente, debieron en principio quedar acordados o convenidos en este viaje, al mismo tiempo que tuvo lugar la designación de D. Juan José.

Todavía volvieron los dos hermanos a Vergara, no tomando ya D. Juan José parte ninguna en los estudios y en la labor de la Sociedad; en cambio, D. Fausto se incorporó de nuevo a sus actividades, realizando una excursión a los Pirineos para estudiar los minerales existentes en las inmediaciones de Orbaiceta, al mismo tiempo que el Mariscal de Campo D. Ventura Caro desempeñaba una Comisión de límites entre España y Francia de orden de Floridablanca, siendo acompañados en este viaje por D. Luis de Collantes y Fonegra, alumno sobresaliente del Seminario de Vergara, que había estudiado Química con D. Fausto.

Don Luis de Collantes fué también minero distinguido, pues descubrió las minas de Las Rozas, que le fueron concedidas por Real Cédula de 27 de marzo de 1791, que explotó más tarde, al retirarse de la profesión de marino.

El informe de Elhuyar debió ser interesante, pero no me ha sido posible encontrarlo.

De regreso de este viaje dió una vez más muestras de su gran interés por las investigaciones químicas y de sus dotes de investigador, pues los estudios verdaderamente interesantes realizados en España acerca de *la platina* y sus propiedades se deben, al menos en gran parte, a Chavaneau y a Elhuyar.

Supone Fages y Virgili que D. Ramón María de Munibe,

malogrado hijo del fundador de aquella Sociedad, conde de Peñaflores, tuvo algunos conocimientos especiales en esta materia, y que, por su redacción científica, debe ser suyo el estudio publicado en los *Extractos* de 1775, que fué probablemente el primer trabajo publicado en España, y aunque no fuera original, no deja de tener importancia.

No parece probable que esta suposición esté justificada, pues aunque Munibe, en su interesantísimo viaje por Europa tuvo ocasión de entablar relaciones directas de amistad con hombres tan eminentes como Engreston, Adanson, Ruelle, Wallerius, Linneo, Schonberg, Jacquin y otros no menos distinguidos, no consta, en el minucioso estudio publicado acerca de este atractivo personaje por el cultísimo vascofilo D. Julio de Urquijo, con el título de *Los Amigos del País*, que llegara a conocer ni a tratar a Sickingen, a Vauquelin, a Fourcroy, a Wollaston ni a otros químicos que prestaron especial atención a investigar las propiedades del platino, en gran parte estudiadas después de la muerte de aquél, ni tampoco que en ninguna de sus cartas y documentos se tratara del oro blanco u octavo metal, como Morin lo llamaba en su interesante monografía acerca del mismo, publicada en 1858.

Por otra parte, aunque sea evidentemente cierto que, por no excitar el amor propio de su hijo, al que profesaba acendradísimo cariño, el conde de Peñaflores trataba siempre de no exagerar sus méritos, ni el interés de los descubrimientos y observaciones realizadas por él durante su viaje, no parece probable que después de su muerte prematura, en la que acaso tuviera alguna parte una intensa inclinación amorosa hacia una desconocida y encantadora condesa residente en Viena, al publicarse en los *Extractos* de 1775 unos «Estudios sobre la Platina», no se hiciera constar que el autor era *El Socio Viajero*, que así firmaba sus escritos, al que la temprana muerte, ocurrida el año anterior, no había dado tiempo para poder

«ostentar juntos los dos escudos, el nobiliario de sus antepasados y el científico ganado por él», como dice Fages y Virgili.

Mucho más conocidas son las investigaciones que sobre la platina realizó D. Francisco Chavaneau en Vergara y las que más tarde llevó a cabo en Segovia y Madrid D. Luis Proust.

El primero de estos dos ilustres químicos, profesores de la Sociedad Bascongada, logró hacer maleable la platina pura, hecho reconocido por todos los escritores de la época y por el cual mereció del monarca Carlos III una pensión, pues aunque se sabía purificarlo con el arsénico, calcinando después la aleación, y Delisle había descubierto, en 1773, que la sal amoniaco precipitaba las disoluciones de platino y que calcinando el precipitado se podía volver a obtener el metal, Chavaneau tuvo el mérito indiscutible de idear nuevos medios de producir el platino, o al menos de industrializar las reacciones antes indicadas.

Fages y Virgili, en el notable estudio de *Los Químicos de Vergara y sus obras*, que tantas veces citamos, por estar tan relacionado con los trabajos de los hermanos Elhuyar, dice, al ocuparse del descubrimiento de Chavaneau: «que ignora cuál sería el procedimiento que empleó para fundir y hacer maleable el platino, pues le tuvo tan en secreto que aun hoy no ha traslucido, o al menos no le consignan los autores que citan a Chavaneau en la Historia del platino».

Y véase cómo sucesivos estudios van aclarando los puntos confusos de la historia, cualquiera que sea el tema que los investigadores se propongan esclarecer. El establecimiento de hechos precisos y la coordinación de los datos reunidos por hombres diversos, permite establecer y delinear claramente la personalidad de cada figura del pasado, que el tiempo transcurrido hace aparecer confusa, pero que los documentos examinados en cada caso permiten trazar con sus verdaderos rasgos.

Fages y Virgili demuestra en su erudita memoria no sen-

tir gran admiración por Chavaneau. Lo considera perezoso, poco culto y necesitado, en la mayor parte de sus investigaciones, de una colaboración verdaderamente científica, y así, al hacer la crítica de un largo artículo publicado por el químico francés acerca del análisis de las aguas de Cestona, elogiando este trabajo de recopilación de conocimientos, «ya que no sabía o no quería hacer investigaciones personales», dice que «tributaría a Chavaneau todo el aplauso que este artículo merece, a pesar de sus errores, si no tuviera el convencimiento moral de que la iniciativa, además de ser orden superior, corresponde a sus colaboradores más que a aquél y tal vez a don Fausto de Lhuyart, recién llegado del Norte de Europa, con buena colección de libros y revistas, probablemente ininteligibles para Chavaneau, siquiera por el idioma, y de apuntes de las lecciones que de labios del mismo Bergmann había recibido».

En las investigaciones de Chavaneau acerca del platino, la colaboración de Elhuyar resulta notoriamente probada por la existencia de dos interesantísimas cartas de D. Fausto a su hermano D. Juan José, que el sabio Director del Jardín Botánico de Madrid, Profesor de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central D. A. Federico Gredilla, sacó a la luz pública en su *Biografía de José Celestino Mutis*, del magnífico archivo de este botánico eminente, cartas de tal interés para los químicos y mineralogistas y en especial para justificar la participación de D. Fausto de Elhuyar en las investigaciones de Chavaneau sobre el platino, que consideramos preciso reproducirlas íntegras. Su texto es el siguiente:

Vergara, 17 de marzo (1) de 1786.

Carta de D. Fausto D'Elhuyar a su hermano Juan José.

Por mi última te decía como paso á Ungria de parte del señor ministro de Indias á informarme del nuevo metodo de amalgamación; y que á mi paso por Paris avia de tomar tres pensionistas para el mismo fin. Para el viaje asta Paris me han dado 9.000 reales; he de regular con D. Ignacio de Heredia lo que necesitamos para ir de Paris á Viena, y con D. Domingo Iriarte lo que cada uno ha de tener de sueldo durante nuestra estancia en aquellos países. De allí te daré noticias individuales de estos trabajos. En el interin has de saber que aviendo yo pasado á Madrid emprendió Chabaneau los trabajos con la platina para componer la obra que avia prometido yo al señor ministro, y ha descubierto ya cosas mui interesantes. El metodo tiene conexion con el de Sickingen por lo que mira á la reducción de los precipitados y sales, pero en lo demas es mucho mejor. Sickingen precipita la disolución hecha por el agua regia, por el alcali prusiano, que es el peor metodo para lograr la platina sin hierro, y aun se puede decir, que es el unico proposito para que salga mezclada con él. Chabaneau se ha valido del metodo del conde de Mylli, que consiste á precipitar dicha disolución por medio de la sal amoniaca, con lo qual no se deposita nada de hierro. De este modo ha logrado precipitados abundantes, y con ellos masas de platina mui hermosa; pero al mismo tiempo ha descubierto otro medio más economico, y que puede ser aplicable por mayor. Se reduce á formar una agua regia con acido nitroso y sal marina, con la qual se disuelve igualmente la platina, pero se precipita a medida que se disuelve en un estado salino. Este precipitado se separa del residuo por medio de agua caliente, y la filtracion, y evaporada el agua queda la sal, que no da ningun indicio ni de hierro ni de oro, aunque lo tenga la platina que se disuelve. No ai que hacer para esto ninguna operacion para separar antes el hierro, y practicando la disolución en retortas se pierde mui poco acido, y se logra una gran porcion de agua regia que puede servir para nuevas disoluciones. Tampoco es necesario si se quiere disolver el precipitado en agua caliente, filtrar y evaporar, hasta revolver todo con agua y decantar el licor turbio, porque la platina y el hierro, que no se han disuelto, se precipitan pronto al fondo. De la disolucion en el agua regia comun se precipita igualmente la platina pura por medio de qualquiera alcali, y de qualquiera sal neutra alcalina, con tal que empleando los alcalis se cuida de conservar el licor con exceso de acido, para que no se precipite el hierro: pues aunque este exceso sea grande, lo mismo es echar una gota de disolucion alcalina que precipitarse la platina. La mayor parte de los trabajos que ha hecho asta aora han sido con agua regia conpuesta de acido nitroso y de acido marino, y ha precipitado por la sal amoniaca; pero tambien ha hecho algunas pruebas del acido nitroso con sal marina,

(1) Es de notar que en el texto publicado por el Sr. Gredilla, dice mayo en vez de marzo, pero como no parecia posible la fecha indicada, he comprobado personalmente en el original que se conserva en el Archivo de Mutis, y gracias a la amabilidad del actual Director del Jardín Botánico, D. Antonio García Varela, a quien me complace expresar mi sincero agradecimiento, que la fecha de la primera carta es 17 de marzo.

que le han salido mui bien. Los precipitados que se logran por qualquiera de estos metodos son salinos, mas ó menos solubles en el agua; y en los licores de que se han precipitado queda tambien parte que pueda separarse, precipitando enteramente con el alcali fijo, y lavando el precipitado, pues asi se le despoja de la sal de platina, y queda la sal de hierro pura; y evaporando después las aguas se logra aquella. Todos estos precipitados puestos en un crisol á un fuego de cocina despiden su agua regia, disminuyen mucho, y apretándolo bien por todos lados con un mazo ó mano de almirez de hierro, se observa en breve que se vuelve su color gris parduzco en un blanco de plata hermoso, que con la presion va tomando consistencia y se concentra. Quando ha llegado a tomar consistencia se saca del crisol, se le golpea por todos los lados mui suavemente para que se reunan las partes, se vuelve a sosentar y golpear alternativamente asta que esté bien firme. Entonces es preciso poner el crisol en un horno á un fuego mas activo para que se evapore la sal que encierra en su interior, y se golpea y sosienta tambien alternativamente. Finalmente se le da despues un fuego fuerte de fragua durante media hora, y despues se saca del crisol, y en una fragua de herrero se caldea, bate y tira en barras, enpezando á golpear mui suavemente para reunir bien todas las partes que aun no lo están. Este es el metodo que hemos seguido en una operacion que se ha acabado oy; y de la qual se ha sacado de una vez una masa de treze onzas, de la qual se ha sacado una barra para enbiar al Sr. Ministro. Pero asi como en esta operacion se han corregido varios defectos observados en las anteriores, asi hemos observado que en las ultimas caldas para tirar la masa en barras se le forma una costra vidriosa en la superficie, que resuda, segun parece del interior, y creemos sea una porción de sal que no está reducida. Si al principio no se cuida de ir con tiento asta que se haya destruido esta sal, se hiende y hace pedazos la masa con facilidad. En parte se ha remediado esto ademas del tiento poniendo la barra ruyente en agua. Quando estos restos de sal se han destruido enteramente se tira la barra con mas facilidad que una de plata, y se hace de ella lo que se quiere. En la primera operacion que se haga, antes de empezar á comprimir la masa en el crisol con la mano del almirez, se revolverá bien el polvo, y se expondrá á un fuego mas fuerte para que se evapore mejor la sal, para que en las caidas aya despues menos inconvenientes. A medida que se adelante te daré noticias de lo que resulte; bien que mejor seria que con estas noticias hizieses tu mismo algunas esperiencias para ponerte en estado de plantificar la fabrica en ese pais; pues aunque tal vez se descubrirá un metodo mas economico, desde luego puede mui bien servir este, cuyos gastos calculamos no pueden subir a quatro pesetas por libra; y creemos tendria buen despacho á un precio mas subido que el de la plata. Debo prevenirte que estos precipitados los creemos compuestos de acido metal y alcali, y por esta razon deben ser mas dificiles de tratar los de alcali fijo, pero sobre esto no tenemos aun mas que una experiencia. En el papelito adjunto va un pedacito de platina para que te formes una idea de su color y lustre que toma, pero no es de las mejores.

En carta fechada en París el 19 de mayo de 1786, que, entre otros extremos, recomienda a su hermano Juan José la más absoluta reserva respecto al procedimiento de obtención de la platina, dado a conocer en su epístola anterior, se expresa en la siguiente forma:

«Abiendo enbiado Chabaneau unas barras de platina trabajadas por el metodo que tengo anunciado al Sr. Ministro de Indias este le ha encargado no haga conocer su metodo asta nueva orden, y le ha enviado mas platina para continuar los trabajos. Chabaneau se ha visto precisado a contestarle diciendo, que a mi solo avia confiado su procedimiento, y de resultas me ha venido a mi otra orden para que no la comunique a nadie.

Mi respuesta ha sido como la de Chabaneau, declarando que te avia dado ya parte de el con el fin de que pudiendo tu disponer de mucha cantidad de este mineral, practicases algunos trabajos mas sensibles con él, pero al mismo tiempo he dicho al Señor Ministro que te prevendría para que no hizieses nada hasta recibir orden expresa suya; lo que espero observarás con la debida exactitud. = Yo me he detenido aquí mas de lo que pensaba, y aun quería, pero mañana saldre para Viena, de donde te daré noticias de las operaciones de Born... He enbiado por Angulo (1) a la Secretaria de Indias un rollo de los dibujos y descripciones publicadas por l'Heritier, de las plantas que ha tenido Dombey a fin de que lleguen cuanto antes. Con este motivo me encarga l'Heritier te diga desea muchisimo entrar en correspondencia y amistad con D. Celestino Mutis, y que espera le procure satisfacer. = Con otros libros de Botanica va otro paquete de disertaciones que el Abate D. Antonio Cavanilles me encarga te dirija para el Dr. Mutis... El desea igualmente cultivar la amistad del doctor Mutis, y cambiar con el noticias y plantas de por acá por otras de esos países, etc.

(1) Se refiere indudablemente a D. Francisco de Angulo, gran amigo de D. Fausto de Elhuyar, que fué nombrado primer Director y Visitador General de Minas el 28 de diciembre de 1786. En el Instituto Geológico se conserva una carpeta de papeles de Angulo que contiene varios borradores de estudios, principalmente relativos al arte de la tintorería, que deben ser de 1793. Hay en el mismo legajo algunas notas bibliográficas autógrafas y el *Plan du Cours de Chimie fait au Collège Royal par Mr. D'Arcet*, con el *Methode et experiences del Cours* del mismo profesor. Estos apuntes son de 1881. Dicen Maffei y Rua Figueroa que fué alumno de la Real Academia de Minas de Freiberg en 1791, pero debe haber error de fecha, porque de ese año hay documentos en el Instituto de su cargo de Director General, y, en cambio, los diarios e impresiones de este viaje llevan la fecha de 1779 y 1780 y en ellos se queja, efectivamente, Angulo de haber sufrido grandes molestias por los terribles temporales de nieve que ha encontrado en su excursión minera, a que alude Elhuyar en su carta de 20 de junio de 1781. Hacia 1789 y 1790 fué pensionado a Freiberg, con otros tres alumnos, un hermano de D. Francisco de Angulo.

Ezquerria del Bayo, en un trabajo sobre Riotinto (*Rer. Min.*, 7, II, páginas 705 y 737), dice que D. Francisco de Angulo fué el primer hombre de conocimientos técnicos suficientes para analizar las aguas de la mina, que visitó Riotinto (1787), que hizo sus ensayos y estableció la sencilla manipulación de la cementación en 1788.

Estas interesantísimas cartas dan idea completa de los experimentos de Chavaneau y de la activa parte que tomó en ellos D. Fausto de Elhuyar, hombre de tal amor al estudio que, como se ha podido ir viendo al seguir paso a paso su laboriosa vida, tan pronto como se presentaba un problema a los investigadores de la época, se interesaba por su solución, trabajaba por su propio esfuerzo y siempre lograba, cuando no realizar un descubrimiento importante e interesante, al menos mejorar un procedimiento o perfeccionar un sistema de obtención de un cuerpo o de analizar sus propiedades. Tenía la mayor extensión de cultura que era posible entonces, y podía abarcar, en sus estudios, materias muy diversas, dominando la química, la docimasia y la metalurgia, pero modesto siempre, no se ve en sus actuaciones científicas deseo de destacarse, ni afán de mostrar sus vastísimos conocimientos.

Chavaneau, y aun Proust, por las experiencias que hizo en su laboratorio de Segovia, figuran en la historia del platino, pero a nadie se le ha ocurrido pensar ni decir que Elhuyar tuviera parte alguna en los descubrimientos atribuidos a Chavaneau. Las dos cartas citadas, que Mutis conservó cuidadosamente, por si se pudieran aplicar las ideas y métodos expuestas en ellas a la metalurgia del Nuevo Reino de Granada, tienen un verdadero interés para la historia de Elhuyar, y atestiguan además las relaciones existentes entre todos los hombres de estudio de la época.

Son también interesantes estos documentos porque señalan los últimos trabajos de Elhuyar y Chavaneau en Vergara, de donde salió seguidamente el primero para París y Hungría y el segundo para Madrid, a enseñar Física en el Museo de Historia Natural y a dirigir un Laboratorio de Química instalado en la calle del Turco y sostenido por el Ministerio de Hacienda, ayudándole en sus trabajos D. Joaquín Cabezas.

La Real Sociedad Bascongada se sintió satisfecha con este importante y feliz descubrimiento, según consta en el Resumen de sus actas de 1786; pero nada se dijo entonces de haber intervenido en estos ensayos D. Fausto de Elhuyar. Tampoco lo supo su amigo D. Valentín de Foronda, que escribió diversos estudios sobre materias económicas y sobre la labor de la Sociedad. Uno de ellos, titulado *Disertación sobre la platina* (1), en el que expone las ventajas que pudiera tener para España el monopolio del comercio de este metal, empieza con el expresivo párrafo siguiente:

«Después de haber hecho el giro de la mayor parte de la Europa, me hallaba en Burdeos quando recibí una carta en que se me decía que el profesor de Chimica del Seminario de Bergara acababa de hacer el precioso hallazgo de la purificación de la Platina; esta noticia me hizo rebosar de gozo: el amor patriótico que está concentrado en mi corazón me hizo experimentar las sensaciones más deliciosas; inmediatamente me acordé del análisis del Bolfran, que se había hecho en el mismo laboratorio por los Señores D. Joseph y D. Fausto de Eluiar, jóvenes de quienes han resonado los más repetidos victores por todas las Academias de la Europa.»

Débase, pues, a los Amigos del País de Guipúzcoa el haber dado hospitalidad y medios a D. Fausto de Elhuyar para realizar los interesantísimos trabajos de que hemos dado cuenta, y a Elhuyar el haber contribuído poderosamente al gran prestigio que llegó a alcanzar en España y fuera de ella, la entidad que con tanto entusiasmo fundó el ilustre Peñafloresta.

Las clases de Vergara se llenaron de alumnos, y hasta de América venían los jóvenes distinguidos a estudiar en sus

(1) FORONDA (D. VALENTÍN DE): *Miscelánea o colección de varios discursos*. Segunda edición. — Madrid, 1793, pág. 76.

aulas. Un historiador de la independencia mejicana (1), dice que algunos *criollos* distinguidos, descendientes de españoles nacidos en el país, que querían dar a sus hijos educación esmerada, «los mandaban al Seminario de Vergara, en la provincia de Guipúzcoa, en España, cuando éste se estableció bajo un pie brillante de instrucción general, y si esto se hubiera generalizado, hubiera contribuído mucho, no sólo a propagar los conocimientos útiles en la América española, sino también para unir ésta con la metrópoli con lazos más duraderos».

Por desgracia, la muerte de su ilustre fundador Peñafloresta, que casi coincidió con la separación de sus enseñanzas de Elhuyar y de Chavaneau, señala la iniciación de la decadencia de la benemérita Económica Bascongada, que continuó, con más o menos acierto y fortuna su labor hasta 1794, año en que la invasión francesa causó grandes e irreparables daños a la Sociedad, y más tarde dejó de publicar sus *Extractos* y trabajos, siendo ya mucho menos interesante su actuación.

(1) ALAMAN (LUCAS): *Historia de Méjico desde los primeros movimientos que prepararon su independencia en el año 1808 hasta la época presente*. Méjico, 1849-52. — Tomo I, pág. 16.

CAPÍTULO III

1786-1788

Nuevo viaje al extranjero para estudiar el tratamiento de los minerales de plomo.—Regreso a España y salida para América.

La labor realizada por los Elhuyar en el Seminario de Vergara, los trabajos científicos publicados en los *Extractos* de sus Juntas generales, y especialmente el descubrimiento del Wolfran, habían dado a estos dos hermanos una gran personalidad, siendo, como se ha visto, su nombre conocido y respetado en todos los países donde se cultivaban más intensamente los estudios de las ciencias naturales y más fácilmente y con mayor razón, en la Corte de Carlos III.

Eran ya los últimos y más fecundos años de aquel benéfico reinado. Con Floridablanca, era ministro universal de las Indias D. José de Gálvez (1). Estos dos hombres ilustres mostraban un empeño extraordinario en mejorar la situación de

(1) Don José de Gálvez y Gallardo, primer marqués de la Sonora y vizconde de Sinaloa, es una de las figuras más interesantes de aquella época. Nacido en Macharaviaya, en la provincia de Málaga, el 7 de enero de 1720, estudió leyes en Alcalá y pronto se distinguió por sus extraordinarias dotes personales, prestando a España en la Península y en América destacados servicios que fueron premiados por el Rey con la concesión de aquellos títulos, de cuyo Real Despacho conservo en mi modesta colección de papeles antiguos una copia de la época, que reproduzco a continuación, porque constituye el mejor y más acabado relato de los méritos del Ministro Universal de Indias que tanto distinguió a Elhuyar con su amistad y confianza.

los vastos dominios del Monarca, en los países que constituían la América Española. Se deseaba vivamente en las esferas oficiales fomentar el progreso de aquellas colonias y no se omitía esfuerzo ni sacrificio alguno que pudiera conducir a tan patriótico fin, estimándose como uno de los medios más adecuados de lograrlo, el envío de misiones culturales a tan lejanas tierras, poco conocidas todavía desde el punto de vista científico.

Sin examinar los antecedentes de la época de Felipe II, ni los intentos de Guillermo Bowles y de otros naturalistas,

«Don Carlos, etc., Por quanto en atención a las circunstancias y distinguido mérito de Vos Dn Josef de Gálvez, Regidor Perpetuo de la M. N. Ciudad de Málaga, Caballero Gran Cruz de mi Orden de Carlos Tercero, mi Consejero de Estado, y Secretario de Estado y del Despacho de las Yndias, Consejero Camarista y Gobernador de mi Consejo Supremo de ellas, Superintendente general de Azogues, y del cobro y distribución de mi Rl. Hacienda, Casas de Moneda y Comercio de aquellos Dominios, que hicisteis Oficios de Notario de mis Reynos para el otorgamiento de la Escritura de Capitulaciones Matrimoniales de la Infanta D.^a Carlota Joaquina, mi Nieta, con el Infante de Portugal Dn. Juan; y a los buenos servicios que me habéis hecho, desde que el año de 1764 os concedí Plaza de mi Alcalde de Casa y Corte destinándoos después para pasar a América, con el Título de Intendente general de Ejército de toda ella, y con la importante Comisión de Visitador general de Tribunales y Rl. Hacienda de Nueva España, donde, entre otras cosas, de que han resultado grandes ventajas a la causa pública, serenasteis los alborotos que se movieron en algunas Provincias del Imperio Mexicano, con motivo del extrañamiento de los Jesuítas y dispusisteis y conseguisteis, con donativos que procuró vuestro celo, la reconquista de las Provincias de Sonora y Cinaloa, que estuvieron sublevadas muchos años y habiendo pasado provisionalmente en el de 1768 a la Península de California despachastes dos expediciones pr. Mar y tierra al puerto de Monterrey y convirtieron a nuestra Santa Fe, y se reducen a mis dominios, más de quinientas leguas en la California Septentrional, donde se hallan establecidas Misiones hasta el puerto de San Francisco, situado cerca de los 40 grados de latitud y después de haber buuelto el año 1772 a España a exercer las Plazas que en el de 1767 os había concedido de mi Consejo y Cámara de Yndias y con otras varias comisiones, en cuyo Destino os hallabais quando el año 1776 os elegí por mi Secretario de Estado y del Despacho de las Yndias, que exercéis actualmente con el acierto y felicidad de haber establecido la Renta del tabaco en ambas Américas e Islas Filipinas; llegando ya sus productos líquidos a más de 6 Millones de ps. anuales y de haber también aumentado en más de otros

que han sido magistral y concienzudamente estudiados por el P. Barreiro (1), limitándonos a los contemporáneos de los Elhuyar, el precursor o iniciador de estas expediciones, de las que tantos beneficios se derivaron en el orden de los estudios de todo género, fué el gran botánico y sabio sacerdote D. José Celestino Mutis, que había salido de Cádiz para el Reino de Nueva Granada a fines del año 1760, y que en su larga permanencia en aquel país realizó una formidable labor de investigación personal que ha hecho de su vida una de las existencias más útiles para la humanidad y de su nombre uno de los más ilustres de su época.

Un escritor de tanta autoridad como Humboldt (2), declara que «ningún Gobierno europeo sacrificó sumas más considerables para adelantar el conocimiento de los vegetales que el Gobierno español. *Tres expediciones botánicas*, la del Perú, Nueva Granada y Nueva España, dirigidas, respectivamente, por Ruiz y Pavón, D. José Celestino Mutis y Sessé y Mociño, costaron al Estado cerca de dos millones de francos».

14 Millones de pesos los valores de mi Rl. erario en Nuestra España sin impago ni aumento de nueva Deuda: antes bien con rebajas muy considerables de las antiguas; siendo últimamente obra de vuestra aplicación y trabajo la del Comercio libre a Yndias, que tantas felicidades y riquezas produce a mi Corona y la Nación. Por estos y otros muchos servicios vuestros, en Decreto señalado de mi Rl. mano de 25 de agosto próximo pasado, he venido en concederos Título de Castilla para vos, vuestros hijos y subcexores perpetuamente, con la denominación de Marqués de Sonora. Por tanto, y para más honrar vuestra Persona y Casa, es mi voluntad que vos el dicho don Josef de Gálvez y vuestros hijos y subcexores Varones y Hembras, cada uno en su tiempo, perpetuamente para siempre jamás, os podáis llamar e intitular, llaméis e intituleis, llamen e intitulen y os hago e intitulo Marqués de Sonora.»

Este personaje se distinguió por su competencia, probidad y honradez, y como su hermano D. Mathías y su sobrino D. Bernardo, primer conde de Gálvez, fueron hombres de extraordinario valer.

(1) BARREIRO (P. AGUSTÍN JESÚS): *La Historia natural en España durante el último tercio del siglo XVIII*.— Sección de Ciencias Naturales de la Asociación para el progreso de las Ciencias, 1919.

(2) HUMBOLDT (A. DE): *Ensayo político sobre el Reino de Nueva España*.— Madrid, 1818.

No cabe silenciar, sin notoria injusticia, la admirable y fecunda labor científica de los botánicos españoles que tomaron parte en estas expediciones, siendo doloroso y lamentable que diversos accidentes hayan destruido el abundante material recogido en una parte de las mismas, y que otra, también valiosísima y meritisima, no haya llegado nunca a ser publicada, sin duda por falta de medios económicos.

La soberbia colección de láminas del gran Mutis merecía, aun actualmente, un esfuerzo para su difusión y conocimiento, y si los medios oficiales no fueran suficientes, debería intentarse una intensa iniciativa privada para dar a conocer al público la obra de este sabio.

Otro tanto puede decirse de los demás naturalistas y exploradores que en aquella época recorrieron América entera, por encargo del Gobierno español. Humboldt cita a Juan Tafalla, profesor de Botánica de Lima y sucesor de Ruiz y de Pavón en sus trabajos en Perú y en Chile; D. Vicente Olmedo, enviado a Loja para estudiar especialmente la quina; D. Vicente Cervantes, farmacéutico madrileño, que pasó a Nueva España como director del Jardín Botánico; D. Francisco Julio Caldas, también botánico y astrónomo eminente, que dirigió el Observatorio de Santa Fe; D. Francisco Lea, discípulo de Mutis y sucesor después de Cavanilles en el Jardín Botánico de Madrid, y tantos otros no menos sabios y eminentes.

Ruiz y Pavón invirtieron diez años en su recorrido de Perú y Chile. Sessé y Mociño tardaron ocho años en la exploración de la Nueva España. Baldó recorrió toda la Isla de Cuba, y Pineda y Nee realizaron, con Malaspina, un importantísimo viaje. Las magníficas colecciones formadas con tan extraordinario esfuerzo se han perdido casi totalmente, pero no puede olvidarse cuánto debe la ciencia a estos beneméritos españoles (1).

(1) PEREYRA (C.): *L'œuvre de l'Espagne en Amérique*.— Paris (s. f.)

Igual atención merecían al ministro de Indias, marqués de Sonora, los asuntos del ramo de minería, y recogiendo diversos antecedentes documentales se puede llegar a afirmar que no fué Mutis ajeno a la elección de los hermanos Elhuyar para desempeñar importantes cargos y delicadas misiones en América.

Cuenta, en efecto, D. A. Federico Gredilla, en su obra dedicada a Mutis (1), que el virrey arzobispo de Nueva Granada D. Antonio Caballero y Góngora tuvo ocasión, en 1782, de conocer al sacerdote Mutis en Ibagué, encontrándole, en visita pastoral de su diócesis, ocupado en trabajar y promover la explotación del Real de Minas de Sapo, uno de los más famosos de aquel país, que se hallaba entonces en estado de completa decadencia, no obstante el anterior envío de una *compañía de mineros alemanes* por el Estado español, para organizar y fomentar su trabajo, y «celoso el Sr. Góngora del nombre español, rogó al Gobierno que mandara un mineralogista nacional para evitar el sonrojo de acudir a extranjeros, posponiendo a los españoles».

Esta propuesta dió origen a la designación de D. Juan José de Elhuyar, como se indica en la orden que se extracta a continuación y que tiene la fecha de 22 de mayo de 1784, aunque, como se ha visto en la correspondencia copiada, no tuvo efectividad hasta fines del año siguiente.

En el concepto de que deseoso S. M. de llevar adelante sus piadosas intenciones en beneficio de los vasallos de este Nuevo Reyno, he dispuesto a costa de su Real Erario, el envío de dos operarios hábiles en la Mineralogía y Metalurgia, quales son D. Juan Josef del Huyar y D. Angel Díaz, con el fin de fomentar el laboreo de las ricas y abundantes minas que encierran estos vastos dominios...

Y por quanto la subida de dichos operarios desde Cartagena (cuyo Governador dispondrá que desde su llegada a aquella Plaza se les asista a ambos desde el día de su arrivo a ella con el sueldo prevenido por dicha Real

(1) GREDILLA (A. FEDERICO): *Biografía de D. José Celestino Mutis*. — Madrid, 1911, página 147.

disposición) proporcione el reconocimiento de las ricas minas que se encuentran en la Provincia de Mariquita, se previene a los nuevos Mineros que luego que lleguen a ella pasen a dicha ciudad y su jurisdicción acompañados del Dr. D. Josef Celestino Mutis, etc.

El mismo interés que inspiraba al Gobierno de Madrid el progreso de la minería en Nueva Granada, claramente demostrado en la anterior disposición, que separó de su patria para siempre a D. Juan José de Elhuyar, pues murió en América en las minas de Santa Ana de Bogotá, sentía por esta fuente de riqueza de Nueva España, cuyos criaderos, especialmente de plata, habían sido el más saneado recurso de la Corona durante un larguísimo período.

La metalurgia de este metal no era ignorada para el ministro Universal de Indias, que había tenido ocasión de conocerla a fondo, en su cargo de visitador general en Méjico (1), estando en condiciones de apreciar la transcendencia que representaba cualquier adelanto o progreso en esta rama de la minería. Hay que deducir de estas circunstancias que, enterado de que en Sajonia el barón de Born había ideado un método nuevo de amalgamación, pensara inmediatamente en D. Fausto de Elhuyar para que estudiara este procedimiento, seguramente con la idea de que más tarde fuera a implantarlo en América, si tenía verdadera eficacia y de su aplicación pudiera deducirse alguna ventaja, y con arreglo a este criterio nombró al profesor de Vergara, delegado del Gobierno español para que examinase por sí mismo el nuevo medio de beneficio de los minerales de oro y plata.

La carta, que hemos insertado anteriormente, escrita desde Vergara por D. Fausto a su hermano, en 17 de marzo de 1786, da idea de la fecha aproximada de este nombramiento y de las

(1) Véase «Informe del Sr. Gálvez sobre abusos notados en su visita hecha de R. O. en Nueva España», 1771. Colección de manuscritos de Mata y Linares, en la Academia de la Historia. Legajo núm. 7.

condiciones en que le fué encomendada tan honrosa misión, para cumplir la cual, tuvo que abandonar el Seminario y dirigirse hacia Europa, señalando su paso por París, en el mes de mayo del mismo año, la segunda de las cartas transcritas, y otras dos cartas conservadas también en el archivo de Muñáteguy y que me ha facilitado D. Julio de Urquijo, curiosas por contener noticias del interés que seguía poniendo la Bascongada en acumular elementos de estudio y de trabajo, y porque dan también a conocer los propósitos de D. Antonio de Munibe de instalar en Guipúzcoa la fabricación del alambre, iniciativa de la que se trata después en otras cartas, pero que no parece que llegó a realizarse.

Da muestra D. Fausto de Elhuyar en estos escritos de un humorismo un tanto áspero, que es fiel reflejo de un carácter bastante seco y desabrido, que se revela en muchas ocasiones de su vida, aunque hay que reconocer que siempre se inspiran sus actos en sentimientos rectos y justos.

La primera está fechada en París el 17 de abril de 1786, y debe estar dirigida al hijo de Peñaflores, al que da siempre el título, después del fallecimiento de su padre. Dice así:

Mister Count: He recibido la de Vm., que Dios gue. por ms a s. No he tomado aun todos los *renseignements* necesarios para satisfacer completamente sus deseos de Vm. pero en el interin que recojo los que faltan, ay va esa lista en que hallará muchos. Los Barómetros de De Luc no sé aún lo que cuestan, los Portátiles de Magellán que pedí yo para los Pirineos han costado diez luises cada uno, hechos aquí por Menier. Los mismos se hallan también en el almacén de Sikes traídos de Londres pero piden 15 luises. Quando haya recogido las noticias necesarias hablaré a Vm. largo sobre este asunto. En el interin diga Vm. a nuestro Marqués (si vive aun) que los Barómetros, Termómetros y Hygrométros que pedí para los Pirineos, han salido de aquí para Pamplona hace quince días; que no olvide que el Ministro los tiene destinados para ese Gabinete, pero que no me parece decente pedirlos en derecho a Caro; mejor será que Lardizabal, que según las trazas volverá a los Pirineos, se lo recuerde con disimulo. Yo no los he visto, pero según me han dicho son mui buenos.

Quedo en recoger los Diarios que le faltan a Vm. y cuente con que no quedará en olvido sus proyectos Ferronescos, y a este fin no puedo menos

de aconsejar a Vm. consulte a Izquierdo que por haver andado siempre entre traginantes y fabricantes podria tal vez proporcionar con facilidad el sugeto que se necesita para la fábrica de Alambre. En todo caso avise Vm. las resultas, y permitame el no ser más largo por esta vez, porque es tarde y estoi cansado de escribir cartas.

Cumpla Vm. con su Sra. Esposa y Madre y yualmente con mi Sra. la Marquesa y amigos. De Vm. un estrecho abrazo a su Niña y disponga de su Elhuyar.

P. S. a Chabaneau escribiré el correo próximo.

La segunda carta es la siguiente:

París 6 de mayo de 1786. Mi dueño y señor Marqués: He recibido la de Vm. de 20 del pasado, por la que me pide los papeles de la Enciclopedia relativos a las ferrerías, a lo que digo yo *distingo* si Vm. habla de todos los papelorios que vinieron juntos de Vitoria, no sé en donde paran, porque en mi poder no han estado ni siquiera un minuto. Si sólo se trata del vocabulario del arte del hierro que es lo único que ha pasado por mis manos, acuerdese Vm. si puede que antes de ir a Navarra le entregué el legajo de cédulas sueltas que encerraban las definiciones de los términos, y que sólo me quedé con una lista de estos mismos, modificados por un sugeto de Durango, y remendados con algunos retazos de mi vasta erudición. Esta se la entregué a Chabaneau a mi salida para ésta, previniendo a Vm. el estado en que quedaba este asunto; pero son Vms. tal par de cabezas que no extrañaré no hagan memoria de ello ni el uno ni el otro, y que Chabaneau haya tal vez empleado el componer vidrietas el fruto de mi sudor y afanes. Au reste s'il m'en souvient, il ne m'en souvient guere.

Por lo que mira el humor tétrico y sanguinario que domina en ese Atenas, me alegro mucho, pues así tendrán Vms. con que divertirse. Con esto y el tesoro de noticias con que habrá llegado cargado el amigo Foronda tienen Vms. materiales suficientes para pasearse agradablemente este verano; y qué más pueden Vms. desear? ojalá pudiera yo gozar de tan dulces satisfacciones en lugar de quebrarme los huesos en algún subterráneo: *Hoc est cocotetic*. He sabido que Foronda pasó por Burdeos y lo contemplo ya harto y cansado de estar en esa. Digale Vm. que ya sabe que no me ha dexado aquí cosa alguna que sea nueva para él y que pueda servirme de asunto para una carta; otro tanto habrá hecho en Vienna y así me temo que havré de acudir a los Húsares y Valacos para que arrepto gladio me taxen una pluma filosofica digna de su buen gusto.

Mis cosas están aun indecisas; el haver llegado mi carta a Madrid en Semana Santa es la causa de este atraso, pero bien calculadas todas las contingencias debe llegar mañana la respuesta y sentiré lo contrario. En el interin me divierto en reveer las curiosidades de esta Aldea con la Brigadiera y sus gentes que me encarga diga a Vm. mil cosas, a las que añade Ugarte nuevas quejas de que no le escribe Vm. sobre la patente de socio para el Conde de Estaing y demás sujetos sobre los cuales le ha escrito a Vm.

Diga V. a Chabaneau que ni en el Liceo ni en ninguna otra parte no hay ninguna Máquina Pneumática de la construcción de Cavendis; la que bay en el Liceo se hizo aquí mismo mucho antes que Cavendis mejorase la suya. No puedo dar la descripción; es de las de dos cilindros a la Inglesa pero tiene varias adiciones que no se hallan en las ordinarias y Mr. de Parcieux Profesor de Phisica del Liceo me ha asegurado que es mui buena. La hizo un tal Fortin que vive en la Plaza de la Sorbonne y se pagó 35 luises. Por lo que mira a las *pinzas* para el Laboratorio no las hay hechas en ninguna parte y el mandarlas hacer es regular me traiga demasiados engorros para empañarme en ello; el tiempo lo dirá.

A Don, Antonio que no se decida sobre los instrumentos hasta que vea una obrita que embiaré luego con otras cosas. Es la Description de la Máquina Eléctrica positiva y negativa de Mr. Nairne, cuyo uso principal es para la medicina. Estas Máquinas las vende aquí Mr. Quinquet, Boticario, cuya adresse está en el frontis de dicha obra. El precio de las que se componen de conductores de hoja de lata es de ocho luises, y si son de cobre o latón de 12 luises. Este Boticario es el que ha hecho los higrometros que yo pedi. Con esta obra, la de Manduit y otras que tienen Vms. por ay, me parece bastará para decidirse sobre los aparejos que necesite; sin que sea menester molestar a Mr. Manduit a quien no he visto aun, no se si tendré tiempo para verlo.

Ayer me dieron una noticia que no dexa de interesar a Vms. y es la reducción de la tierra del spatho pesado al estado metálico por un Chimico Sueco; esto no es nada, pero tranguense Vms. esta otra, que esta misma tierra tratada en el aire vital con la chispa eléctrica se quema y desaparece enteramente. No me han dicho más ni con más individualidad y así contentensé Vms. con esto y procuren Vms. satisfacer también mi curiosidad con más exactitud que hasta ahora, pues todas sus cartas de Vms. son bastante insustanciales.

Pongame Vm. a los pies de mis Sras. la Marquesa y Condesas cumpla Vm. con Buruanzulu y demás amigos y disponga de su más apdo. Elhuyar.

P. S. — La Brigadiera se prepara para pasar a Londres el mes que viene. Allí se estará un par de meses y después volverá a hacer aquí una estancia más larga. He visitado a Mme. Cabarrús en nombre de Vm. y me ha encargado le de mil gracias por la memoria. Es una muger de mucho garvo.

En esta segunda carta, escrita el 6 de mayo, se lamenta don Fausto de que su situación no se ha resuelto todavía y de estar esperando noticias de Madrid, que aun debieron de tardar unos días en recibirse, pues el 19 todavía se hallaba en París, aunque ya el día siguiente debió seguir su viaje a Viena, centro obligado de sus estudios y excursiones en esta segunda época de su residencia en Hungría y Sajonia.

Llevaba Elhuyar pocos días en Viena cuando el marqués de Sonora, con quien tenía verdadera amistad, en su deseo de confiar a persona de verdaderos merecimientos la vigilancia y cuidado de la minería mejicana, cuya importancia no se le ocultaba, realizó su pensamiento de utilizar sus extraordinarias dotes de competencia, laboriosidad y honradez, prenda muy necesaria para el cumplimiento de la misión que había de serle confiada, y le nombró director general de Minería de Nueva España y presidente del Tribunal del Ramo en julio de 1786, cargos ambos de gran responsabilidad, que el designado no había pensado en solicitar y que sólo podían encomendarse a persona que inspirase una gran confianza al Gobierno de Carlos III.

La orden original se conserva en Méjico, entre los documentos personales de D. Fausto, en el Archivo del Colegio de Minería, tiene fecha de 18 de julio y está redactada en estos términos (1):

«El Rey se ha dignado nombrar Vm. de Director general del Real Cuerpo de Minería de México con el sueldo de cuatro mil pesos y de su Real orden le doy este aviso para su satisfacción, y que bien enterado de el nuevo método de Amalgamación que inventó M. Born se restituya a estos Reynos con la posible brevedad para pasar a Nueva España a servir aquel Empleo con la inteligencia y conocimientos que requiere su desempeño y espera S. M. de su aplicación, aprovechamiento y zelo.»

No fué tampoco D. José Celestino Mutis ajeno a esta designación, como no lo había sido a la de D. Juan José para análogo cargo en Bogotá. El mismo lo declara y se envanece de ello en carta, dirigida al médico de Carlos IV, D. Francisco Martínez de Sobral, que se conserva en su valiosísimo archivo, en la que se expresa en los términos siguientes:

(1) RAMÍREZ (SANTIAGO): *Datos para la Historia del Colegio de Minería*, página 53.

«He sido el instrumento para la gloriosa readquisición de los dos sabios hermanos D'Elhuyares y de la rapidísima introducción del nuevo beneficio del barón de Born, que en otras circunstancias uviera tardado medio siglo los umbrales del Ministerio español. Espero también recoger prontamente el fruto de aquellas tareas a manos llenas en un abundantísimo mineral del Sapo, que por su abundancia y admirables circunstancias merece mi preferencia.»

Según los anónimos biógrafos del ilustre Elhuyar, éste sostuvo con el marqués de la Sonora una correspondencia frecuente y extensa, durante su estancia en el extranjero, siendo indudable que las cartas enviadas al ministro tendrían un interés grande, desde el punto de vista científico e industrial. Por desgracia, es poco probable que se encuentren nunca estas cartas, pues habiendo pasado al extranjero (1) la descendencia del marqués de la Sonora, habrán desaparecido de los archivos nacionales, para pasar al de esta esclarecida familia.

Como esta designación coincide casi con la llegada de Elhuyar a Hungría, los estudios e investigaciones de que se va a dar cuenta los realizó ostentando ya sus honoríficos cargos, no siendo obstáculo su brillante y elevada posición personal para que dedicara al trabajo una asidua atención y viviera con la modestia de un estudiante, según expresa en sus propios escritos.

(1) En efecto, D. Josef de Gálvez Gallardo se casó en Madrid, en la iglesia de San Martín, en 18 de octubre de 1775, con D.^a María de la Concepción Josepha, Theresa de Valenzuela, hija de D. Antonio de Valenzuela, Mayordomo de S. M. y de D.^a Beatriz de Fuentes, condes de la Puebla de los Valles. De este matrimonio no hubo otra heredera que D.^a María Josefa de Gálvez y Valenzuela, que casó con el conde de Castroterreño, muriendo sin sucesión y pasando sus títulos a su sobrina D.^a Matilde de Gálvez, hija del teniente general D. Bernardo, primer conde de Gálvez y barón de Madrid.

Esta señora contrajo matrimonio con el mariscal de campo D. Raimundo de Capece Minutolo, teniendo una sola hija, D.^a Paulina Capece y Gálvez, que casó con el duque de Balso y Bagnigliano, falleciendo en 1877. El sucesor de esta noble familia residía en Nápoles hace algunos años.

No debió Elhuyar detenerse en Viena mucho tiempo, porque inmediatamente después de su llegada, ya da señales de sus actividades en la zona minera de Schemnitz, centro de un gran número de explotaciones y de laboratorios de verdadera importancia.

El viaje podía hacerse muy bien en cuatro días, llegando en la primera jornada a Presburgo, donde los viajeros podían encontrar agradable y cómodo alojamiento en la posada del Aguila de Oro. El segundo y el tercer día, el camino, aparte de sus bellezas naturales, no ofrecía comodidad alguna, y al siguiente, después de almorzar en Kremnitz, se podía llegar a media tarde a Schemnitz, donde el Municipio brindaba a los viajeros, que acudían de todos los países a estudiar los nuevos métodos de amalgamación, un agradable y cómodo alojamiento en la propia Stadthouse.

A su llegada se puso en comunicación con los elementos directivos de aquellos establecimientos metalúrgicos y en alguno de sus escritos (1) hace constar su agradecimiento hacia el Sr. Born y al Sr. de Ruprech, consejero de minas, encargado de la dirección de la amalgamación de la Baja Hungría, los cuales «no habían omitido amabilidad ni atención para satisfacer su curiosidad sobre la marcha del procedimiento».

El barón de Born, que había nacido en Carlsbourg (Austria) en 1742, acababa de dar a conocer su método nuevo de amalgamación de los minerales de plata, que se diferenciaba esencialmente del llamado *del patio*, empleado hasta entonces, en que en este último los minerales se trataban en frío, salvo la disociación de la plata, y en el inventado por Born las reacciones se producían mediante una elevación de temperatura.

Aunque este estudio tiene más carácter histórico que téc-

(1) ELHUYAR (F.): *Disertaciones metalúrgicas*. Manuscrito.

nico, para seguir la influencia de la actuación de Elhuyar en la metalurgia hispanoamericana, hay que recordar brevemente los principios en que se fundan estos dos métodos de obtención de la plata, de los minerales que la contienen.

El procedimiento *del patio*, introducido en Méjico por el sevillano Bartolomé de Medina en 1554, consistía en tratar los minerales, reducidos a polvo fino impregnado de agua, por mercurio, cloruro sódico y sulfato de cobre o *magistral*, para obtener una amalgama de plata que, por la acción del calor, se disociaba fácilmente.

Se formaban grandes *tortas*, con un contenido de unos centenares de toneladas, que medían hasta 25 metros de longitud y 30 centímetros de altura, y en ellas se comenzaba el tratamiento químico, empezando por la adición de la sal, a razón de un 4 ó 5 por 100 del peso de mineral, incorporando después el *magistral* y por último el mercurio. Las reacciones producidas son bastante complejas y, en cierto modo, empíricas, y su examen nos apartaría totalmente de nuestro principal propósito, pero pueden verse en diversos tratados de metalurgia (1).

En el método de Born, que se llamó *sajón* por haberse practicado en Freyberg en gran escala, el procedimiento constaba de tres partes, siendo la primera una cloruración o tostación del mineral mezclado con cloruro de sodio, una amalgamación posterior y, por último, la destilación de la amalgama.

Se conservan en el Instituto Geológico documentos interesantísimos que se relacionan con los estudios y ensayos del barón de Born. Uno de ellos es un valiosísimo manuscrito titulado «*Disertaciones metalúrgicas*, por D. Fausto de Elhuyar, director general del Real Tribunal del Cuerpo de Minería de

PROST (EUG.): *Métallurgie de métaux autres que le fer.* — Paris. Bé-ranger, 1924.

Nueva España, individuo de la Sociedad de Minas de Alemania y de la de los Investigadores de la Naturaleza de Berlín, corresponsal de la Academia de Ciencias de Tolosa de Francia», y el otro, *Modo de sacar por azogue y en cubas la ley a los minerales de oro y plata y Ensayos por copela del residuo de amalgamación*. El primero de estos documentos no tiene fecha alguna y el segundo lleva las de 24 de abril de 1788 y 11 de febrero de 1789, y van firmados por Josef Ricarte, que pudiera ser uno de los tres pensionistas a que alude D. Fausto en su carta de 17 de marzo.

En estos documentos se hace constar la gran participación que en los trabajos de Born tuvo Ruprech, que mejoró extraordinariamente el procedimiento ideado por el primero, haciéndolo más práctico y realizable, no obstante lo cual, el mérito de estos descubrimientos ha sido atribuido siempre a su principal iniciador.

Este ilustre minero publicó en Viena una obra titulada *Método de extraer de los minerales los metales perfectos y otras sustancias metálicas por el mercurio*, en la que refiere extensamente los métodos de amalgamación en América y explica la teoría de su procedimiento, en el que después de molidos «los minerales se calcinan a un fuego moderado, añadiendo al mineral calcinado una porción de agua, dexándole macerar como dos días en paraje caliente, meneándole bien de tiempo en tiempo, para mezclarle luego con una porción de sal común antes de echar el azogue». Dice que el azufre pasa a ácido sulfúrico por la acción del fuego y descompone a la sal marina, formándose sulfato de sosa y sales muriáticas «con las diversas cales térreas, metálicas y semimetálicas que el ácido sulfúrico abandona; de suerte que toda la materia de los minerales, purgada por el fuego de los ingredientes combustibles y volátiles, y convertida en la porción ácida y cal-ciforme de su sustancia en sales tan solubles en el agua, como

lo son las partes puramente térreas, suficientemente divididas por la acción del bocarde y del fuego, solamente necesita agua para desleírse toda en este elemento y para ofrecer un libre acceso al mercurio y a su acción sobre las partículas de los metales perfectos».

Se ve, por el párrafo transcrito, que, según Born, la adición de cloruro de sodio tenía por objeto, al descomponerse por la acción del sulfúrico obtenido en la calcinación, dejar libre ácido clorhídrico, que diera lugar a la formación de sales solubles.

No es posible detallar aquí todos los fundamentos y experiencias del método de Born. Bastará decir que fueron seguidas por Elhuyar con gran detenimiento y atención, trasladándose con este objeto a Glashütte, cerca de Schemnitz, «donde los trabajos de Born se habían establecido en gran escala, encontrándolos, desde el primer momento, de una regularidad y de una exactitud asombrosas; que los resultados de los primeros ensayos respondieron perfectamente a las ventajas anunciadas y que estas ventajas han aumentado por la sagacidad y el infatigable celo, con los que se ha intentado perfeccionar y hacer más sencillas y más económicas las diversas operaciones de que el método se compone y que todos los metalurgistas reunidos en Glashütte para examinar estos trabajos estaban de acuerdo unánimemente en que este nuevo método era preferible al de la fundición, desde todos los puntos de vista» (1).

No obstante estas categóricas afirmaciones, debió sentir Elhuyar la necesidad de realizar estudios y experiencias personales que le permitieran apreciar a fondo las ventajas o las dificultades del método de Born, no quedando totalmente convencido en sus teorías, de algunas de las cuales tuvo, más

(1) ELHUYAR: *Disertaciones metalúrgicas*. Manuscrito. Prólogo.

tarde, ocasión de disentir (1), y preocupado con sus proyectados estudios, aunque no sea posible precisar fechas, debió trasladarse en el mismo otoño a Freyberg, seguro de que su estancia en Sajonia no sería ineficaz para sus propias investigaciones, dejando para más tarde la visita a las minas del S. y SE. de Viena, que también tenía el propósito de realizar.

Sabía, además, Elhuyar que la amalgamación de Freyberg era la que obtenía mayor éxito en Alemania y que allí se trataban grandes cantidades de minerales por este procedimiento, siéndole, por lo tanto, necesario para sus fines el conocimiento de los métodos empleados en aquella ciudad, en la inmediata de Halsbrücke y en otros centros metalúrgicos no menos importantes.

El viaje de Viena a Sajonia se hacía bastante penosamente, pues era necesario emplear siete u ocho días en el recorrido, siendo el camino malo y poco interesante casi en su primera mitad, en la que se pasaba por Iglan, donde se explotaban filones de galenas argentíferas, haciendo el cuarto día de viaje un alto en Praga, donde si se quería gozar de un bien ganado y merecido descanso, podía visitarse la gran Biblioteca, la residencia de los Jesuitas y el Museo de Ciencias Naturales, instalado en el mismo edificio, en el que abundaban ejemplares de minerales muy notables, entre ellos una gran pepita de oro en cuarzo procedente del Estado de Sonora, en la Nueva España (2). De Praga a Freyberg, cambiando los tiros del galerín, en cuatro postas cada día, se podía hacer en cuatro el recorrido, pudiendo visitarse en Bergniesubel unas importantes minas de hierro con piritas cobrizas. El terreno, poco variado, permitía observar las grandes formaciones de basalto de la Moravia y después granitos y pizarras en las proximidades de

(1) GARZA Y LARRAÑAGA: *Anales de Ciencias Naturales*. Tomo III, página 86.

(2) ANGULO (F. DE): *Diario de su viaje*. Manuscrito.

Sajonia, no careciendo de interés desde el punto de vista geológico.

Ya de nuevo instalado en Freyberg, volvió Elhuyar a ponerse en comunicación con su antiguo maestro, el gran Werner, y con Gellert, de los que dice en sus *Disertaciones* que le recibieron muy cordialmente y le suministraron una gran parte de los utensilios que necesitaba y reactivos, preparados por ellos mismos, para hacer los ensayos e investigaciones a que su temperamento le llevaba, realizando un penoso trabajo, a causa de las incomodidades de una mala instalación de carácter provisional en un hospedaje modesto, no pudiendo dedicar más que contadas horas a sus propios estudios, para los que le era preciso preparar gran parte de las materias empleadas en sus experiencias.

En esta permanencia en aquel gran centro minero realizó sus interesantes trabajos sobre la plata córnea, el *lac argenti* de los alquimistas, que habían de resultar de gran importancia, por su relación con el procedimiento de tratamiento de los minerales por amalgamación.

Conocemos estos experimentos por sus *Disertaciones* y también por Proust, que después de su estancia en Vergara y continuando siempre al servicio de S. M. C., pasó a Segovia a encargarse de la Dirección del Real Laboratorio de Química, empezando a publicar los *Anales* de los trabajos de este Centro en 1791. En el primer tomo, aparte de otras notas muy interesantes, publica una *sobre la plata córnea*, en el que se inserta un capítulo titulado *Extracto de los descubrimientos de D. Fausto de Luyar*, de los cuales se da cuenta a continuación, algo extensamente, por tratarse de investigaciones propias y originales de su autor.

Según Proust, estos descubrimientos se habían descrito en una «Memoria Histórica de la amalgamación establecida en Ungría, que remitió a D. Josef Díez de Robles, actualmente

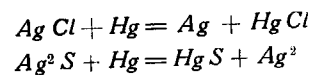
superintendente de la Casa de la Moneda de Madrid, que me la comunicó en amistad mientras mi residencia en dicha Corte».

Declara que no había tenido ocasión de examinar la *luna córnea*, que se produce por el sublimado corrosivo guardado en la disolución nitrosa de la plata y que suple su desconocimiento extractando las noticias de los trabajos de Luyar, director de las minas de México, esperando que no le causase disgusto su publicación, *por ser del todo nuevos*, utilizando la ocasión de hacer uso de sus investigaciones.

Elhuyar, que había seguido tan de cerca los progresos del tratamiento de los metales, no ignoraba que metalurgistas de verdadera reputación científica reunidos en Glashütte, para tratar de estos métodos de amalgamación, estaban conformes, como ya se ha dicho, en que era más conveniente que la fundición, aunque no se pusieran de acuerdo en la teoría que justifica el procedimiento, pues según Proust, «los unos querían que el oro y la plata en calidad de metales indestructibles se conservasen en su estado metálico, tanto después como antes de la calcinación; suponían que el fuego no podía sino desembarazar las moléculas metálicas de la agregación que habían encontrado con su matriz y que sólo los disponía a amalgamarse más fácilmente con el mercurio. Los otros, al contrario, fundados en los más recientes descubrimientos de la Química, que prueban, contra la opinión antigua, que estos metales pueden igualmente que los imperfectos oxigenarse, o reducirse en cales, y que este mismo es el estado ordinario de todos los que están mineralizados por el azufre: aquellos metalurgistas, quiero decir, sostenían que la sal marina que acompañaba los minerales mientras su calcinación, se descomponía comúnmente por medio de las tierras, y deponía su ácido sobre las moléculas metálicas; de modo que ellas en el caso presente contractaban realmente el estado salino, y se corneaban, para servirme de la expresión corriente».

«Es fácil conocer, añade, qual es la conseqüencia que estos querían sacar de su modo de pensar. Y es que el mercurio en lugar de unirse desde el principio, por exemplo, a la plata, empezaba por despojarla del ácido marino, y después de haberla restituído al estado metálico, se le unía para formar la amalgamación; de lo que resultaba que una parte del mercurio, volviendo a tomar a su vez el estado salino, debía también producir el muriato de mercurio.»

Estas reacciones, que entonces parecían tan complejas, hoy son bastante sencillas de explicar. El mercurio, no solamente disuelve la plata, sino que puede también descomponer el cloruro, o el sulfuro, dejando en libertad la plata, con la que se une inmediatamente. Las fórmulas de estas reacciones serían:



A esta última manera de pensar se sumó, desde luego, Elhuyar, pero queriendo comprobar su criterio realizó una serie de experiencias, de las cuales citaremos las siguientes, conservando la descripción de Proust:

Calcinó sobre la era de una mufla sal marina, mezclada unas veces con pedernal, tierra de porcelana y espato pesado, otras con mármol, caliza o yeso, y observó que con estos intermedios, ayudados del calor, conseguía igualmente que se separase el ácido marino, pero sobre todo con el yeso con mucha más prontitud y menos calor.

Continuando su serie de experiencias, calcinó la sal con limaduras de hierro, de cobre, con hematites y con minerales de hierro magnéticos, observando que se desprendían vapores ácidos, a menor temperatura que la necesaria en las reacciones anteriores, y que flotaba una llama azul sobre la superficie de estas mezclas.

Llegó también a comprobar que se facilitaba la descompo-

sición de la sal por el hematites agregando polvo de carbón, apreciándose la reacción por un olor muy perceptible *de agua regalada* que salía de la mufla.

Dice también Proust, que la necesidad en que se encontraba Elhuyar de continuar sus viajes no le consintió, a pesar de los grandes deseos que tenía, examinar los residuos de estas calcinaciones para hacer un estudio comparativo de los progresos de la descomposición de la sal por estos cuerpos, teniéndose que limitar a investigar la acción del ácido marino sobre la plata en las mismas circunstancias.

Esto demuestra que los citados ensayos fueron los últimos que Elhuyar efectuó, durante su permanencia en Sajonia, poco tiempo antes de emprender su regreso a Viena y España, o sea, en el año 1787.

Para seguir sus investigaciones, calcinó en una mufla una mezcla de pedernal triturado y de plata en hojas, con sal marina. Después de dejar enfriar el producto de la calcinación, lo lavó con agua para separar las sales solubles y, en seguida, añadió ácido nitroso, para averiguar lo que sucedía con la plata, encontrando que, después de una digestión más que suficiente, tratado por ácido marino, no se alteró en nada, como hubiera sucedido si el ácido nitroso hubiera encontrado plata que atacar.

Después de eliminar nuevamente el ácido nitroso, trató el residuo por ácido marino concentrado, y hechando lo que se hallaba encima de la mezcla, apareció inmediatamente la luna córnea; de esta experiencia dedujo que «la plata recibe el estado salino por el reencuentro del ácido marino en la calcinación de las minas».

Todos estos fenómenos y reacciones que se nos aparecen claros y sencillos, significaban entonces un positivo avance en la ciencia química, y para juzgar de la importancia de estos ensayos, continuemos describiendo los efectuados por Elhuyar,

siguiendo la enumeración de Proust, de las experiencias siguientes:

Puesto a hervir el ácido marino con láminas de plata, trituradas con cuarzo, las disuelve fácilmente, sin que sea necesario elevar la temperatura, realizándose, en frío, el ataque de un día para otro.

Esta disolución no tiene color y basta desleirlas con agua para ver el muriato, o plata córnea, abandonar el disolvente.

Evaporando las disoluciones de plata córnea, se forman unos cristales octaedros muy brillantes, que no se descomponen en contacto del aire. La luz les da color violeta y al cabo del tiempo parecen ahumados. El cobre, sumergido en esta disolución, se platea. El agua regalada, añade Proust, disuelve igualmente, según él, la plata córnea, y si se añade agua, vuelve a deponerse. Esto le permitió hacer una observación útil en Docimasia.

Si se separa el oro de la plata por el agua regia; antes de destilar o de precipitar la disolución de oro se ha de tener cuidado de diluir lo bastante con agua para que se separe la plata córnea que puede contener, porque si no se hace esto se corre el riesgo de aumentar el peso del oro con el de la plata córnea.

Elhuyar reconoció también que, colocada la plata córnea en una mufla, sobre un casco de cristal, desprendía humos ácidos que arrastraban plata con ellos, y que al cabo de catorce horas de fuego se volvía a encontrar entre los residuos de la plata córnea una cierta cantidad de plata pura, siendo necesario mucho tiempo para que la volatilización fuera completa.

Repitió también, con particular cuidado, la descomposición en la plata córnea por el mercurio, que ya había intentado Margraf. Para conseguirlo, trituró una porción, con mercurio, por espacio de cuatro días, cambiando cada día el mercurio, que siempre arrastraba consigo una cierta cantidad de

★ plata, no pudiendo lograr, por este medio, descomponerla del todo. Esta experiencia demuestra que eran ciertas las pérdidas justamente receladas por Mr. Sage en el beneficio de los minerales en América, teniendo en cuenta la presencia de este tipo de minerales, es decir, de las platas córneas, no atacadas completamente en la amalgamación.

Proust hizo también, seguramente en Segovia, algunos ensayos relacionados con la determinación de las propiedades de la plata córnea que, como los de Elhuyar, de que se ha hecho mención, contribuyeron también al progreso de los conocimientos sobre los compuestos de plata.

Los trabajos citados son una prueba más de los constantes esfuerzos realizados por Elhuyar por conocer y perfeccionar los procedimientos conocidos y empleados entonces para el beneficio de los metales y más especialmente de la plata, a cuyo estudio dedicó las investigaciones más interesantes de su laboriosa vida. El papel, en su beneficio, de la plata córnea, o cloruro de plata, preocupaba entonces a los químicos, que se encontraban en la necesidad de determinar cómo actuaba la sal común sobre los minerales argentíferos en los procedimientos de desplateación de los mismos. De aquí el interés que Proust, en su indiscutible gran capacidad, concedió a los trabajos de Elhuyar, hasta el punto de darlos a conocer al público con toda la extensión y detalle posible.

En esta misma época y durante su estancia en Freyberg, hizo también unos estudios que remitió a la Sociedad Bascongada de Amigos del País, con la que no quiso perder una cordial comunicación, sobre un *Nuevo método propio de su invención para beneficiar minas de cobre*, que aunque constituye un verdadero error, desde el punto de vista industrial, «es una de las manifestaciones más demostrativas del talento de Elhuyar, de lo conocidos que le eran los procedimientos metalúr-

gicos de su tiempo y de lo mucho que había trabajado experimentalmente» (1).

Este estudio se publicó en los *Extractos* de 1787 y en el mismo volumen se inserta otra Nota suya titulada *Diferentes métodos de trabajar el hierro*, en la que se analiza comparativamente el sistema empleado en Vizcaya «con el seguido en Stoos, en la alta Ungría, para deducir ventajas en favor de la metalurgia vasca».

Una vez dominado el estudio del nuevo método de Born y de sus fundamentos por sus propios ensayos, realizados en Freyberg, en comunicación constante con Werner, Elhuyar se trasladó de nuevo a Viena para tomar esta ciudad como centro de sus excursiones y visitar por segunda vez, pues ya había recorrido estos países en 1780 y 1781, parte de la Stiria, la Carniola, la Carinthia y el Tirol, regiones mineras de extraordinario interés para sus estudios y en las que la variedad de yacimientos le podía permitir obtener nuevas enseñanzas.

Estaba, en efecto, muy adelantada la mecánica y todas las artes y aparatos de explotación de minas y de tratamiento de minerales, existiendo en el archivo del Instituto documentos muy interesantes de esta época que así lo demuestran, conservados en los legajos de Angulo, que tuvo la curiosidad de copiar algunos dibujos y descripciones de bombas de agua, máquinas de extracción y lavaderos, como los de la mina «Santa Ana» de Kremnik, que no se reproducen aquí, a pesar de su interés, por no dar a este estudio demasiada extensión.

En Wollerstorf, por ejemplo, se preparaban grandes planchas de cobre, por medio del martinete, y las obtenían tan perfectas e iguales como las mejores fabricadas con cilindros. Se empleaban hornos de reverbero, de siete pies de longitud

(1) FAGES VIRGILI: *Los químicos de Vergara y sus obras*, página 94.

por cuatro de ancho, caldeados con leña, y se producía al año unos 3.000 quintales de cobre, bajo la dirección de Schmidt, metalurgista muy acreditado.

La visita a Stiria era también muy interesante e instructiva, aunque no exenta de algún peligro, pues dice Angulo en su diario de viaje que «entre las montañas suelen andar ladrones, aunque hasta ahora no hemos encontrado ninguno».

En Bruck se hacían muy buenas hachas con los famosos hierros del país, y en Eisenhart, el conde de Drietrichschtein explotaba hornos para la producción de hierro colado en forma de grandes discos circulares de dos dedos de espesor. Estos hornos, llamados *flosshofen*, tenían cinco pies de diámetro en su parte alta, haciéndose una colada cada cuatro horas, sirviendo tres hombres cada horno. Los fuelles de cuero estaban copiados de los ingleses.

Se fabricaba también en Stiria alambre de todos los gruesos, por los mismos procedimientos que en Bélgica, y en conjunto, todas las metalurgías ofrecían enseñanzas diversas y muy útiles a los visitantes.

Como se ha dicho, no se pueden precisar las fechas ni la duración de estos viajes y excursiones. En la descripción de Josef Ricarte del «modo de sacar por azogue y en cubas la ley a los minerales de oro y plata», remitida a Angulo desde Schemnitz en 24 de abril de 1787, que también se conserva en el Instituto, describe unos ensayos a los que había asistido en agosto del año anterior, efectuados con 1.000 quintales de mineral de cuatro venas de plata cada uno y muy poco oro, y dice que había enviado el resultado al «Oficial maior de la Embaxada de Viena, para que lo entregara a D. Fausto de Elhuyar y sirviera para su gobierno», y este interés por hacer saber al sabio comisionado del Gobierno sus gestiones y trabajos, es el que permite suponer que existía una cierta relación de subordinación y dependencia, y que

pudiera ser Ricarte uno de los tres pensionistas tomados a su paso por París.

Estaba, pues, Elhuyar, probablemente de regreso de sus viajes, otra vez en Viena, en el verano de 1787, quedándole aún una parte de la misión que le había sido encomendada por el Gobierno español, del que había recibido el encargo de contratar dos metalurgistas de prestigio y de sólidos conocimientos que se encargaran de dirigir dos misiones científicas, destinadas al Perú y a Méjico, para aconsejar las medidas convenientes al progreso de sus métodos de tratamiento de minerales y para formar personal especializado en estas industrias.

Después de informarse con el mayor celo y escrupulosidad de las condiciones personales de los designados, eligió Elhuyar a D. Federico Sonneschmidt para director de la expedición a Méjico y al barón de Nordenflicht para que con otros mineros alemanes se trasladase al Perú. Procedía el primero de las Escuelas alemanas y era el segundo sueco y director de las minas de Miczanagora y ambos realizaron las expediciones para las que habían sido contratados por el Estado en condiciones extraordinariamente favorables.

Veremos más adelante cómo fracasaron tan bien concebidos proyectos y la ineficacia del esfuerzo realizado por el erario al contratar a estos reputados maestros, y cómo, si se obtuvo un mínimo resultado de estos viajes, fué debido casi exclusivamente al celo y buen sentido de D. Fausto de Elhuyar.

Con estas designaciones y nombramientos quedaba terminada la misión de Elhuyar en su interés ante viaje, habiendo realizado el director general del Real Tribunal del Cuerpo de Minería y director general de Minas de Nueva España estudios extensos y fecundos que abarcaban todas las ramas de

la minería y de la metalurgia, alcanzando un gran prestigio y una relevante personalidad. Era individuo de la Sociedad de Minas de Alemania, de la de Investigadores de la Naturaleza de Berlín y de la Academia de Ciencias de Tolosa de Francia, y con tan gran reputación científica, se le abrieron las puertas de la mejor sociedad vienesa, relacionándose con las familias principales de aquella esplendorosa corte, cuya fastuosidad describe admirado Ramón María Munibe en los siguientes párrafos de una de las cartas a su padre (1).

La Corte estuvo mui brillante. El Emperador con su vniforme de Mariscal insignias, lazo de espada, botones, y ojales de brillantes ofrecia quanto el Luxo, el poder y las riquezas tienen de vistoso: y la emperatriz con collar y pendientes de azabache, y su vestido de Luto, que no le ha dejado desde que murió su marido el difunto Emperador, representaba lo divino y admirable de la modestia.

La Guardia noble Vngara es la cosa más bella que se puede ver en el Mundo, y es lástima que no sea más numerosa. Su Capitán el Príncipe Esterasi se dexo ver en este día con vn uniforme tan rico que las quatro Casas más fuertes de Amsterdam no tendrían bastantes fondos para comprarle, la borgoñota o Morrión se evalúa en ciento y treinta mil pesetas: y el aderezo del Cavallo, las botas, espuelas, evillas y garfetes todo está cuajado de perlas, esmeraldas, rubíes y diamantes.

La posición social que había alcanzado Elhuyar por sus propios merecimientos le permitía, en esta segunda estancia en Viena, disfrutar del ambiente de aquella ciudad y de sus tradicionales atractivos, que han hecho de ella, en todas las épocas, una de las residencias más agradables, de mayores encantos y de más refinado sentido artístico de Europa.

Nuestros compatriotas solían alojarse en una posada, que alardeaba de su esmerada cocina francesa, titulándose «Au Boeuf doré», de la que se hece lenguas el ingeniero Angulo en su diario de viaje, y sin salir de la villa, podían los aficionados a la minería visitar Laboratorios y Museos muy intere-

(1) URQUIJO (J.): *Los Amigos del País*, pág. 89.

santes. El de Química era muy bueno y en el Gabinete de maquinaria se exhibían modelos de todos los artefactos inventados hasta entonces para la explotación de minas. Existían, además, colecciones particulares de rocas y minerales de verdadero mérito, entre ellas una muy rica en ejemplares notables, que el profesor Jacuín (1) formaba para su hijo y otra que tenía un señor que vivía en el cuarto segundo de la misma casa del caballero de Born.

En los ratos de distracción y descanso podía visitarse la magnífica galería de pinturas del príncipe Eugenio, el famoso Monasterio de Osek y el Tesoro de la Corona, que encerraba piedras de extraordinario valor, pertenecientes a la Emperatriz viuda y a su hijo el Emperador. Era también muy notable la Armería, con su colección de magníficas espadas de los Emperadores y dos cañones muy curiosos, uno turco, de desmesurada longitud, y otro, de boca muy ancha, para despedir piedras.

Por otra parte, la hospitalidad vienesa hacía extraordinariamente agradable la vida social de los pensionistas españoles, que recibían frecuentes invitaciones de las personas de más elevada posición, y los embajadores y altas dignidades de la corte, como el príncipe Kaunitz, el barón de Cherbech, el conde Coloredo y otros nobles, interesados en las grandes explotaciones mineras del país, sentían gran placer en sentar a su mesa a los jóvenes estudiantes y a los hombres de cultura, que honraban su patria buscando en ella los adelantos de las aplicaciones de las ciencias (2).

(1) El hijo de Peñaflores había sido discípulo de este Profesor, del que dice, en una de sus cartas a su padre, que era un «químico muy nombrado y estimado, que conocía la botánica y que hablaba muy bien el español por haber residido en nuestras Américas».

(2) Por cierto que era muy curiosa costumbre la de recibir los invitados al día siguiente del almuerzo con que habían sido obsequiados, la visita de una representación de la servidumbre de la acogedora morada para cobrar el medio ducado de propina que a cada uno solía entregarse. (Manuscrito de Angulo.)

Los días festivos las elegantes y bellísimas vienasas, de fina silueta y distinguidísimo porte, lucían sus encantos en los admirables jardines de las orillas del Danubio, o asistían a los combates de fieras, entonces muy en boga, a los que acudía un selectísimo concurso, y por la noche se cantaba ópera en el teatro francés «con siete altos de aposentos» en los que se reunía la mejor sociedad del país.

Don Fausto de Elhuyar, como el hijo del conde de Peñaflores, no pudo sustraerse durante su estancia en Viena, a los encantos de una muchacha del país, suceso que no debía ser muy extraño, porque otro de nuestros pensionados cuenta, en sus impresiones de viaje, que invitado a almorzar por la *Barona* de Santa Cruz, conoció en la casa a una sobrina de la dueña, de la que dice que era *como un sol* y que le costó gran violencia y tristeza continuar su camino.

Es el hecho que nuestro ilustre compatriota se enamoró de la señorita Juana Raab de Moncelos, de familia muy distinguida, pues era hija del consejero áulico de la Emperatriz María Teresa, que le profesaba una gran estimación, contrayendo matrimonio con aquélla antes de su regreso a España. La ceremonia se celebró con gran solemnidad, siendo padrinos el marqués de los Llanos, Embajador de España, y la madre de la novia, D.^a Antonia Moncelos de Raab. El propio Emperador José II se interesó vivamente por Elhuyar, no sólo por su ya gran personalidad, sino por los servicios que a su madre la Emperatriz M.^a Teresa, había prestado la familia de la que había elegido por esposa, recordando, entre otros méritos del Sr. Raab, el de que a sus instancias se había abolido la exclavitud en Bohemia (1).

Tenía entonces D. Fausto de Elhuyar treinta y tres años, y era hombre tan culto como distinguido. De esta época es el

(1) ANÓNIMO. *Biografía del Ilmo. Sr. D. Fausto de Elhuyar*. — Madrid, 1853.

admirable retrato que acompaña a estos APUNTES, que se conserva en el Salón del Consejo de Minería, que es indudablemente una obra maestra, aunque no fuera pintado por Mengs, como generalmente se ha supuesto, ya que el gran artista sajón, al que se atribuye, había fallecido casi diez años antes de la fecha en que Elhuyar estuvo en Viena. Además, Mengs, pintor de cámara de Carlos III, trabajó en Madrid, principalmente en la época en que D. Fausto era casi un niño, y ya muy enfermo fué a morir a Roma, sin que fuera posible que en parte alguna coincidiera con el personaje que el cuadro representa. De todos modos, la pintura es excelente y el lienzo tiene verdadero mérito, dando una impresión muy exacta del agradable semblante del antiguo profesor del Seminario de Vergara, que, acompañado de su esposa, abandonó Hungría para regresar a España, con el propósito de embarcar para América, y allí desempeñar el cargo de director general de Minería de la Nueva España.

Desde su regreso a España hasta el momento de embarcar para América no le faltaron a D. Fausto penalidades y molestias. Será más interesante juzgar de ellas por su propia correspondencia, terminando este capítulo con la inserción de cuatro curiosas cartas a Peñaflores, dos de Madrid y dos firmadas en Cádiz, pocos días antes de su partida para América, que tuvo lugar a bordo de la fragata *Venus*.

Es poco probable que Elhuyar pensara en que, al despedirse de sus amigos de Vergara, se expatriaba para un período de más de treinta años.

Amigo y Sr. Conde: Hace 15 días que tengo prometido escribir a Vm. y otros tantos que no he podido cumplir mi palabra. Las causas son mas que muchas, pero no quiero perder el tiempo con referirselas persuadido de que Vm. que conoce Madrid y el engorro que ocasiona una muger al llegar a un pueblo nuevo, para proporcionarla los conocimientos que la distraigan, sabrá disimular esta tardanza.

Ya havra Vm. sabido por nuestro Marques la causa de haber tomado mi



Elhuyar en Viena. 1788.

(Retrato al óleo atribuido a Mengs, que se conserva en el Consejo de Minería.)



Elhuyar en Viena. 1788.

(Retrato al óleo atribuido a Mengs, que se conserva en el Consejo de Minería.)

vuelta por Barcelona; he hecho en ello un sacrificio no pequeño a mi obligación, pues me he privado del gusto de ver a Vm. y algunos otros Amigos que tanto me interesan; pero las circunstancias lo han exigido y ha sido preciso ceder aunque de mui mala gana. He sabido aqui continua Vm. con su vida filosofica repartiendo su tiempo entre Vergara y Munive, ocupado de las delicias de su amable familia en que no dudo halle completa su felicidad, pues como casado empiezo también yo a tener voto en esta parte, viendo las cosas mui distintamente de lo que me parecian ahora quatro o cinco años. Yo me preparo a pasar con la mia al otro Mundo, y ya quisiera verme en el; pero no por esto pienso olvidar este ni los Amigos que dexo en el; antes bien deseo mas conservar su afecto y tener noticias con frecuencia de su existencia. La de Vm. sera una de las que mas me interesen, y su correspondencia por consiguiente una de las que mas apetezco que continúe, (pero con más exactitud que hasta aqui) proponiendome desde ahora por mi parte no perdonar medio alguno de probar a Vm. que estas no son meras palabras, sino las expresiones mas veridicas de la amistad y cariño que le profeso.

Antes de hablar a Vm. de mis cosas quiero dar a Vm. una satisfaccion acerca de sus encargos, ya que las circunstancias no me han ayudado para cumplirlos como deseaba. Sobre los fuelles de Stiria y los trabajos del hierro tengo dicho a Vm. lo poco que he podido recoger, y aunque seguramente no havra bastado para contestarle, estoi persuadido que no dexara de conocer que hecho lo posible en las circunstancias en que me he hallado. En quanto al Alambre no he tenido proporcion de hallarlo ni en la Hungria, ni en la Stiria, ni en la Saxonía; la continuacion de mi viaje por el Hartz, Lieja, etc., se frustró y con esto perdi todas las esperanzas de hacer por mi mismo esta diligencia. Di el encargo a uno de los sugetos que he recogido para America, que desde Freyberg pasó al Palatinado, su pais, para salirme despues al encuentro a Strasburgo; este ha hecho las diligencias, ha hablado a dos que se atemorizaron con solo oír el nombre de España creyendo verse asar en alguna hoguera, y ha escrito tambien a varios sugetos de aquel pais sobre el mismo asunto. Uno de estos le respondió se proponia hablar a alguno que conocia y avisarle las resultas a Madrid; pero no han llegado aun aqui noticias tuyas. Este es Amigo el estado en que esta este asunto, en que hubiera hecho mas si mas hubiera podido. Si huviese aun algo de nuevo se lo avisare a Vm. al instante.

Tengo escrito a Vm. de Saxonía proponiendole recoja mis cajones de Minerales disponiendo a su arbitrio de los que son míos y conservando en deposito los de mi hermano, hasta saber lo que quiere hacer con ellos. Al mismo tiempo pedia a Vm. me hiciese el favor de arreglar mis cajones de libros y embiarlos por Bilbao a Cadiz, igualmente que de tomar una nota de las ropas, vestidos, etc., que dexé a Santiago. Como no se lo que Vm. ha hecho en este asunto y que me corre priesa el salir de esos enredos, voi a exponerle de nuevo lo que desearia se hiciese con esas cosas, en caso que esten todavia ay, y que no haya tomado Vm. alguna providencia.

En quanto a los minerales no tengo que mudar ni añadir a lo que tengo

ya dicho a Vm. sino es que de las rocas que estaban desempapeladas y entendidas sobre los cajones y tablas, que son duplicados de otras iguales que estan empapeladas, desearia formase Vm. dos colecciones la una para Chabaneau y la otra para Angulo, con lo que se desembarazaria Vm. de lo que no puede servirle sino de estorvo.

Los libros que estan encajonados desearia se volviesen a desencajonar, para volverlos a empaquetar mejor poniendo papel entre libro y libro, lo que pudiera Vm. encargar a Abarca. Si Vicuna no ha enviado a Vm. los libros y demas trastos mios que tenia, me ha de hacer Vm. el favor de encargarle se los enbie luego, para añadirlos a los demas, pero de entre ellos quisiera separase Vm. primero las obras siguientes y que me las enbiase separadas a Madrid, a saber: 1.º Los Opusculos de Bergman en frances, 2 vol. in 8.º; 2.º Manuel du Mineralogiste par Mongez; 3.º Voyages Metalurgiques par Sars le premier tome seulement; 4.º Una obra alemana en un tomo en 4.º, cuyo titulo es Anleitung zur Markscheidekunst; 5.º Hay tambien dos cartapacios del Diario de Phisica de no se que meses, un Exemplar del Analysis del hierro de Bergman traducido por Grignon, que son para Vm. y que no se si los ha recogido. A una con los libros quisiera se empaquetasen tambien algunos instrumentos y papeles que dexe encerrados en un armario del cuarto de la chimenea que podra Vm. hacer abrir por un cerragero. Si se pudiese desearia que Abarca formase una Nota de todos los libros y demas cosas que encierran estos cajones, valiendose de Mr. Thunborg para la lectura de los titulos alemanes. Finalmente estos cajones desearia fuesen a Bilbao, encargando se embalen bien con lienzo encerado, paja sobre el y sobre esta una arpillera, y que se remitan a Cadiz con la primera ocasion dirigidos al Conde de Grepí Consul de Su Magestad Imperial en dicha Ciudad, o bien al Corresponsal del que los expida previniendo se dejen en la Aduana sin abrir hasta que yo llegue dandose aviso de antemano de su nombre.

Angulo me encarga diga a Vm. que su hermano saldra de esta con otros tres compañeros para Alemania a mediados de esta semana, y que pasando por esa se presentara a Vm. para tomar sus ordenes. Van los quatro pensionados por Ministerio de Hacienda a instruirse en los diversos ramos de la Mineralogia. Nuestro Abarca se acomodara por fin y pasara a America; le escribo por este mismo correo.

Diga Vm. al Marques que me reconozco Deudor suyo, pero que no puedo pagarle por este correo y que le pido un plazo de tres dias de Paciencia.

Pongame Vm. a los pies de sus Sras. Esposa y Madre igualmente que a los de mi Sra. la Marquesa, digales Vm. que no soi el solo que siente no haver pedido ofrecerles sus respetos, que mi Muger por lo que me ha oido decir de todos Vms. esta igualmente sentida de no haver tenido el gusto de conocerles. Diga Vm. tambien mil cosas de mi parte a toda la familia de Moya y Foronda, igualmente que al incomparable Ex-Principal, Achotegui, Jauregui y demás gentes que sabe Vm. merecian mi afecto, sin olvidar a Buruanzulu, la sobrina de Vicuña, la Tomasa, Juan, Savalla, etc. y en lo demas disponga siempre de Su Elhuyar. Madrid 18 de Febrero de 1.788.

Mi Dueño y Amigo: No son disculpas las razones que e dicho a Vm. me han obligado a tomar el Camino por Barcelona; hubiera dado algo por no haver tenido esta precision, pues ademas del gusto de ver a Vms. hubiera ganado no poco en evitar los malos ratos que hemos traído por unos caminos perversos y unas posadas abominables, si hubiera podido tomar mi rumbo por Bayona Crea Vm. Amigo que en esto he mirado mas a la economia del Rey que a mi propia comodidad.

Doy a Vm. mil gracias por la exactitud con que ha llenado el encargo que le tenia dado desde Saxonia acerca de mis Libros y Minerales, igualmente que por la molestia que le ha causado. Tenga Vm. aún un poco de paciencia, y sufra que vuelva a molestarle pidiendole me haga el favor de encajonar los libros que ha recibido Vm. de Vicuña y de dirigirlos con la mayor brevedad por Bilbao a Cadiz al Presidente de la Contratacion haciendole prevenir que es para mi, por el que lo expida a Bilbao. No lo hago venir aca por que siendo libros encuadernados tendria mil enredos que a lo menos me harian perder tiempo que es lo que mas falta aqui. De estos libros separa Vm. no obstante: 1.º Voyages Metalurgiques de Sars 1 tomo in 4.º; 2.º Theorie de l'Art du Mineur par Mr. Genss. 1 tomo in 8.º; 3.º Una obra alemana en un volumen in 4.º cuyo titulo es Anleitung zur Marckscheidekunst. Estas tres obras las guardara Vm. a la disposicion de Dn. Francisco Angulo.

Las dos colecciones de rocas para Angulo y Chabaneau las separara Vm. de lo demas, quando le acomode, pues bien veo no podra ser hasta que resuelva a poner todo en algun orden.

En quanto a mis vestidos y ropa que paran en poder de Santiago Languidart, he de estimar a Vm. haga que me los enbie aqui con la brevedad posible dirigidos a Dn. Manuel de Aragon en la calle Mayor enfrente del Conde de Oñate. Por lo que mira a las cosas que podra guardar Santiago, no se quales pueden ser, porque la lista que me enbia viene tan concisa que no puedo formar juicio; lo dexo pues a la disposicion de Vm. y le suplico me haga el favor de separar aquello que buenamente juzgue, no pueda serme ya de uso, con el seguro de qualquiera modo que lo disponga tendra mi aprobacion, y aun se la doi de antemano con una infinidad de gracias.

Lo que importa es que llegue a esta lo que ha de venir antes de fin de este mes, porque sino no me cogera ya aqui, y tendremos historias con ello. Igual priesa corre el caxon de libros, que se ha de enbiar a Cadiz, pues desearia llegase a aquel Puerto a mas tardar a fines de Abril pues de lo contrario no me alcanzara ya alla, y tendremos igualmente historias.

Los gastos que en todo esto se ocasionaren en esa y los ocasionados por los cajones de libros enviados ya a Cadiz, me hara Vm. el favor de decir corra con ellos Dn. Ignacio Zabalo, a quien escrevire el correo proximo, igualmente que a Abarca a quien he de estimar diga Vm. de mi parte que no tengo nada de nuevo que comunicarle por no haver vuelto a hablar al Ministro sobre el.

Mis cosas estan aun como estaban. El arreglo de las cosas de mis Mineiros, no me deja pensar en el de las mias, y hasta que concluya con aquellas,

no puedo esperar ver como quedan estas. Sin embargo espero se componga todo la semana que viene, y que a fin del mes este en estado de pasar a Cadiz. Esto es todo lo que puedo decir a Vm.

Pongame Vm. a los pies de su Sra. Esposa y su Sra. Madre, igualmente que a los de mi Sra. la Marquesa; cumpla Vm. ademas con toda letania de mi anterior, y disponga de Su ap^{do} y verd.^{to} Amigo Elhuyar. — Madrid 6 de Marzo de 1.788.

Amigo: Me llevo un chasco bueno con mis libros y no se a quien echar la culpa. No havia hecho reparo que en la primera carta que me escribio Vm. a Madrid me hablaba de solo un cajon quando son tres los que dexen en esa a mi salida para Alemania, sin contar con el que debia mandar Vicuña. Dos de ellos quedaron enteramente cerrados, y el tercero abierto y no bien lleno, y lo que presumo haya sucedido es, que Vm. havia creido que los primeros eran de Minerales, sin embargo de que de Saxonia avise a Vm. bien claramente su numero. Por fin ya no tiene remedio y me dare por satisfecho con tal que no se los haya llevado la trampa, y que procure Vm. sin perder tiempo embiarlos a Bilbao encargando se dirijan a esta con el primer Navio al Presidente de la Contratacion en los mismos terminos que el anterior que me aseguran llevo ayer. El primero que vino a la direccion de Dn. Manuel de Anau lo tengo ya en mi poder. Encargara Vm. tambien a Bilbao que esos dos cajones los embalen y pongan la marca F. E. N.º 1 y 2 porte de esa a Bilbao, los cargara Vm. en cuenta a Vicuña con quien yo me entenderé. Suplico a Vm. no difiera el despacharlos, para que llegue a esta a tiempo de poder embarcarlos en uno de los Navios que saldrán para Veracruz dentro de dos meses. Los fletes de Bilbao a esta los satisfara el Presidente de la Contratacion, y los 72 reales que ha pagado Vm. por los portes de los dos anteriores de esa a Bilbao, Ignacio Zabalo, a quien con el total de nuestra cuenta los abonara Chabaneau.

He andado tan embrollado estos últimos tiempos que no se si debo a Vm. una respuesta o no, me persuado que si, porque en este punto me hallo en descubierto con todo el mundo. Perdona Vm. pues como uno de tantos, este atraso si en efecto le huviere que yo procurare remunerarlo con la mayor puntualidad en lo sucesivo. Sea enhorabuena llegado el Sr. Infante que tanto placer ha causado a Vm. y a Sra. Esposa; ya no se les puede negar a Vms. la habilidad de hacer obras mayores, y no dexa de humillarme un poco el no poder dar aun pruebas tan evidentes de la mia. Sin embargo me consuelo con ver que la carrera es larga, que habra tiempo para todo, y que por ahora mas nos serviría de engorro que de placer el andar en semejantes historias. A Dn. Xavier le vi en Madrid y lo halle sumamente mudado, me fue tan sensible el hallarlo en aquel estado, que no quise volver a verlo, y aunque he preguntado por el aqui a varios conocidos que han llegado de Madrid, ninguno ha sabido darme razón. Seria de desear estuviere ya en ese pais, pero el traqueteo del camino es de temer en su estado. No dexen Vm. de darme noticias suyas igualmente que de los demás hermanos quando me escriba a Mexico.

No dudo havia Vm. recibido por Zubiaurre las sinfonias de Hayden y del otro compositor cuyo nombre he olvidado: tal vez havia entre las primeras algunas que tenga Vm. ya: yo no he podido hacer mas que tomar las que me dixeran eran las mas modernas. Al mismo tiempo havia Vm. recibido tambien un retrato mio y otro de mi Muger en yeso: ellos no estan muy bien hechos, pero si fixando de quando en quando su atencion de Vm. le hacen acordarse de dos personas que le estiman y querran siempre, havran llenado todos nuestros deseos.

Al Marques escribo por este mismo correo y asi omito repetir a Vm. lo que le digo a el, y me limito a ofrecerme a los pies de sus Sras. Esposa y Madre, con mil expresiones a todos los Amigos y a repetir a Vm. que soy y sere siempre Su mas ap.^{do} y verd.^o. Amigo, Elhuyar. — Cadiz 19 de mayo de 1.788.

«Mi Amigo y Dueño: Digo que tiene Vm. razon en cuanto dice sobre mis cajones de libros, y no solo apruebo el que haya remitido a Bilbao sin perder tiempo los tres que estaban aun en esa, sino que le doy un millon de gracias por haver tomado tan acertada providencia. El Presidente de la Contratacion queda en recibirlos, y asi puede Barbachano enviarlos quando quiera.

De Madrid no pidieran a Vm. los Minerales, o por mejor decir las Rocas, esperan que Vm. las embie quando le acomode. Lo malo es que se atrase tanto la construccion de los estantes, pues sin estos sera dificil que Vm. pueda contentarlos. El Busilis de este atraso es en efecto Diabolico. . .

Solo esperamos a que sople el Solano o Levante para embarcarnos: todo esta pronto y nuestro equipage a bordo. Ahora ando algo apresurado en recoger la provisioncilla de refrescos para la travesia, y temo me falte tiempo: por lo que me veo precisado a limitarme a renovar a Vm. los afectos de mi Alemana y igualmente que a sus Sras. Esposa y Madre a cuyos pies me ofrezca, y a pedirle diga un millon de millones de cosas al Amigo Narros, que havia recibido ya mi carta, y a Foronda, el Principal y demas Amigos, contando Vm. con que lo es y sera siempre mui suyo. — Elhuyar. — Cadiz 13 de junio de 1.788.»

Las cartas transcritas, que proceden también de la colección de documentos de Mugártegui, y que debo igualmente a la bondad de D. Julio de Urquijo, contienen muchas noticias interesantes y reflejan bien el temperamento y carácter de nuestro biografiado, que, al emprender su gran viaje para América, aunque se siente un poco conmovido, no manifiesta otra preocupación que la de reunir sus libros, que constituyen todos sus bienes y que le inspiran los más serios afectos y cuidados, recomendando a sus amigos de Vergara que pongan la mayor atención en su embalaje y remesa.

Ya en esta época tenía Elhuyar una personalidad de verdadero relieve, pero sus cartas revelan su extraordinaria modestia, condición que inspira todas sus decisiones. La última misiva nos hace saber exactamente que D. Fausto y su *alemana* abandonaron España hacia el 15 de junio de 1788 para dirigirse a Méjico, en donde había de realizar una labor verdaderamente fecunda y extraordinaria al servicio de su patria.

CAPÍTULO IV

1788-1821

Elhuyar en América.

La tradición española. — La minería mejicana a fines del siglo XVIII. — El Tribunal y el Colegio. — Las expediciones técnicas al Perú y Nueva España. — Visita de Humboldt. — La guerra de la Independencia. — Iturrigaray. — Hidalgo, Morelos, Iturbide. — Decadencia de la minería y daños en las explotaciones. — Pacificación temporal. — Independencia definitiva y regreso de Elhuyar a España.

Al embarcar con rumbo a Nueva España D. Fausto de Elhuyar, para tomar posesión de sus cargos de Director del Colegio de Minería y de Presidente del Tribunal del Ramo, sintió seguramente en su espíritu el estímulo de continuar la gloriosa tradición del ingenio español en aquellos países, tan fecunda, que ha permitido al cultísimo escritor italiano Umberto Giulio Paoli, llamar a los primeros tiempos de la intervención de los metalúrgicos que, procedentes de España, implantaron y estimularon la gran producción americana, *L'età aurea della metallurgia Ispano-Coloniale*.

Cuando nuestros conquistadores llegaron a América no se conocía otro procedimiento de obtención de la plata que el llamado de fundición, basado en su solubilidad en el plomo líquido y en la sucesiva eliminación de éste, por su oxidación en contacto del aire, quedando la plata como residuo metálico, inalterable en presencia del oxígeno de la atmósfera.

En la *Descripción del Perú*, de Fr. Baltasar de Ovando, se da cuenta de este modo de beneficio en los siguientes términos (1):

«El metal cernido y lavado echabanlo a boca de noche en unas hornazas que llaman *guairas*, ahujereadas, del tamaño de una vara, redondas, y con el aire, que entonces es más vehemente, fundían su metal. De cuando en cuando lo limpiaban; y el indio fundidor para guarecerse estabase al reparo de una paredilla sobre que sentaba la *guaira*, y derretido el metal, limpio de la escoria, sacaba su tejo de plata y veníase a su casa muy contento; y a este paso, de noche, este cerro era todo luminarias fundiendo plata. Y se hacían procesiones por viento, como por falta de agua cuando se detiene.»

Así empezaron a beneficiarse los famosos minerales del Potosí, hacia 1545, diez años después de la llegada de los españoles, fantástico criadero del que dice un escritor americano (2) que, «parece que la naturaleza se esmeró en criarlo como cosa de donde tanta riqueza había de salir; es como el centro de todas las Indias, fin y paradero de todos los que a ellas venimos. Quien no ha visto Potosí, no ha visto las Indias. Es la riqueza del mundo, terror del Turco, freno de los enemigos de la fe y del nombre de los españoles, asombro de los herejes, silencio de las bárbaras naciones.

»A la redonda del pueblo ardían más de cuatro mil *guairas* y verlas de fuera y aun de dentro, no parecía sino que el poblado se abrasaba».

Este sistema de tratamiento de los minerales de plata, al que se limitaba la metalurgia indígena, tenía el inconveniente de un importante consumo de combustible, a veces difícil de

(1) CARRACIDO (J. R.): *Estudios Histórico-Críticos de la Ciencia Española*, Madrid, 1897, página 91.

(2) LIZARRAGA (REGINALDO DE): *Descripción Colonial*, Buenos Aires, 1916, tomo I.

encontrar, y todos los progresos y adelantos en el arte de obtener los metales se deben al ingenio español, que no limitó su esfuerzo a buscar minas y a procurar la adquisición de riquezas, sino que investigó y perfeccionó de una manera constante métodos y procedimientos, depositando en los socavones de las minas, como dice el ilustre Carracido, el oro de las ideas de los que dirigían los trabajos.

En rápida reseña, y en homenaje a los hombres que precedieron a Elhuyar en América en su obra de progreso al servicio de España, hay que citar, con el máximo respeto y admiración, a Bartolomé Medina, minero sevillano, del cual dice D. Luis Berrio de Montalvo, Alcalde de Corte de la ciudad de Méjico, en un informe publicado en 1643, basado en documentos originales, refiriéndose al método de amalgamación de los minerales de plata, que «el qual beneficio truxo a esta Nueva España, habra ochenta años, Bartolome de Medina, minero de Pachuca, sin mas arte que el haber oido decir en España que con azogue y sal comun se podia sacar la plata de los metales a que no se hallaba fundicion».

Fué, pues, este español benemérito el autor del tratamiento de los minerales de plata por el método del *patio*, del que ya se ha dado en otro lugar alguna referencia.

Un discípulo y compañero suyo, Mosén Antonio Boteller, fué llamado a la Península en 1558 por el director de las minas de Guadalcanal, D. Francisco de Mendoza, para aplicar en ellas el beneficio de la plata por azogue, y en obras histórico-científicas se afirma también que otro español, Juan de Córdoba, ofreció a la Corte imperial de Viena, en 1588, extraer de cualquier mineral la plata por el azogue, según un documento que se conserva en los archivos de la Cámara áulica, doscientos años antes de las experiencias del Barón de Born.

Este mismo procedimiento fué introducido en el Perú por

Pedro Fernández de Velasco, al que debe considerarse como reformador, no sólo de las prácticas establecidas, sino de la técnica del nuevo procedimiento que propagó con excelente éxito (1).

De este descubrimiento dice Montesinos en sus *Memorias antiguas y nuevas del Perú* que, «admirado del suceso, le dió al Velasco una ayuda de costa y le mandó que se fuese a Potosí y hiciese publico el secreto, que de parte de su Magestad le prometia el premio diciendo, que iba a hacer el casamiento de mas importancia del mundo entre el cerro del Potosí y el de Guancavelica», en el que ya entonces se habían descubierto los criaderos de mercurio que tantas esperanzas hicieron concebir a los mineros del Perú (2).

Siguiendo el progreso de la metalurgia de la plata en América, aparece, en el siglo XVII, la gran figura del clérigo Alvaro Alonso Barba, autor del famoso libro del *Arte de los Metales* e inventor de la amalgamación *en caliente*, o método

(1) CARRACIDO (J. R.): Obra citada, pág. 57.

(2) ANTONIO DE ULLOA, en el Entretención XV, de sus famosas *Noticias Americanas*, en el que se trata del azogue y de la sal, materias precisas para el beneficio de la plata, y de las minas de estas dos especies, dice que «El reyno del Peru fue privilegiado respecto del de Nueva España en la conveniencia de tener una mina abundante de azogue, con cuya proporcion no ha estado dependiente de España para el que necesita, y en ocasiones ha contribuido al otro con algunas porciones, cuyo auxilio ha sido muy importante, pues ha haber faltado, era preciso que hubiesen padecido mucho sus minas.

»La de azogue se halla en el distrito de Guancavelica, nombre corrompido de Huanca Vilca, que son dos de la lengua de los Indios, propios de naciones entre ellos; el cerro donde ésta se halla distante como legua y media de la villa, que tiene el mismo nombre, la qual está a su pie; los que le han reconocido y visto, igualmente que el de Potosí, aseguran guardar mucha semejanza el uno con el otro.

»Creyose un tiempo que las minas de azogue eran en el Perú tan comunes como las de plata...; pero quando llegó el caso de necesitarlas, por el descaecimiento de la de Guancavelica, se halló ser engaño del poco conocimiento; y aunque se practicaron quantas diligencias dictaron el deseo y la importancia, solo se encontraron desengaños...»

del *cazo*, que representó un gran avance de los conocimientos de las ciencias aplicadas a la explotación de las minas.

Este ilustre sacerdote, que había nacido en Lepe, en la provincia de Huelva, en 1569, se trasladó al Perú siguiendo sus aficiones a la minería, a la que consagró su vida, sin desatender los deberes de su ministerio, entregándose con ardor y sin descanso a la investigación y al estudio de los problemas relacionados con el tratamiento de los minerales, difundiendo el fruto de su saber y experiencia, con gran desinterés y generosidad.

«Alonso Barba (1) no sólo fué el artista que poseyó todos los secretos de la metalurgia de su tiempo y el inventor de la amalgamación *en caliente*, sino el sabio que con la trabazón de una obra lógicamente desarrollada, construyó la ciencia de la metalurgia en su libro el *Arte de los Metales*, publicado en 1640, y escrito por excitación de D. Juan de Lizarazu, Presidente de la Audiencia de la Plata, con el propósito de ilustrar a los mineros.

»Este libro, gloria de la ciencia española, es de lo más castizo que podemos presentar, tanto por su lenguaje como por sus ideas, que también éstas tienen sello nacional en su origen, por más que sean cosmopolitas después en su adaptación.»

Tal resonancia tuvo esta obra notable, que sólo en Alemania se hicieron, en fechas distintas, cuatro ediciones del libro de Alonso Barba, que se considera como una de las producciones más importantes y gloriosas de la ciencia en el siglo en que fué publicada, y el nombre de su autor ha merecido siempre, de todos los escritores, los homenajes más calurosos de admiración y respeto. En la traducción francesa se dice que «los españoles y los alemanes fueron durante mucho tiempo

(1) CARRACIDO (JOSÉ R.): *Estudios histórico-críticos*, etc., pág. 112.

casi los únicos en Europa poseedores del arte de explotar las minas de oro y plata, y de acuñar estos preciosos metales»; y, en efecto, cuanto se ha expuesto en los anteriores capítulos demuestra el interés con que en España se seguían todos los estudios y adelantos realizados en la metalurgia de la plata.

No sería justo dejar en silencio el interesante invento del médico de Guancavelica D. Lope de Saavedra Barba, que ideó, para el tratamiento de los minerales de mercurio, los hornos llamados *busconiles* o de *javeca*, establecidos en Almadén en 1646 por D. Juan Alonso de Bustamante, fruto de su extraordinario ingenio y notorio adelanto de los métodos de la destilación del mercurio. De este metalurgista dice Carracido que merece «que coloquemos en puesto de honor al que con su horno de *aludeles*, se anticipó en el siglo XVII a satisfacer las exigencias industriales de la destilación en gran escala».

La *capellina*, cono de hierro que servía para recoger y aprovechar, por condensación, los vapores de mercurio, al mismo tiempo que libraba a los trabajadores de su acción perniciosa, fué también inventada por un minero español de Tabasco, llamado Juan Capellín.

Juan Alonso Bustamante, Pedro Contreras, Jorge Fonseca, Juan Fernández Montano y otros mineros españoles menos conocidos, contribuyeron también con sus estudios e investigaciones personales al adelanto de la minería y de la metalurgia en América, y los preclaros nombres de D. Fausto de Elhuyar y de D. Andrés Manuel del Río completan, en los últimos años del siglo XVIII y comienzos del XIX, la que al principio de estas líneas hemos llamado, justamente, tradición gloriosa del ingenio español en sus posesiones de América.

Para poder formar juicio del esfuerzo realizado por Elhuyar en Nueva España, en favor de la decadente y abatida mi-

nería de aquel país, es necesario analizar, aunque sea brevemente, la situación en que se hallaba la industria extractiva y la metalurgia mejicana a la llegada del Director general del Ramo y Presidente del Tribunal de Minería, organismo autónomo este último, base esencial de la intensa vida minera de aquella espléndida posesión española.

Méjico ha sido dotado por la Providencia con un subsuelo extraordinariamente rico en yacimientos minerales de gran diversidad e importancia, pero la naturaleza humana, fácilmente impresionable por los signos exteriores de la riqueza, ha desdeñado siempre la investigación y el aprovechamiento de aquellas materias que no atraen, de una manera viva y rápida, su atención, y así, los mineros españoles y los americanos no se ocuparon, durante siglos, más que de extraer y acumular el oro y la plata, sin explotar otros minerales que son por lo menos tan interesantes como aquéllos, como sucede con el hierro y el carbón.

Un viajero anónimo de la época, refiriéndose a la minería mejicana, hace la descripción siguiente (1):

«Mantienen el comercio y el nervio de la contratación gran número de Reales de minas sin otras muchas que han descaecido y se han convertido en otros generos de contratos: ademas de la abundancia de la plata, oro, cobre, plomo, estaño, no falta el hierro y el azogue, aunque escasos los minerales de este genero y de poco producto, pero en los demas metales es copiosamente abundante, y quanto mas se camina acia el Norte, mas abundan los paises en metales ricos. Es muy sensible que no este descubierta la mayor parte de los minerales, pues solo se han trabajado y trabajan aquellas minas que se han descubierto por algun casual accidente; como lo manifiesta una carta escrita de la provincia de los Texas al

(1) *El Viajero Universal*.—Madrid, 1799.—Tomo XXVI, pág. 249.

Auditor Don Juan de Oliven Rebollo, que sobre el asunto dice:»

«Desde el río que llaman de las Nueces que dista del presidio de los Adaes como trescientas leguas, esta lleno por todos cuatro vientos de minerales, con la circunstancia que cualquiera piedra de la superficie de la tierra, quemada en la fragua, suelta granos de plata, y a esto no hay ninguno que se anime, porque los soldados que pudieran hacerlo, están ocupados en sus propias conveniencias.

»El no haber muchos más descubrimientos de minas es por estar las partes del Norte despobladas y no reconocidas por inteligentes, porque hay haciendas de campo de tan grandes recintos que en otras regiones son reynos y señoríos de potentados; en cuya extensión pudieran poblarse muchos lugares, y con el tráfico aparecer muchos descubrimientos desde el Trópico de Cáncer acia el Norte, en donde apenas hay algunos lugares y misiones mantenidas por los Misioneros que se hallan expuestos a los insultos de los bárbaros Chichimecos, los cuales infestan los caminos estando todas las poblaciones internas a merced de los salvajes, como lo manifiestan las hostilidades que padecen algunos traficantes, y aun los soldados mismos que habitan los presidios.»

Por su parte, el ilustre Humboldt cuenta que poco tiempo antes de su llegada a aquel país (1), o sea en los últimos diez años del siglo XVIII, el hierro llegó a valer 960 reales el quintal, en vez de 80 que era su precio ordinario, y el acero 5.200 reales, en lugar de su normal valor de 320, a causa de la interrupción del comercio con la metrópoli, por haber cortado la guerra las comunicaciones marítimas. En estos momentos de apuro, la industria mejicana trataba de improvisar su propia producción, dándose cuenta aquella nación «de que la verda-

(1) HUMBOLDT (A. DE): *Ensayo político sobre el Reyno de Nueva España*. — Tomo II, pág. 4.

dera riqueza consiste en la abundancia de los objetos de consumo; es decir, en las cosas y no en la acumulación de un signo que las representa». Entonces se intentaba beneficiar los minerales de hierro y de mercurio del país, gastándose sumas muy considerables, pero tan pronto como se normalizaba el intercambio de productos, volvían a dedicarse todas las actividades exclusivamente a la minería de la plata, fuente inagotable, al parecer, de prosperidad y de grandeza y manantial inextinguible, en aquel país de imborrables gratísimos recuerdos, de productos fantásticos, obtenidos rápidamente con un modesto y relativo esfuerzo.

Los *Reales y Realitos* de minas en explotación en la Nueva España pasaban de 500 y comprendían más de 3.000 minas. Se entendía por *Real* de minas, según definición de escritores del país, «aquellas poblaciones que se han fundado con ocasión de ellas, acia los cerros y montañas en que la Naturaleza crió una o muchas venas metálicas gruesas y fecundas, de las que, como el tronco de un árbol, dependen regularmente otras muchas, más delgadas, que suelen llamarse fibras, cruzándose y entrelazándose de muchas maneras» (1).

De este grandísimo número de explotaciones, muchas eran todavía muy interesantes por su producción, habiendo publicado Humboldt un detallado inventario de las mismas y amplias noticias de su situación, «tomadas de una memoria manuscrita que el director del Real Tribunal general de Minería D. Fausto de Elhuyar presentó al virey conde de Revillagigedo» (2). Son, por lo tanto, del propio Elhuyar, los informes que vamos a transcribir.

(1) LASSAGA (J. L.) y VELÁZQUEZ DE LEÓN (JOAQUÍN): *Representación que a nombre de la Minería de esta Nueva España hacen al Rey Nuestro Señor*. — México, 1774.

(2) HUMBOLDT (ALEXANDRO DE): *Ensayo político sobre el Reyno de Nueva España*. Madrid, 1818. Tomo II, pág. 15.

Administrativa y geográficamente, el territorio de Nueva España estaba dividido en las doce *Intendencias* siguientes: Guanajuato, Zacatecas, San Luis de Potosí, México, Guadalajara, Durango, Sonora, Valladolid, Oaxaca, La Puebla, Veracruz y Antigua California

Cada una de estas Intendencias comprendía una o varias *Diputaciones*, semejantes a nuestros *distritos* mineros, formados por la reunión de un gran número de *reales* o sitios rodeados de minas. Como las *Diputaciones* daban nombre a los criaderos, para recordar la posición y distribución de los más famosos, hay que citar las comprendidas en cada *Intendencia*.

Guanajuato no abarcaba más Diputación que la de su nombre, y dada la importancia de este magnífico distrito, era más que suficiente para su organización y subsistencia. En Zacatecas se agrupaban las famosas Diputaciones de su propio nombre y las de Sombrerete, Fresnillo y Sierras del Pino; en San Luis de Potosí, la de su nombre, la Catorce, Charcas, Ojo Caliente y San Nicolás de Croix; en México, las Diputaciones de Pachuca, El Doctor, Zimapan, Tasco, Zacualpan, Zultepec y Temascaltepil; en Guadalajara, las de Bolaños, Asientos de Ibarra y Hostotipaquillo; en Durango, las de Chihuahua, Parral, Guarisamey, Cosiguirachi y Batopilas; en Sonora, las Diputaciones de Alamos, Copala, Cosala, San Francisco Xavier de la Huerta, Guadalupe de la Puerta, Santísima Trinidad de Peña Blanca y San Francisco Xavier de Alisos; en Valladolid, las de Angangueo, Ynguaran, Zitacuaro y Tlalpujahuá, y en las Intendencias de Oaxaca, La Puebla, Veracruz y California, las Diputaciones de su propio nombre.

La historia de la explotación de tan numerosos y diversos criaderos es, naturalmente, variada y distinta para cada uno de ellos; pero, en líneas generales, puede afirmarse que a su descubrimiento seguía una época de gran prosperidad y de

crecidos beneficios, hasta que las labores necesitaban medios de ventilación y desagüe, paralizándose entonces, en la mayoría de los casos las explotaciones, unas veces definitivamente y otras hasta que mineros más acaudalados o decididos reanudaban los trabajos.

«Una confirmación incontestable de las verdades referidas, dicen dos ilustres escritores del país (1), son los egemplares prácticos que hemos experimentado en nuestros días. A veinte y dos leguas al Nordest de Mexico se halla una de las primeras montañas que pertenecen al ramo oriental de la Sierra Madre o gran Cordillera. En ella se descubrió un famoso mineral que se ha llamado *el Real del Monte*, y sus mejores minas se abrieron sobre una gruesa y riquísima vena, a quienes sus dueños pusieron por nombre *La Vizcaína*. Trabajaron al principio con todo el empeño que exigía la riqueza y abundancia de los metales; pero, por último, dieron en agua, y las abandonaron, por las mismas razones que hemos dicho de todas las demas. Mantuvieronse muchos años desiertas y despobladas, conservando solamente el crédito de su antigua riqueza; pero esto movió a D. Josef Alexandro Bustamante a emprender su habilitacion. En efecto, ideó para ella este insigne minero la obra en una larguísima y costosisima contramina, unico medio para la consecucion de su intento; porque las aguas eran tan copiosas, que superaban el efecto de todas las maquinas imaginables; y como su caudal, aunque no era corto, no podía bastar a tanta empresa, solicito otros compañeros que le ayudasen.»

Bustamante murió antes de terminarse esta gran obra, que alcanzó 2.352 metros de longitud, desde la boca hasta el punto en que la galería cortó la veta de *La Vizcaína*.

(1) LASSAGA (J. L.) y VELÁZQUEZ DE LEÓN (JOAQUÍN): *Representación que a nombre de la Minería de esta Nueva España hacen al Rey Nuestro Señor*. — México, 1774.

La mayor parte de los magníficos criaderos mejicanos son de formación filoniana, armando generalmente en rocas primitivas, como los granitos, los gneis y las pizarras micáceas; algunas, sin embargo, como el famoso *Real de Catorce*, atraviesa las calizas jurásicas y unas pudingas silíceas de la base de formaciones secundarias. La diversidad de potencias y de longitud de las corridas de los yacimientos era, naturalmente, extraordinaria, y los períodos de prosperidad y decadencia de las explotaciones se sucedían de la manera arbitraria que preside casi siempre la marcha de esta clase de negocios, dependiendo muchas veces la paralización de los trabajos de la falta de previsión de los mineros, poco cuidadosos de la formación de fondos de reserva, que les permitieran resolver las primeras dificultades o el encarecimiento del laboreo.

Los mismos ilustres escritores (1), al dar una idea de la situación de la minería mejicana a fines del siglo XVIII, dicen que: «Esta ha sido la suerte de las mas antiguas y principales minas de este Reino y la misma han tenido las que se han descubierto despues hasta nuestros tiempos; de manera que la falta de los caudales que se necesitaban para habilitarlas ha sido la causa general del lamentable estado en que actualmente se hallan las ciudades y famosos minerales de *Zacatecas*, *San Luis Potosí* y *Cerro de San Pedro*, *Pachuca*, y tambien los de *Tazco*, *Temaxcaltépec*, *Quauhla*, *Tlalpujahuan*, *Sombrerete*, *El Fresnillo*, *Rosario*, *Bolaños*, *Mazapil* y otros muchos.» «Ninguno de ellos produce la décima parte de lo que solía en su estado mediocre...» «Su población pudiera ser igual a la de las maiores Ciudades de América.»

«Otros minerales hai, que verdaderamente no estan en tanta decadencia, como los que antes hemos referido. Tales son la Ciudad y famoso Real de Minas de *Guanaxuato*, que al

(1) LASSAGA (J. L.) y VELÁZQUEZ DE LEÓN (J.). — Obra citada.

presente debe pasar por el maior de este Reino, el *Real del Monte*, *Pánuco*, *Sierra de Pinos*, *Zultépec*, *Zimapan*, *Chihuahua* y otros. Estos son los que principalmente surten hoi de plata a la Casa de Moneda de Mexico, aunque nunca faltan mineros pobres Cateadores y Rebotalleros que entre todos producen muy poco.»

Eran, efectivamente, las famosas minas de Guanajuato las más importantes y de mayor producción, en la época a que estas noticias se refieren, o sea en la de la llegada de Elhuyar a Méjico, y aunque no tuvieron como el cerro del Potosi, un gran poeta que cantara sus espléndidas y legendarias riquezas, como *Ercilla* en su *Araucana*, no faltaron escritores ilustres que dieran a conocer algunos datos de este portentoso yacimiento.

Los españoles fundaron Guanajuato en 1545, transformándose en la Ciudad de Santa Fe, del mismo nombre, en 1619, recibiendo los privilegios de tal, en 1741. La primera mina, llamada *San Bernabé*, se descubrió en 1548, pero hasta 1758 no se empezaron las explotaciones de las minas *Meblado* y *Rayas*, sobre el gran filón conocido con el nombre de *Veta Madre* (1). De este fantástico criadero, dice Humboldt que «se cita en *Freyberg*, como un fenómeno notable, la veta llamada *halsbrükner espato*, cuya potencia es de dos metros y la qual ha sido reconocida en una longitud de 6.200 metros. La *Veta Madre* de Guanajuato, de la que se han extraído en los últimos diez años, más de seis millones de marcos de plata (2), tiene una potencia de 40 a 45 metros; se beneficia desde *Santa Isabel* y *San Bruno* hasta *Buenavista*, en una longitud de más de 12.700 metros». La *Veta Madre* dió más de la cuarta parte de toda la plata extraída del reino de Méjico y la sexta parte de toda la producida en América.

(1) «Historia y Estadística de algunas minas ricas de Méjico.» *Revista Minera*, tomo II, pág. 699.

(2) Unidad de medida equivalente a media libra o 230 gramos.

Sobre este filón se puso el gran pozo y la explotación de *La Valenciana*, concesión que fué objeto, durante la guerra de la Independencia de Méjico, de múltiples ataques. La riqueza obtenida por este pozo dejaba a sus propietarios una utilidad anual de doce millones de reales, y desde 1771, en que se encontraron, en la pertenencia «*Dolores*», grandes masas de sulfuro de plata y plata nativa, los beneficios llegaron a ser de sesenta millones de reales. Su afortunado y principal poseedor, Obregón de apellido, fué titulado Conde de la Valenciana, mereciendo por su sencillez y franqueza de carácter, en su gran opulencia, generales respetos y simpatías.

De menor producción, pero también extraordinariamente ricas, se beneficiaban en Méjico muchas minas interesantísimas que Humboldt, clasifica y divide en ocho grupos, expresando, en el cuadro siguiente, la producción en marcos de plata, de cada uno de ellos, precisamente en los cinco años que precedieron a la llegada de Elhuyar, o sea de 1784 a 1789.

	Marcos de plata
<i>Guanajuato</i>	2.469.000
<i>San Luis Potosí</i> (Catorce, Charcas, San Luis Potosí).....	1.515.000
<i>Zacatecas</i> (Zacatecas, Fresnillo, Sierra de Pinos).....	1.205.000
<i>México</i> (Tasco, Zacualpa, Zultepeque)...	1.055.000
<i>Durango</i> (Chihuahua, Parral, Guarismey, Cosiguiriachi).....	922.000
<i>Rosario</i> (Rosario, Cosala, Copala, Alamos)	668.000
<i>Guadalaxara</i> (Hostotipaquillo, Asientos de Ibarra).....	509.000
<i>Pachuca</i> (Real del Monte, Moran).....	455.000
<i>Bolaños</i>	364.000
<i>Sombrerete</i>	320.000
<i>Zimapan</i>	248.000
<i>Suma de los cinco años</i>	9.730.000

Estas minas ocupaban 12.000 leguas cuadradas, o sea la décima parte de la extensión total del reino, representando la cantidad de plata beneficiada anualmente en las de Méjico,

una cifra diez veces mayor que la obtenida en todas las explotaciones de Europa.

Si a tan abundante producción de plata se añade la de oro, representada por cifras nada despreciables, tanto del procedente de aluviones, como del extraído de filones y el separado de los minerales de plata, se comprenderá hasta qué punto era interesantísima la producción minera mejicana, y, por tanto, cuánta era la transcendencia de la misión encomendada a D. Fausto de Elhuyar.

Para el *gobierno* de esta importantísima fuente de riqueza, cuya dirección, fomento y alta inspección le estaba encomendada por sus cargos, encontró Elhuyar, a su llegada a América, establecido y en funciones, el Real Tribunal del importante Cuerpo de la Minería de Nueva España, y proyectado, pero sin que hubiera sido todavía posible su establecimiento, el Real Seminario o Colegio de Minería.

Estas dos grandes instituciones debieron su origen y nacimiento a la iniciativa feliz de dos mejicanos igualmente ilustres, D. Juan Lucas de Lassaga y D. Joaquín Velázquez de León, de inmediato origen español el primero y descendiente de los conquistadores el segundo (1), que dedicaron su vida al mejoramiento y protección de la industria minera de su país.

Estos dos hombres eminentes, con el laudable y decidido propósito «no sólo de remediar radicalmente los antiguos males que padecía la minería, sino para conservarla siempre en una robusta constitución y aun para promoverla hasta aquel grado de aumento de que la hacían capaz la felicidad de aquellos Reinos y la aplicación de sus habitantes», redactaron un notabilísimo documento titulado: *Representación que a nombre de la Minería de esta Nueva España hacen al Rey*

(1) Los dos eran socios de la Bascongada de Amigos del País.

Nuestro Señor los Apoderados de ella D. Juan Lucas de Las-sága, Regidor de esta Nobilísima Ciudad y Juez Contador de menores y albaceazgos; y D. Joaquín Velázquez de León, Abogado de esta Real Audiencia y Catedrático que ha sido de Matemáticas en esta Real Universidad, que fué impreso en Méjico en 1774, por Felipe de Zúñiga (1), y en esta exposición presentaron a la consideración del monarca, con extraordinaria competencia, un admirable bosquejo de la situación de la industria minera, de los defectos de su organización y trabajo y de las posibles reformas que sería conveniente acordar para su mejoramiento y progreso.

Aunque sea notorio que los autores de este interesantísimo escrito fueran, por sus antecedentes y estudios, personas de gran ilustración y cultura, asombra la amplísima visión del tema que su obra representa y las ideas de asociación y de cierto cooperativismo que en la misma se establecen, que podrían preconizarse y admitirse en los tiempos actuales. Sus propuestas de agremiaciones y consorcios dan fe de su entendimiento y hacen resaltar las inquietudes espirituales que el documento contiene. En él se clama por una amplia reforma, basada en la extensión de los conocimientos de la ciencia de una parte, y de otra, en la agrupación de los intereses de los mineros en una entidad prestigiosa y autónoma a la que fuese encomendada su organización y defensa, confiando a la misma, mediante una aportación proporcionada y colectiva, el auxilio a las nuevas investigaciones y la prospección de las riquezas desconocidas o inexplotadas.

En el detalle de estas dos grandes orientaciones o propuestas, se llega como natural consecuencia a establecer las bases de la creación del Colegio y del Tribunal de Minería, siendo el objeto del primero crear «hombres de bien y sufi-

(1) Se encuentra un ejemplar de este raro volumen en la Academia de la Historia, colección de Manuscritos de Mata y Linares. Legajo 65.

cientemente instruídos para que se les pueda fiar el manejo de lo más importante, interno y delicado de esta profesión.»

«Pensar, como algunos piensan (añaden los autores), que por medio de una práctica ciega y desnuda de todo principio científico, se puede llegar a la perfección de que es capaz la Minería, es lo mismo que persuadirse de que se puede navegar en alta mar con un Práctico y sin la Dirección de un sabio Piloto.»

Basándose en tan atinados conceptos, se propone en la citada memoria un plan minucioso y completo de estudios y de enseñanzas a organizar, tan detalladamente establecido que no era necesaria modificación alguna para su inmediata aplicación a la práctica.

El Tribunal merece también, en la propuesta, una gran atención. Se fijan sus funciones, su constitución y los recursos con que ha de atender a su sostenimiento, siendo el principio esencial de su creación la designación de *Diputados* por los Reales de Minas, encargados de la defensa de sus representados, los cuales, reunidos en *Juntas Generales* y presididos por el Director del Tribunal, debían ser los llamados a resolver cuantos problemas y cuestiones afecten a la minería, en todos los aspectos de esta clase de negocios. Se prevé la creación de un *Banco* del propio Tribunal y se expresa una gran confianza en que, una vez implantadas estas propuestas, «se tendrá la satisfacción de ver que ningún dueño de Minas ocupe en la dirección de sus obras y en la del beneficio de sus metales, otros Peritos que los instruídos y examinados en el Colegio, y titulados por los Gefes del Gremio; pues nadie puede dexar de advertir, quanto les importa esto a los Mineros».

Las bases esenciales de la constitución del Tribunal se expresan con la claridad y precisión que preside la redacción de este escrito, en su párrafo 56, que dice así:

56. Hemos dicho y fundado arriba la necesidad de unir y formar la Minería en un Cuerpo, y de erigir un Tribunal de su propia especie, que pueda presidirlo, y gobernar, como su Cabeza todos sus movimientos. Podría pues componerse, de un Administrador General y dos Diputados Generales, primero y segundo; un Asesor Letrado y un Escribano, todos debidamente autorizados por V. M., y los tres Jefes, distinguidos con los honores correspondientes. Los primeros podrán ser perpetuos, o a lo menos obtener los empleos por diez o quince años, para que tengan tiempo de criar y educar este nuevo Cuerpo, y por que no hai por ahora muchos sujetos, que teniendo las cualidades, y debiendo residir en Mexico, haian de abandonar sus Minas y negocios con no pequeño detrimento: y de esta manera se dará tiempo de que los haia; pero en adelante se elegiran en cada trienio. Estos tres deben ser siempre Mineros, esto es, dueños de Minas que actualmente las trabajen, o las haian trabajado por mas de tres años, y marcado mas de diez mil marcos de plata, de suerte que tengan buena inteligencia en el asunto: y esta calidad de Mineros e hijos de tales sera prelativa en todos los empleos grandes o pequeños de este Tribunal y del Colegio. Se celebrara la eleccion de los referidos Administradores y Diputados generales por todos los Reales de Minas enviando cada uno un Diputado y estos presentaran sus patentes al Tribunal donde concurriran no solo a la eleccion sino tambien a los escrutinios u otros actos preparatorios; aunque esta primera vez no pueda verificarse en este metodo el nombramiento de los Sujetos que haian de colocarse (teniendo la calidades expresadas) en los empleos superiores de Administrador general, Director del Colegio, y Diputados generales por no estar aun formado el Cuerpo, sino que se hara a conformidad de las Soberanas disposiciones de V. M. en el asunto. A esta de los Diputados Locales que llamaremos Junta General, se le hara ver el estado que tuviere el Banco y se consultaran con ella despues de la Eleccion y quando convenga los negocios mas graves y extraordinarios: sin que por esto tengan en ellos mas que Voto consultivo porque el decisivo ha de refundirse en el Administrador y Diputados Generales en todo genero de negocios directivos, economicos y judiciales de la Minería.

Esta memorable solicitud fué remitida a España en los comienzos del año 1774, y por fortuna, el Consejo Superior de Indias, a cuyo estudio pasó la propuesta, le informó favorablemente el 23 de abril de 1776, expidiéndose el 1 de julio del mismo año una Real Cédula en la que se resuelve que el importante gremio de la Minería de Nueva España se erija en Cuerpo formal, como los Consulados de Comercio, para lo que se le da el consentimiento y permiso necesarios, concediéndole para su dotación, la mitad o las dos terceras partes

del real por marco de plata, del derecho de Señoreaje con que contribuía a la Real Hacienda, de cuya contribución quedó relevado, elevándose después hasta el real completo.

Era entonces virrey de Nueva España, D. Antonio María Bucarelli y Ursua, que se interesó vivamente por llevar a la práctica estas beneficiosas ideas y sugerencias de Lassaga y de Velázquez de León, y el 20 de diciembre del mismo año mandó celebrar una junta de Real Hacienda para dar cumplimiento a la orden de 1.º de julio.

Asistieron a esta reunión las personas más significadas de la capital, que ostentaban los más elevados cargos de la misma, como D. Domingo Varcárcel y Formento, Caballero de la Orden de Santiago del Consejo de S. M. en el Real Supremo de Indias, Oidor decano de la Real Audiencia de Méjico, Auditor General de Guerra y Superintendente de Reales Azogues; D. Antonio de Villaurrutia, del Consejo de S. M., Oidor Subdecano de dicha Real Audiencia; D. Pedro Núñez de Villavicencio, del Consejo de S. M. en el de Hacienda, Superintendente de la Real Casa de Moneda, Juez privativo de los Reales Derechos de Media Annata y Lanzas; D. Domingo de Arangoiti, del Consejo de S. M., su Fiscal en dicha Real Audiencia; D. Juan Chrisostomo de Barroeta, del Consejo de S. M. en el de Hacienda, Regente del Tribunal y Real Audiencia de Cuentas; D. Ignacio Negreiros y Herrera, Caballero Profeso de la Orden de Santiago; D. Santiago Abad y D. José Rafael Rodríguez Gallardo, Contadores de la Mesa mayor de dicho Real Tribunal y Audiencia de Cuentas; D. Pedro Toral Valdés, Contador Oficial Real propietario de la Real Hacienda y Caja de la Corte de Méjico; D. Juan Antonio Gutiérrez de Herrera, Factor, Oficial Real propietario de dicha Real Hacienda y Caja de la Corte; D. Fernando Mesía, Tesorero, Oficial Real propietario de la misma Real Caja, y D. Fernando José Mangino, Contador General propietario de Reales

Tribunales, decidiéndose en esta Junta «que desde luego se ponga y reduzca a ejecución la dicha Real Cédula, como en ella se contiene».

Después de este acuerdo, que fué comunicado a las oficinas de San Luis, Guadalajara, Guanajuato, Bolaños, Durango, Pachuca, Alamos, Zacatecas, Sombrerete y Zimapan, los diputados representantes de los mineros celebraron sesión el 4 de mayo del año siguiente, en la que procedieron a erigirse en Cuerpo formal, determinando los empleos del Tribunal, para ocupar los cuales se formularon al virrey las siguientes propuestas: para Administrador general, D. Juan Lucas de Lassága, persona de los más altos prestigios, y para Director general, al no menos ilustre D. Joaquín Velázquez de León, iniciador, con Lassága, de la creación del Tribunal y del Colegio; para diputados generales se indicaban a D. Tomás de Liceaga, a D. Marcelo de Ariza y a D. Julián del Hierro. Estas propuestas fueron aceptadas y el Tribunal quedó erigido el 24 de mayo, publicándose su creación por el siguiente bando:

EL B.º FR. D. ANTONIO MARÍA BUCARELI Y URSUA,

Henestrosa, Laso de la Vega, Villacis y Cordova, Caballero, Gran Cruz y Comendador de la Boveda de Toro en el Orden de San Juan, Gentil Hombre de la Camara de S. Mag. con entrada, Teniente General de los Reales Exercitos, Virrey, Gobernador y Capitan General de esta Nueva España, Presidente de su Real Audiencia, Superintendente General de Real Hacienda, Presidente de la Junta de Tabacos, Juez Conservador de este Ramo y Subdelegado General de la Renta de Correos maritimos en el mismo Reyno, etc.

Preveniando entre otras cosas, S. M. (que Dios guarde) por Real orden de doce de noviembre de mil setecientos setenta y tres, que los Sujetos que en esta Nueva España se hallan empleados en el laborio de sus Minas, se juntasen en Cuerpo formal y autorizado, a manera de los Consulados de Comercio; y que para tratar este asunto y los demas que pareciesen interesantes a la Minería se formase una Junta, presidida por mi y compuesta de los Sujetos que alli se refieren: Habiendose verificado y convocadose para ella los Diputados de los mas distinguidos Reales de Minería que en la citada Real Orden se enuncian para representar a toda la Minería, propu-

sieron entre otros particulares que, respecto a que una de las causas que impedían el aumento y mayor progreso de la Minería y que en gran parte había perjudicado a las personas que se dedicaban a este ejercicio, era el que estuviesen todos separados e independientes, sin que hubiese algun o algunos que con inteligencia y conocimiento practico de la materia, entendiesen, procurasen y promoviesen el interes y derecho comun de todos y que pudiesen acordar o decidir sus proyectos y discordias con la brevedad y claridad prevenida en las ordenanzas del asunto, que por estos mismos motivos mandan establecer una jurisdiccion privativa en sujetos del mismo Gremio, que sean Gefes de todos los que los componen como se advierte en los articulos 63 y 77 de las Ordenanzas contenidas en ley 9, tit. 13, lib. 6, de la Nueva Recopilacion, consideraban conveniente y necesario el bien de la Minería se instaurase y suscitase la practica de lo prevenido en ellas adoptandola a las circunstancias de los presentes tiempos y lugares; y que para esto y demás asuntos que proyectaban se necesitaba el correspondiente fondo dotal podria conseguirse sirviendose el Rey mandar aplicar uno de los dos reales por marco de plata que con separacion pagaban los Mineros con el titulo de derecho de Señoreage o Monedage cuyo cobro equivocadamente se había duplicado desde el año de mil setecientos treinta y dos como lo representaron en el de mil setecientos setenta y seis: lo que visto y examinado en Juntas de Minería y Real Hacienda con lo que previamente expusieron los Señores Fiscal de esta Real Audiencia y Superintendente de Casa de Moneda, dada cuenta a S. M. se digne deferir a lo pedido por el Cuerpo de Minería concediendo por Real Cedula de primero de Julio de mil setecientos setenta y seis todo su Regio Consentimiento y Permiso para que este importante Gremio pueda erigirse en cuerpo formal como los Consulados de Comercio de sus Dominios de España y America, con la facultad de poder imponer sobre sus platas la mitad o dos tercias partes, del real duplicado del Señoreage, de que desde luego los releva S. M. En cuyo cumplimiento, habiendose nuevamente convocado a los Diputados de los principales Reales de Minas, y presentado sus poderes para la debida calificacion, impetrando mi Superior Licencia para proceder a sus Juntas y demas operaciones de su destino, oidos sobre todo a los Señores Fiscal, y Asesor General del Virreynato, condescendi a su solicitud; y a su consecuencia me propusieron electos y nombrados para componer el Tribunal, y presidir el cuerpo formal de la Minería: por Administrador General el Sr. D. Juan Lucas de Lassaga, Regidor perpetuo de esta Nobilissima Ciudad, Contador de Menores y Albaceasgos, Minero en la Real y Minas del Mazapil y Diputado Extraordinario del de Bolaños; para Director General al Sr. D. Joaquin Velazquez de Leon, del Consejo de S. M., Alcalde de Corte Honorario de esta Real Audiencia, Minero y Diputado Extraordinario de los Reales de Minas de Temascaltepec y Sultepec; para Diputados Generales a D. Tomas de Liceaga, Coronel y Comandante en Jefe de las Milicias Provinciales, y Legion del Principe en la Ciudad de Guanajuato, y Diputado Extraordinario de aquella Minería; D. Marcelo de Anza, Minero y Diputado Extraordinario de la Ciudad y Minas de Zacatecas; y D. Julian del Hierro, Minero y Diputado

Ordinario del Real y Minas de Temascaltepec. Y habiendo asimismo nombrado Escribano a D. Mariano Buenaventura de Arroyo, que lo es de S. M. y reservado elegir Asesor para su tiempo, formaron la correspondiente acta de erección del Tribunal y Cuerpo de Minería, con la que me dieron inmediatamente cuenta, pidiendo mi Superior aprobación, y que la autorizase e hiciese publicar para que debida y legítimamente pudiese proceder a sus respectivas funciones; a que accedí después de haber oído al Sr. Fiscal, por Decreto de veinte y uno de Junio último, conformándome en todo con el Dictamen del Señor Asesor General: En cuya virtud, a nombre del Rey Nuestro Señor, usando de las Superiores facultades que me son conferidas y en obediencia de la expresada Real Cédula de primero de Julio del año inmediato de mil setecientos setenta y seis apruebo el Acta de erección del Cuerpo y Tribunal de Minería que se me ha presentado y la elección de Sujetos que contiene, y se especifican: declarando que debe este Tribunal gozar y usar interin S. M. resuelve lo que sea de su Real agrado, de todo el poder y facultad en lo gubernativo, directo y económico, que gozan los Consulados de la Monarquía según sus Leyes, en lo que fueren adaptables, conforme a la Real voluntad: suspendiendo por ahora solamente el ejercicio de la jurisdicción contenciosa y privativa que esta declarada a los mismos Consulados de Comercio, entretanto se forman las Nuevas Ordenanzas mandadas formar, y S. M. se digna aprobarlas. Y para que llegue a noticia de todos Mando se publique por Vando, así en esta Capital como en las demás Ciudades, Villas y Lugares de estos dominios, a fin de que dicho Tribunal sea reputado y debidamente respetado como uno de los del Reyno, y obedecido de todos aquellos a quienes toca, y tocar pueda, bajo las graves penas en que incurren las inobedientes a sus Jueces y transgresores de las Leyes y Soberanas Ordenes del Rey. Dado en México a once de Agosto de mil setecientos setenta y siete.—El B^o Fr. Antonio Bucareli y Ursua.

Así quedó definitivamente constituido y en funciones el Tribunal de Minería de Nueva España, institución dotada de facultades y medios extraordinarios para el fomento de la industria extractiva, que no dió, sin embargo, los resultados que cabía esperar de su meditada y discreta organización, aunque prestó indudables y dilatados servicios.

Uno de los más interesantes fué indudablemente la redacción por Lassága y Velázquez de León, en marzo de 1778, de las Ordenanzas del Tribunal, sin duda inspiradas en los *Comentarios a las Ordenanzas de Minas*, de D. Francisco Javier de Gamboa, impresos en Madrid en 1761, en las que se establecieron las bases de una legislación minera, que fué después

aplicada en Méjico y más tarde en España, pues en estas Ordenanzas hay que buscar las ideas que inspiraron a Elhuyar el proyecto de decreto de julio de 1825. En efecto, en los diez y ocho títulos que el proyecto comprende se examinan los problemas más esenciales planteados a la minería, ocupándose el 1.º de materia tan trascendental como el dominio radical de las minas.

El 2.º trata de los modos de adquirir las minas, de los nuevos descubrimientos y registros de vetas y filones y de las denuncias de minas abandonadas y perdidas.

El 3.º, de los sujetos que pueden descubrir, denunciar y trabajar las minas.

El 4.º, de las pertenencias, demasías y dimensiones o extensión que han de tener las minas.

El 5.º, de cómo deben labrarse, fortificarse y ampararse.

El 6.º, de los desagües.

El 7.º, de las minas de comunión o compañía.

El 8.º, de los operarios de las minas y haciendas de beneficio.

El 9.º, de los abastos y surtimientos de aguas y provisiones.

El 10, de los rescatadores y maquileros de los metales.

El 11, de los aviadores y mercaderes de plata.

El 12, del fondo y bancos de avíos de minas.

El 13, de los peritos en el laboreo de minas y beneficio de metales.

El 14, de la erección de un Seminario para la educación y cultura de la juventud destinada a las minas y el adelantamiento de la industria en ellas.

El 15, el 16 y el 17, de los jueces de Minas, del Tribunal Superior, de las causas de minas y mineros y del modo de conocer, proceder, juzgar y sentenciar en ellas, y el 18, de los privilegios de los mineros.

De este importante documento nace, en nuestra legislación,

el derecho del minero a la explotación de sus concesiones con carácter de perpetuidad, la creación de la función técnica inspectora en la minería y en las fábricas de beneficio y gran parte de los principios que han prevalecido después en las disposiciones reguladoras de la existencia de esta industria. Tiene, por lo tanto, verdadera importancia histórica, y bastaría, por sí sola, para destacar la personalidad de sus autores.

Diversos informes y consultas retrasaron la aprobación de esta propuesta hasta 1783, publicándose por real cédula, expedida en Aranjuez el 22 de mayo, las *Reales Ordenanzas para la dirección, régimen y gobierno del importante Cuerpo de la Minería en Nueva España y de su Real Tribunal General*, que fueron impresas en Madrid, en el mismo año, y remitida la edición al nuevo virrey D. Matías de Gálvez.

Por una serie de causas que no es posible apreciar, pero que desde luego no son imputables a los dos hombres de notorios méritos a quienes se encomendó la realización de estos proyectos, no correspondió la rapidez de su ejecución al acierto grande que su concepción representa, y en 1886, con diferencia de pocos días, murieron Lassága y Velázquez de León, sin haber tenido la satisfacción grande de ver terminada su obra, pues aunque el Tribunal se había constituido, del Colegio no se había podido hacer otra cosa que arrendar un edificio con el propósito de repararlo y habilitarlo, para instalar en él las enseñanzas proyectadas.

A la muerte de estos dos ilustres mejicanos, cuyos notorios y bien ganados prestigios daban tono y relieve a las Instituciones creadas por su iniciativa, sucedió, sin más demora que la necesaria para que pudiera tomar una resolución el ministro universal de Indias, el nombramiento de D. Fausto de Elhuyar para ocupar los dos cargos vacantes, que le fué comunicado a Viena en 18 de julio de aquel mismo año.

Ya se ha dicho cuáles fueron las interesantísimas investi-

gaciones, de gran valor científico, que determinaron la permanencia en Sajonia y en Hungría del nuevo director general de Minería y el retraso con que hubo de tomar posesión de su cargo. La fragata *Venus*, en que embarcó en Cádiz a mediados de junio de 1788, fondeó en Veracruz el 4 de septiembre, pisando Elhuyar tierra de la Nueva España y siguiendo inmediatamente su viaje a la capital, dando al Tribunal aviso de su llegada. «El 13 de septiembre (1), en el magnífico salón preparado en el Real Palacio para las sesiones y oficinas del Real Tribunal de Minería, ante una selecta concurrencia y con toda la pompa y solemnidad con que se efectuaban entonces los grandes actos oficiales, tomó posesión de su empleo de Director general de Minería el Sr. D. Fausto de Elhuyar, recibiendo de manos del diputado más antiguo un bastón, en señal de autoridad y jurisdicción.

»En este acto tuvo lugar un incidente que no es fuera de propósito consignar.

»Después que el Sr. de Elhuyar prestó el juramento en los términos prevenidos en el artículo 28 del título 1.º, el señor Liceaga, que por su carácter de más antiguo presidía el Tribunal, según lo consultado por éste el 26 de abril de 1787 y aprobado por el virrey en su resolución de 18 de mayo, le designó el asiento que estaba a su izquierda, y el Sr. Elhuyar se negó a aceptarlo, diciendo que el que le correspondía era el de la presidencia, puesto que no habiendo administrador general, el primer puesto del Tribunal correspondía al director; que, en consecuencia, el Sr. Liceaga debía cederle este primer puesto que a la sazón ocupaba.

»El Sr. Liceaga no accedió a esta indicación, y con este motivo se suscitó una discusión, para lo que se mandó despejar la sala y traer a la vista los expedientes.»

(1) RAMÍREZ (SANTIAGO): *Datos para la Historia del Colegio de Minería*. México, 1894. Página 56.

Prueba este primer incidente hasta qué punto sentía Elhuyar la dignidad de su cargo y su firme decisión de mantener su autoridad y prestigio. Este enojoso asunto terminó por un decreto especial del virrey, del 30 de diciembre, en el que dispuso que cesara en sus funciones de administrador el señor Liceaga y entrara a presidir el Tribunal el director Elhuyar, acto que tuvo lugar el 29 de enero siguiente.

Se puede calificar de *primer incidente* el que se acaba de referir, por no haber sido el único que hubo de suscitarse en las relaciones de D. Fausto con su Tribunal, de cuyas normas de funcionamiento no era demasiado entusiasta, pues en diciembre de aquel mismo año escribió su «Voto del director general de Minería sobre el arreglo de su Tribunal», curioso manuscrito que se conserva en el Archivo de Mutis, en el que propone diversas reformas; en 1791 escribió sus duras y violentas «Reflexiones sobre las Diputaciones territoriales de Minería», y en 1794 volvió a plantear la misma cuestión en su «Representación al Excmo. Sr. Conde de Revillagigedo sobre los vicios de que adolece el Tribunal de Minería de México», en la cual habla de la poca idoneidad de los sujetos que lo forman y propone que se nombre un superintendente, dotado de las cualidades necesarias y que, con independencia del Tribunal, rija los destinos de la Minería.

No es posible extractar, por concisamente que pretenda intentarse, la historia del Tribunal de Minería de Méjico; indudablemente prestó señalados servicios, pues dotado de grandísimos recursos pudo auxiliar en repetidas ocasiones al propio rey de España con cuantiosos préstamos, que figuran en el curioso estado de cuentas que se acompaña (1). Claro es que estos favores dificultaban al Gobierno en Madrid la corrección de los abusos que en Méjico pudieran cometerse por los fun-

(1) El documento original está en el Archivo de Mutis. Legajo 56.

OS CAUDALES DEL REAL TRIBUNAL ta fin de Diciembre de 1793.

	<i>DATA.</i>
pleados del Tribunal, desde 1. de Enero de 1789. hasta	104.990. 3. 5.
nes en la Real Casa de Moneda, Fiestas de Toros, Col- secretaría de Gobierno, Arandelas de plata, Limosna para ora de Guadalupe, y à el Agente para los negocios del	59.420.
del.....	100.000.
: el Tribunal, y lo que debe Su Magd.....	200.854. 6. 4.
.....	51.168. 4.
Francisco de Paula y el Jarro, desde el año de 1789. has-	194.367. 6. 8.
a de Pachuca.....	17.397. 1. 2.
Tribunal de Minería, desde el año de 1790. hasta fin de	60.122. 3.

cionarios del Tribunal, haciendo las quejas de Elhuyar enteramente inútiles, pues al lado de esta institución se habían creado grandes intereses y otros institutos, como la Academia de San Carlos, estaban subvencionados por el Tribunal.

También tuvo repetidas ocasiones de ayudar, unas veces con informes y consejos técnicos y otras con auxilios económicos, a diversos mineros necesitados. El propio Elhuyar, en 1790, fué enviado a las minas de Sombrerete, con objeto de reconocerlas, pues los Sres. Fagoaga, sus propietarios, solicitaban «un avío de los fondos del Tribunal». Con el mismo fin estudió, a instancias de D. Diego Villasante y D. Diego Morales, las minas del Río de San Antonio, en Oaxaca, y las de Ixtlan y San Miguel de las Peñas, remitiendo al Tribunal, en octubre de aquel año, los correspondientes informes.

¿Más tarde reconoció el Real del Monte y otros criaderos del país, sin interesarse por cuenta propia en ningún negocio minero, ni redactar informes particulares, conservando siempre su condición de funcionario.

Pudo también el Tribunal estimular y fomentar la explotación de criaderos de otros metales que la plata. Humboldt dice (1) que gastó más de 150.000 pesetas en extraer el mercurio de las vetas de San Juan de la Chica, pero que los efectos de un celo tan loable fueron de corta duración.

Merced a la actuación del Tribunal, todas las primeras materias y los ingredientes necesarios para el laboreo de las minas y beneficio de los metales estaban libres de alcabala: el azogue se repartía a los mineros en proporción a la plata obtenida por cada uno, dándoles el de Alemania por su costo, y de Almadén a un precio muy moderado, con un año de plazo para pagarlo, contribuyendo estas medidas a que cada real de minas fuera un centro de prosperidad para el país.

(1) HUMBOLDT (A. DE): *Ensayo político sobre el Reino de Nueva España*. Tomo II. Madrid, 1818, pág. 5.

Elhuyar, sin embargo, no sintió nunca simpatías ni entusiasmo por esta institución: sus escritos relacionados con el funcionamiento del Tribunal son de acerba y despiadada crítica, y durante los primeros tiempos de su permanencia en Méjico, sus relaciones fueron siempre tirantes y frías con aquel organismo. En otra ocasión, bastantes años más tarde, el Tribunal, sin propuesta reglamentaria del Director, nombró Rector del Colegio de Minería a D. Marcos Cárdenas, y habiendo instantáneamente reclamado Elhuyar de esta decisión y no siendo atendido, se retiró de la Junta, abandonando el salón.

Este nuevo choque, ocurrido en 1 de febrero de 1809, dió lugar a numerosas incidencias. El día 6, el Director del Colegio formó un expediente para anular el nombramiento hecho por el Tribunal. El día 25 ofició éste al Director diciéndole que si en cuarenta y ocho horas no daba posesión al Rector nombrado, tomaría las providencias que correspondan. Elhuyar se niega de nuevo y el 8 de marzo el Tribunal comisiona al diputado Obregón para que poseione al nombrado por él, dando aviso de esta resolución a D. Fausto. Este acude en alzada a Madrid, con un enérgico escrito, y por Real orden de 30 de julio, expedida en Cádiz, se desaprueba el nombramiento de Rector, hecho sin las formalidades de las Ordenanzas y se manda que el Director proponga la terna respectiva.

Se comprende la situación creada entre Elhuyar y su Tribunal, que llegó a mortificarle en detalles de su gestión al frente del Colegio, desaprobando y modificando sus propuestas y creándole dificultades y molestias.

La autoridad, el prestigio y la seriedad del Director de Minería acabaron por imponerse, y en los comienzos del siglo XIX, el Tribunal encontró frecuentes ocasiones de elogiar su actuación y alabar sus escritos e iniciativas. Por otra parte, la insurrección y la guerra de la independencia permitieron al Tribunal prestar a España importantes servicios, entre los que

merece recordarse, con sincera gratitud, el espléndido donativo que hizo al Gobierno de España de cien cañones, contruidos a sus expensas, para la defensa del reino, en los difíciles días de septiembre de 1808 (1).

En un examen de conjunto no puede afirmarse que el Tribunal de Minería de Méjico fuera una institución inútil y que su gestión no respondiera a los propósitos que inspiraron su creación. Un escritor mejicano, reputado de serio y exacto en sus juicios (2), expresa, sin embargo, su criterio en los siguientes conceptos: «El plan fué sin duda grandioso, pero por desgracia los efectos no correspondieron a las esperanzas. La profesión de la minería se ennoblecíó sin duda y los tribunales o diputaciones de los reales de minas fueron de gran utilidad: pero el tribunal general como administrador de los fondos, causó a la minería grave y duradero perjuicio, porque habiéndolos invertido pródigamente en gastos ajenos del fin a que se consignaron, o dilapidándolos los empleados encargados de su manejo, acabó por una bancarrota de cuatro millones de pesos, dejando a los mineros sujetos al pago de una contribución permanente para pagar los réditos...»

Y añade, insistiendo en el mismo punto de vista: «Si fuese necesario un ejemplo que salga de la esfera de los casos comunes para comprobar lo que hemos dicho acerca del uso que los americanos solían hacer de sus caudales, comparativamente con el modo económico de formarlos y administrarlos de los europeos, lo hallaremos en el contraste que presentan los fondos del Consulado de Méjico manejados por éstos y los de la minería, Cuerpo en el que predominaban los primeros. El Consulado, en una larga serie de años, administró los fondos de su dotación, y otros que le fueron encargados, con economía; construyó grandes y útiles obras, y en el momento

(1) ALAMAN (LUCAS): *Historia de Méjico*. Méjico, 1849. Tomo I, pág. 224.

(2) ALAMAN (LUCAS): *Op. cit.* Tomo I, pág. 63.

de su extinción no dejó más deuda que la procedente de los capitales tomados para los caminos que emprendió, asegurados sus réditos con los peajes de éstos; la minería, en pocos años de existencia, levantó para Colegio un soberbio edificio con visos de palacio, poco acomodado para su instituto, y dejó una deuda que grava a los mineros con una contribución, que no tiene más objeto que el pago de los réditos de los capitales que el Cuerpo quedó reconociendo y se evaporaron sin dejar casi rastro alguno de su inversión.»

Contrasta la frialdad y desafecto que pareció sentir Elhuyar por el Tribunal de Minería, con el calor y entusiasmo que, desde su llegada a Méjico, le inspiró la creación y organización del Real Seminario o Colegio Metálico, al que dedicó toda su actividad, poniendo en la realización de esta obra, un intenso sentimiento de simpatía y logrando ver coronada su labor con el funcionamiento de un Centro de enseñanza, que podría, no en aquella remota época, sino en los tiempos actuales, considerarse como modelo de organización y de orden.

Todo fué en el famoso Colegio de Minería, la más acabada muestra de la labor de Elhuyar en América, obra personal suya, sentida y realizada con verdadera fe. Así lo proclama el más cuidadoso historiador de esta institución, D. Santiago Ramírez (1), al decir que este Colegio, «después de haber recibido el impulso vigorosísimo que le imprimió el soplo gigante de su inmortal fundador, D. Fausto de Elhuyar», hubo de entrar, más tarde, en un período de gran decadencia.

Tomó posesión, como ya se ha dicho, de sus cargos, muy al final del año 1788. En 12 de enero siguiente ya había presentado al Tribunal un extenso dictamen relativo al establecimiento del Seminario de Minería, en el que, basándose en

(1) RAMÍREZ (SANTIAGO): *Datos para la Historia del Colegio de Minería*. México, 1894. Página 10.



Elhuyar, Director del Colegio de Minería de Méjico.

(Dibujo y grabado de J. Diaz. De la obra México. Su evolución Social.)



Elhuyar, Director del Colegio de Minería de Méjico.

(Dibujo y grabado de J. Diaz. De la obra México. Su evolución Social.)

su deseo de llevar a cabo esta iniciativa con el mayor celo y eficacia, no sólo en cumplimiento de los deberes de su cargo, sino por evitar el daño producido por tanta demora, solicitaba que se le enviasen inmediatamente todos los papeles y providencias que existieran acerca del asunto y los documentos que su antecesor D. Joaquín Velázquez hubiera logrado reunir. En el transcurso del año formuló alguna propuesta de Cate dráticos y ordenó que se habilitasen, en el edificio arrendado para este fin, los Laboratorios de Química del Colegio, y en los primeros días del siguiente suscribió, con carácter definitivo, el «Plan del Colegio de Minería, presentado al Real Tribunal por el Director general del ramo D. Fausto de Elhuyar», en el cual se proyecta con todo detalle el régimen de enseñanza y la organización de la vida escolar.

El plan fué inmediatamente aprobado por el Tribunal y por el virrey, y Elhuyar pudo comenzar la adquisición de libros de texto y de instrumentos y útiles para las clases, compaginando esta labor con una comisión de servicio del Tribunal, que le encomendó el estudio de las minas de Sombrerete, con objeto de informar acerca de las mismas, para cuyo trabajo tuvo que ausentarse cinco meses de la capital.

Se remitieron a Madrid 15.000 pesos para las primeras compras de material científico y se abrió a Elhuyar un crédito ilimitado para los demás gastos de instalación; se arrendó la casa inmediata a la elegida anteriormente para Colegio, con el fin de disponer de mayor amplitud para cátedras y museos; se anunció una convocatoria para cubrir veinticinco plazas de alumnos internos entre los hijos de mineros distinguidos; se nombraron algunos profesores y el personal administrativo, se examinaron los expedientes de los aspirantes a colegiales, seleccionando los comprendidos en las ordenanzas, en todo el año 1791, y una vez terminada la organización en sus menores detalles y debidamente atendidas todas las necesidades

del Centro, debió ser intensa la satisfacción de Elhuyar al ver convertidos sus planes y proyectos en una halagadora realidad, en el acto de inaugurar las enseñanzas del Real Seminario de Minería, del que se da cuenta en el acta siguiente, que por su importancia para la historia de aquel brillante y meritisimo establecimiento, parece oportuno transcribir:

En 1° de enero de 1792, el Tribunal General compuesto de los Sres. D. Fausto de Elhuyar, Director; D. Ramon Luis de Liceaga y D. Antonio Barroso y Torrubia, Diputados Generales, y el Marques del Apartado, Consultor mas antiguo; estando en la Sala Principal de la casa destinada provisionalmente para Colegio, ubicada junto a la Iglesia de San Nicolas, congregados en ella para proceder a la apertura del Real Seminario, mandaron a presencia del numeroso, grave y distinguido concurso de los Sres. Ministros de los Tribunales de esta Corte, de los prelados y religiosos de todas comunidades y demas sujetos ilustres de la republica, eclesiasticos y seculares que asistieron a este acto, que por el Escribano D. Mariano Buenaventura de Arroyo, Secretario del Tribunal, se asentasen a la letra los quince articulos primeros del Titulo 18 de las Reales Ordenanzas, que tratan del modo y forma de la creación del Colegio, haciendo lo mismo con el Reglamento provisional formado para su regimen y gobierno, aprobado por el Superior Gobierno, segun aviso que dio el Virey en 12 de Febrero de 1790.

Despues se dijo por el mismo en altas y claras voces: Que el Real Tribunal General de Minería, en observancia de lo dispuesto por S. M., en su Real Nombre y bajo de las prevenciones y estatutos provisionales que acaban de referirse, y de las demas que en lo sucesivo pudieran calificarse convenientes para el mejor regimen del colegio; erigia, fundaba y establecia en este acto el Real Seminario de Minería bajo la Real proteccion y con inmediata sujecion y dependencia en todas sus causas y negocios al propio Tribunal General.

Despues ordenó que se recibiera el juramento a los empleados y colegiales que estaban presentes; y hecho se dió posesión de Rector al Presbitero Dr. D. Francisco Julian Benedicto y Martin; de Vice, Br. D. José Rafael Gil de León; de Catedratico interino de Matematicas, al Capitan D. Andrés José Rodriguez; de Maestro de Idioma Frances, a D. Mariano Chanin; de Dibujo de figura, a D. Bernardo Gil, y del de toda especie a D. Estevan Gonzalez.

Con lo que quedo erigido, establecido y fundado el Colegio Seminario; pasando despues el Real Tribunal en forma, con los referidos empleados y colegiales al Real Palacio para presentarselos al Virey: disponiendo que el dia siguiente 2 se celebre el divino sacrificio en el Convento del Hospicio (1).

(1) RAMÍREZ (S.). Obra citada, pág. 92.

Este documento figura también en el *Libro de Gobierno del Real Colegio Seminario de Minería de Nueva España*, que Elhuyar dispuso que se abriera inmediatamente después de celebrada la ceremonia solemne de que se ha dado cuenta. En sus primeras páginas, a modo de *Introducción*, se hace un extracto de lo ocurrido hasta entonces, en relación con la fundación del Real Seminario, y este relato da ocasión a Elhuyar para expresar su satisfacción en los términos siguientes:

«A pesar de los mas eficaces deseos con que siempre procuró el Tribunal general se viese verificado este tan vtil establecimiento, se hubo de retardar por espacio de ocho años, por distintas causas y dificultades que fueron ocurriendo, hasta que vencidas todas, llego aquel día deseado de su abertura, con un acto que fue de los mas solemnes.»

El Colegio se instaló provisionalmente en la calle de San Nicolás, en un gran caserón contiguo al Hospicio, para no retrasar el comienzo del curso, estudiando, al mismo tiempo, los planos y el emplazamiento del edificio definitivo, y enseguida comenzó el Director a ocuparse de la elección de textos, vestuario de los alumnos y atribuciones y facultades de los funcionarios y profesores. Se adoptó para matemáticas la Aritmética de Bails, de la que quiso Elhuyar hacer una edición, sin obtener la autorización del Tribunal, que acordó se esperara la llegada de los ejemplares de Europa; se nombró catedrático de Gramática Castellana a Chanín, que era profesor de francés, eligiendo por texto la de la Academia Española, y para establecer una sólida disciplina, el Director redactó un severo Reglamento que comienza con el siguiente párrafo: *En todo cuerpo, compuesto de miembros de diversas graduaciones, es indispensable para su buen gobierno la subordinación y dependencia de los menores a los superiores: como que sin esta circunstancia todo se vuelve confusión, arbitrariedad y desorden*», discretas y sabias palabras que indican el cuidado que

puso Elhuyar, desde el primer instante, en organizar el Centro cuya dirección le había sido confiada.

El primer curso, establecido de acuerdo con el año natural, no pudo tener gran interés, limitándose el Director a completar la dotación de 25 alumnos y a pedir a Europa nuevos elementos para la enseñanza, de los que no se recibió la primera remesa hasta fines de agosto. Dos sucesos merecen, sin embargo, anotarse; uno de ellos es el convenio establecido con la Academia de San Carlos para la adquisición de terrenos de Nilpantongo, para edificar en ellos el Seminario, y otro la solicitud del ilustre D. Andrés Manuel del Río para desempeñar la Cátedra de Mineralogía, para la que fué designado el año siguiente, siendo desde entonces, con Elhuyar, uno de los sostenes más firmes del famoso Colegio, a cuyo florecimiento y prestigio dedicaron estos dos sabios extraordinario cariño.

Ya en 1793 se intensificó la labor, pagándose treinta mil pesos por el solar del edificio nuevo y comenzando los trabajos preparatorios para realizar las obras, de acuerdo con el Ingeniero militar D. Miguel Constanzó. Las clases se dieron normalmente y en los primeros días de diciembre se celebraron actos públicos y exámenes de los alumnos, a los que asistió selecta concurrencia.

En el año siguiente se empezaron a formar las magníficas colecciones de minerales para los Museos del Colegio. La primera adquisición se hizo en 1.547 pesos, de la testamentaria de D. Juan Eugenio Santelices, que había sido Fiscal del Tribunal, y ésta fué la base del espléndido Gabinete de Mineralogía del Colegio de Méjico. En agosto embarcó en Cadiz, en el navío de guerra *San Pedro Alcántara*, D. Andrés del Río, y en octubre desembarcó en Veracruz, siendo portador de una expedición de material de enseñanza, llegando a la capital el 18 de diciembre.

A partir de esta fecha empieza la época más brillante de

la historia del Colegio, que es sensible no poder seguir en todos sus detalles, para comprender mejor hasta qué punto puso su alma Elhuyar en esta empresa. De cuales fueron los resultados y del ambiente que se creó en favor suyo por su acertada gestión, da exacta idea el escrito de súplica para que continuara en su cargo, que a continuación se transcribe:

Sres. Administrador y Diputados Generales del Importante Cuerpo de la Minería de esta N. E.

El Real Seminario de Minería de esta Corte con la debida atencion hace presente á V. S. tiene entendido que á el Sor. Don Fausto Eluyar Director Gral. de la Minería de este Reyno, y de este Real Seminario, se le cumple á principios del año proximo de noventa y siete el nombramiento de que le hizo gracia S. M. En cuyo supuesto previendo este Real Seminario la falta de este Director, y las funestas conseqüencias que de ella pueden resultar, y atendiendo asi mismo al honor de este Real Seminario, á su conservacion, y á sus mayores progresos: se ve precisado á representar á V. S. la necesidad que hay de impetrar la gracia de S. M. para que al actual Sor. Director se le continúe el nombramiento por otros nueve años, o por el tiempo que fuere de su Real agrado, fundandose en los motivos y razones siguientes:

Es bien notorio que á el Sr. D. Joaquin Velasquez de Leon, primer Director de este Real Seminario, se le hizo esta gracia por S. M. en atencion a su instruccion y al merito de haver proyectado este establecimiento á beneficio del Importante Cuerpo de Mineros. Y si bien este sabio Director hizo los mayores esfuerzos para verificarlo: lo cierto es que no lo pudo lograr en su tiempo por varios incidentes que le constan á V. S. Estaba pues reservada á D. Fausto Eluyar la gloria de haver puesto en execucion aquel Plan, y ver erigido este Real Seminario, en que seguramente há contrahido un merito distinguido, nada inferior al de su primer Director. Si el merito de este le hizo acreedor á que S. M. le nombrase Director por el tiempo de su vida; comprehende este Real Seminario que el actual Director merece se le prorrogue, si no por toda su vida, á lo menos por el tiempo que sea necesario para acabar de formalizar lo que resta á este establecimiento, y reconocer la utilidad que puede prometer á nuestros Mineros.

V. S. sabe que habiendo fallecido el Sr. D. Joaquin Velasquez de Leon, se consultó al Rey para que se sirbiese nombrar un sugeto en quien concurrieran la instruccion y practica necesaria en las Ciencias relativas á la Minería; y constandole á nuestro Ministerio que el Sr. D. Fausto Eluyar tenia bien acreditada su pericia de estas materias, segun se estudia en la Europa, se le nombró para que viniese de Director de esta Minería.

Vino y luego que comenzó á tirar las líneas de su primer proyecto del Beneficio de metales del Consejero Born, reconoció que el medio mas eficaz y seguro para plantear este, ú otro qualquier util descubrimiento, era el de poner en execucion el Plan que se tenia proyectado de este Real Seminario,

é inmediatamente trató de ponerlo por obra. Pero esta empresa que se presentaba facil para algunos, le costó el trabajo de quatro años en el arreglo de Planes, en informes, en preparativos de libros, de Maquinas, y en otras mil diligencias de que V. S. es sabedor; hasta que ultimamente logró se hiciera la apertura de este Real Seminario.

V. S. há visto en los Exámenes publicos que se celebran á presencia suya todos los años, en la visita anual que hace á este Real Seminario, y en los informes diarios que le da el actual Sr. Director, los adelantamientos que han hecho sus Alumnos en solo el tiempo de quatro años. Los Señores Capellanes, Rector y Vice-Rector, los Catedraticos y Gefes de los Trozos, como testigos del infatigable zelo y empeño del actual Sr. Director en procurar, tanto de la educacion cristiana y política de dichos Alumnos, como en la instruccion de las Facultades que se les enseñan relativas a la Minería, admirando al mismo tiempo la instruccion de este señor Director, su prudencia y su afavilidad para con todos los individuos de este Cuerpo.

Por todas estas razones se persuade este Real Seminario á creer que en este Reyno no hay otro sugeto del merito y circunstancias tan acomodadas al instituto de este Real Seminario, como el Sr. D. Fausto Eluyar. No se duda que en Europa habrá sugeto de la instruccion y talentos que requiere este Empleo; pero qualquiera que sea, no tendrá reconocido el carácter y genio de los naturales de este país, no puede saber las dificultades que ha sido preciso superar para la ereccion de este Seminario, ni es facil prevea las que resta que vencer, como el Sr. Eluyar. V. S. sabe que se hallan establecidas las clases de Matemáticas, la Fisica experimental, la de Mineralogia, la de la Lengua Castellana y Francesa, la de Divujo y la de Delineacion; pero faltan varios libros, Maquinas y materiales para la clase segunda y tercera: falta asi mismo que arreglar la quarta Clase de la Quimica, cuyo Profesor se espera venga de un dia para otro: falta en fin que los Alumnos de este Real Seminario pasen á adquirir la practica del Laborio, y Beneficio de las Minas de este Reyno. Con razon pues recela este Real Seminario, que puesto el gobierno directivo y economico en otro sugeto que no tenga las ideas del Sr. D. Fausto Eluyar, ha de padecer sus alteraciones, y acaso quedar frustados los favorables designios que promete este establecimiento. La experiencia nos enseña que los mejores proyectos hán quedado sin efecto por haver faltado su primer autor: y esto no porque haya faltado zelo, é instruccion para promoverlos, sino porque el proyecto mas bien ideado encierra ciertos requisitos, y menudencias que tratados de poner en planta, no se hán podido vencer, los que no se duda que el que lo formó, tendria previsto el modo de suponerlos.

Por tanto este Real Seminario no puede menos de representar á V. S. que al paso que siente la falta de un Director tan util y recomendable por todos titulos, le seria muy doloroso no haber hecho este curso en tiempo oportuno, á que le obligan las justas razones, asi de mirar por todo aquello que considera conducente al honor, conservacion y mayores progresos de este establecimiento, como tambien á el mejor desempeño de lo que cada uno de sus

individuos tiene á su cargo; pues de no hacerlo asi se le podria imputar por inculpable esta omision.

Finalmente este Real Seminario conoce que á V. S. no se le ocultan las razones que lleva expuestas; presume asi mismo que acaso tendrá premeditada esta misma solicitud; y asi confiesa que el objeto de esta representacion, no es otro que el de reunir su voto con el de V. S. persuadido de que tendrá particular complacencia en llevar adelante este pensamiento, ó bien dirigiendo esta representacion á S. M. ó esforzandola con otras razones, ó solicitando el informe del Exmo. Sor. Virrey Marques de Branciforte, como mejor le pareciere.

Este Real Seminario reconoce á V. S. por su inmediato Gefe y Protector, le consta el interes que tiene en el mejor exito de este establecimiento, y el aprecio que hace de sus individuos, y así no duda de que V. S. sabrá superar todas las dificultades que nosotros no podemos penetrar: por lo que no nos resta más que ofrecernos por nuestra parte á lo que podamos contribuir á la expresada solicitud.

Es quanto por ahora tiene que representar á V. S. este Real Seminario.

Dios giie la importante vida de V. S. m.^s a.^s Mexico 11 de Febrero de 1796.—*Dr. Fran.^{co} Julian Benedito*, Capellan Rector.—*José Rafael Gil de León*, Capellan Vice-Rector.—*Andres del Rio*.—*Fran.^{co} Ant.^o Bataller*.—*Antonio Chanin*.—*Estevan Gonzalez*.—*Bernardo Gil*.—*Andrés José Rodriguez*.—*José Man.ⁱ Gonz.^s Dⁱ Cueto*, Colegial Gefe.—*José Casimiro Chovell*, Colegial Gefe.—*José María Mantilla*, Colegial Numerario.—*Manuel Cañedo*, Colegial Pensionista.

A este escrito se unieron poco después las firmas de don Diego Villasante y D. Diego Morales, en representación de los mineros de Oajaca, y más tarde «en Junta general de mineros, formada por todo el personal del Tribunal de Minería y los apoderados de las minerías de Guanajuato, Zacatecas, Fresnillo, Sombrerete, Chihuahua, Pachuca, Sultepec, Tasco, Zacualpan, Cosiguirachi, Guarisamey e Inguaran, se trató el mismo asunto por iniciativa de los apoderados de Fresnillo, Pachuca y Sombrerete, quienes manifestaron lo útil y conveniente para el Cuerpo de Minería, que se perpetuara el señor D. Fausto de Elhuyar en el empleo de Director general».

«La junta aprobó por unanimidad e hizo suyo este pensamiento, expresando la necesidad de que permaneciera el Director en su empleo, así para aprovecharse el Cuerpo de las ventajas que el conjunto de sus buenas prendas, conocimien-

tos y pericia le prometen, como por manifestarse su gratitud y el distinguido concepto que le merece, conviniendo en elevar al Rey una representación en este sentido y en el de que se le aumentase sueldo, comenzando este aumento desde el día de su ingreso al Tribunal, decretándose una pensión a su viuda en el triste caso de su fallecimiento.»

¿Puede hacerse un elogio más expresivo de una gestión?

Elhuyar continuó en su cargo y el rey de España, no limitándose a la favorable resolución de la súplica presentada, le nombró Ministro de la Real Junta General de Comercio, Moneda y Minas, «en atención a los méritos y servicios que tiene adquiridos en beneficio y utilidad del importante Cuerpo».

Fué creciendo el prestigio del Colegio y paralelamente las esperanzas concebidas acerca de su gran utilidad. Las noticias de los progresos logrados por los alumnos, en su ordenada y seria instrucción, llegaron a la corte y el Ministro de las Indias dirigió al virrey de Nueva España una Real orden que dice lo siguiente:

Convencido el Rey de que por el celo, actividad y aplicación del Director, Maestros y alumnos de ese Real Colegio de Minería, adquiriran algunos de estos en el los conocimientos teóricos, prácticos y convenientes para el mas seguro y económico laboreo de los preciosos metales de oro y plata en esos Reales de Minas en el tiempo mas oportuno, y que a este fin no se omitiera diligencia ni gasto alguno, ha resuelto igualmente S. M. que se haga a todos el mas estrecho encargo para el efecto; y que verificado el examen de los jóvenes de mas aplicación y aprovechamiento, propongan el Maestro, el Director y este, por medio de V. E., aquellos que tengan disposición y ninguna dificultad para pasar, con el destino de Directores e Ingenieros de Minas, a los Vireynatos del Perú y Buenos Aires y á las provincias de Guatemala, Quito y Chile, a establecer el mejor, mas seguro y económico metodo en la extracción y beneficio, expresando el sueldo y regulacion de gastos de viaje.

Creo que es éste el primer documento oficial en que se menciona la profesión de Ingeniero de Minas, con esta denominación. Unos años antes ya se había expuesto, en Verga-

ra (1), en una curiosísima memoria, presentada a la R. S. Bascongada por D. Manuel de Osquiguilea, la conveniencia de la creación de los Ingenieros civiles, y muy poco después, en otro escrito, no menos atractivo que el citado (2), titulado «Plan del establecimiento de un Cuerpo Militar de Ingenieros Mineralógicos en el Nuevo Reino de Granada», se señalan las normas de la que es actualmente nuestra especialidad, que debía crearse, según el autor de este proyecto, con objeto de «socorrer a la nobleza de este Reyno, facilitándola una ocupación distinguida con que subsistir».

Y hemos de decir que no se concebía la posibilidad de separar la técnica del laboreo de las minas, de la del beneficio de todos y cada uno de sus productos, encomendándose siempre la inspección de los centros de tratamiento de minerales a los que más lógicamente se consideraban especializados en estas materias.

En realidad, los alumnos del Real Seminario podían justamente, al terminar sus estudios, ostentar el título de Ingenieros, pues la enseñanza estaba muy seriamente organizada y comprendía todas las materias técnicas entonces conocidas. Los cursos orales duraban cinco años, y a su término, debían residir los estudiantes, *por lo menos dos años*, en un centro minero importante, presentando un informe con arreglo a unas *Instrucciones* redactadas por el Director del Colegio, que suponían la exigencia de un grado de cultura científica muy elevado.

Así pudieron lograrse, en los primeros años del siglo XIX, unas promociones de Ingenieros verdaderamente brillantes, «honor de esta América y gloria de nuestro D. Fausto» (3),

(1) *Extractos de las Juntas de la R. S. Bascongada 1784*, pág. 78.

(2) Archivo de Mutis, legajo 24, documento 4.

(3) BERISTAIN DE SOUZA (Dr. D. José Mariano): *Biblioteca Hispano Americana...* Méjico, 1816.

siendo doloroso que algunos de aquellos alumnos, que hubieran sido seguramente figuras distinguidísimas de la Ingeniería mejicana, como Casimiro Chovell y Rafael Dávalos, perdieran la vida en las luchas planteadas, pocos años más tarde, por la independencia de su país.

El prestigio del Centro, afanosamente dirigido por Elhuyar, creció rápidamente. El público se interesó por su labor y sus profesores, alguno tan eminente como D. Andrés del Río, publicaron obras de texto tan notables como sus *Elementos de Orictognosia, según los principios de Werner*, primera obra de este género escrita en español; dieron conferencias (1) y celebraron actos solemnes, a los que asistían las personalidades de más relieve de Méjico, pudiendo decir su Director, con íntima satisfacción, que «la buena opinión que este Real Seminario ha ido adquiriendo desde su erección, ha llamado la atención del público y motivado que muchos sujetos del primer rango de esta Capital y de todo el Reyno, hayan solicitado poner en él, con preferencia a otros Colegios, a sus hijos para proporcionarles una buena educación y la instrucción de las ciencias que en él se enseñan. Así ha ido aumentando de año en año, y especialmente en estos últimos, el número de alumnos».

Estas manifestaciones de Elhuyar eran absolutamente exactas, y seguramente su interés por el Colegio, obra tan personalmente suya, le hubiera sugerido nuevos medios de acrecentar su reputación y autoridad; pero las obras culturales, que son la base de la prosperidad material y económica, necesitan, para su desenvolvimiento y eficacia, un ambiente de absoluta paz material y espiritual, pues nada es tan opuesto al bienestar y al progreso, como la inquietud y el desorden. El comienzo de la guerra de la independencia mejicana señaló, como tenía

(1) *Anales de Ciencias Naturales*. «Discursos de las vetas, de D. Andrés del Río.» Tomo V, pág. 25. Tomo VII, pág. 30.

que suceder, la iniciación de la decadencia de aquel Centro, que ya no pudo llegar a ser lo que su primer Director había seguramente imaginado.

Entre tanto, se había llevado a cabo la construcción del magnífico edificio definitivo, en los terrenos de Nilpantongo adquiridos a este propósito. Las obras se comenzaron en 1797, no pudiéndose trasladar las enseñanzas al nuevo Colegio hasta 1811, aunque con carácter provisional, por no estar totalmente terminado el suntuoso palacio levantado por los mineros mejicanos para la enseñanza de sus técnicos.

Iniciada la guerra de la independencia, los años que duró la contienda, la vida del Colegio fué forzosamente desanimada y lánguida. Los alumnos, que notoria y lógicamente simpatizaban con el movimiento, tenían su espíritu más embargado por los diarios sucesos que por sus estudios, y su Director tenía que sentirse impresionado por este difícil ambiente. Además, por la elevada condición de su cargo, formaba parte de la Junta de autoridades, de la Comisión de arbitrios por el ramo de Minería, era conjuer de Alzadas, y la lucha, con sus dolorosos y continuos episodios, distraía su atención y ocupaba su tiempo.

«Las circunstancias decadentes de los fondos del Tribunal», como se dice en un auto de enero de 1812, obligaron a reducir la pensión de los alumnos y se pensó seriamente en la suspensión definitiva de las enseñanzas. El celo de Elhuyar no era suficiente para contrarrestar tantas circunstancias adversas y su espíritu entristecido hubo de rebelarse ante el propio virrey, que habiendo indicado sus deseos de que en el Palacio del Seminario se diera un gran baile para celebrar la vuelta a España de Fernando VII, recibió una respuesta del Director expresándole su extrañeza porque se hubiera solicitado el Colegio «para un uso tan impropio y tan contrario a su objeto».

En estos años escribió Elhuyar algunas de sus obras más interesantes y prestó su concurso a los problemas planteados por la amoneda, dificultada por las frecuentes ocupaciones de las principales minas por los insurrectos, y tan pronto como las circunstancias lo hicieron posible, intentó reanimar la industria minera, dirigiendo al virrey D. Juan Ruiz de Apodaca, una exposición sobre los posibles remedios para aliviar el decadente estado de tan importante ramo de la producción mejicana, proponiendo la reducción y aun la exención total de impuestos a las minas y el régimen de las Casas de Moneda provisionales.

La independencia definitiva de Méjico, obligó a Elhuyar a abandonar su Colegio, y cabe imaginar su sentimiento al separarse de aquel centro, al que tantos desvelos y tantos afectos había consagrado.

El comentario más justo de su labor se expresa en estas palabras, con que termina su interesantísima obra, acerca del Colegio de Minería de la que están tomadas las noticias expuestas, el ingeniero de Minas mejicano D. Santiago Ramírez.

«Este ilustre sabio hizo mucho por su país, mucho por las ciencias, mucho por nuestra Minería, mucho por nuestra patria.»

Otra de las materias que forzosamente atrajo la atención del Director general de Minas, en los primeros años de su estancia en América, fué la necesidad en que hubo de hallarse de intervenir en los resultados de las expediciones científicas o profesionales, nombradas por el Gobierno de España, de acuerdo con la designación de personas hecha por el mismo Elhuyar, durante su estancia en Viena, en los comienzos del año 1888.

Tenían estas expediciones por objeto principal el introducir en América el método de Born para el tratamiento de los

minerales argentíferos, aparte del más amplio y general de intentar una mejora en los sistemas de explotación de minas, enseñando y difundiendo los conocimientos del personal especializado en esta industria, que formaba parte de aquellas delegaciones, creando mineros expertos que llevaran a todas las regiones del país la práctica de sus procedimientos y sistemas de laboreo.

La expedición al Perú, dirigida por el barón de Nordenflicht, fué bastante numerosa, pues la constituían quince personas, a las que se habían señalado sueldos elevados, aparte de otras concesiones y ventajas. Los directores técnicos eran tres: el barón, D. Juan Daniel Webert, subdirector de la expedición y profesor de laboreo, y D. Antonio Zacarias Holms, químico ensayador y metalurgista.

Estos mineros, distinguidos y notoriamente competentes, llegaron a Potosí el 24 de enero de 1789 (1), permaneciendo en estas minas bastante tiempo, sin trasladarse a Guancavelica, como era su propósito. Su gestión fué, desde los primeros momentos accidentada y difícil, su labor discutida y en muchos casos combatida con violencia, y los resultados obtenidos aparecen en el examen de los documentos de la época, por lo menos, confusos y discutibles.

Elhuyar, por su autoridad y notorio saber, tuvo que ser repetidamente consultado por las más altas autoridades del Perú acerca de los trabajos de los profesores alemanes, y dió un dictamen que D. N. Robledo elevó al Tribunal de Minería de Lima (2), con duras consideraciones suyas sobre la conducta del barón, acusándole de diversos engaños y falsedades.

(1) MATA Y LINARES (BENITO): Colección de manuscritos de la Academia de la Historia. «Carta de D. Francisco de Paula Sans, intendente de Potosí, al virrey marqués de Loreto.» Legajo 69.

(2) MAFFEI (E.) y RÚA FIGUEROA (R.): *Apuntes para una biblioteca española*. Madrid, 1872. Tomo II, pág. 648.

No creo que la incompetencia ni la incorrección de Nordenflicht fueran las causas de su notorio fracaso, que debe más bien atribuirse a incomprensión o a dificultades del medio en que estos técnicos tuvieron que actuar. A los diez años de estancia en América tuvieron que solicitar su regreso a Europa, sin haber logrado obtener con sus procedimientos resultados satisfactorios. Supone Humboldt que determinados fenómenos químicos se oponen en el nuevo continente a la introducción del método inventado en Alemania en 1786 por Born, Ruprecht y Gellert (1).

Algo semejante le sucedió a Sonnesmicht en la Nueva España. Sin duda trabajó con más fruto y escribió un trabajo estimable (2), en cuyo prólogo honradamente reconoce su falta de éxito al intentar la aplicación de los métodos alemanes, en las siguientes frases: «A lo menos no tengo embarazo de declarar que, con diez años de trabajo, no he podido lograr el introducir ni el beneficio de Mr. Born, ni otro método preferible al del patio, por más arbitrios que he empleado.»

No perdió nunca Elhuyar el contacto con Sonneschmidt, y cuando éste se hallaba instalado en la mina «La Valenciana», envió al alumno Vicente Herrera para que redactase una memoria sobre «Beneficio de metales, tanto del corriente como de lo que hubiere observado en el de D. Federico Sonneschmidt».

Nos hubiera apartado extraordinariamente de nuestro fin principal el haber seguido las incidencias de las dos expediciones técnicas; pero por su relación con Elhuyar, se pueden terminar las breves consideraciones expuestas, con el siguiente

(1) HUMBOLDT (A. DE): *Ensayo político sobre el reino de Nueva España*, tomo II, pág. 125. Madrid, 1918.

(2) SONNESMICHT (FEDERICO): *Tratado del beneficio en los metales*. Está publicado en la obra de Cancelada titulada *Minas de España*, pero además se hizo una tirada por el Tribunal de Minería.

párrafo del «Dictamen de la Junta formada para examinar el expediente de la Expedición mineralógica al Perú del barón de Nordenflicht»:

«La expedición enviada a Nueva España no presenta el mismo aspecto de contradicción y desorden, y si bien su éxito no ha correspondido tampoco a las miras que se tuvieron en ella, por no haber tenido aplicación útil en aquellas minas los métodos de Europa, no ha dado lugar, sin embargo, a incidencias de debates como los que van referidos, y se ha reducido naturalmente y sin violencia a lo que debía ser: en centro de luces y de instrucción, que se ha verificado en el floreciente Seminario establecido en Méjico a consecuencia de aquella empresa. Esta diferencia consiste solamente en haber logrado, en la persona de su Director D. Fausto de Elhuyar, un regulador que ha desempeñado las funciones de tal, con el pulso, circunspección y tino tan propios de su carácter y de sus luces (1).»

No puede omitirse tampoco, en un estudio relacionado con la Minería mejicana en los comienzos del siglo XIX, un breve comentario a la visita del ilustre Humboldt a Nueva España, pues sus escritos, si no existieran otros antecedentes, bastarían para consagrar la reputación de D. Fausto de Elhuyar y para formar juicio acerca de su importante labor en América.

Este sabio viajero, del que asombra la universalidad de sus conocimientos, se había formado espiritualmente, como Elhuyar y Del Río, en la Escuela de Freyberg, y de esta coincidencia debió nacer la cordial amistad y el sincero afecto que le unió siempre a estos dos profesores del Colegio de Minería.

Humboldt vino a la corte de Carlos IV, en 1799, para em-

(1) MATA Y LINARES: Colección de manuscritos citada, legajo 69.

prender desde aquí su viaje a las Américas, llegando a la capital de Méjico en abril de 1803 (1). El rey de España y el Gobierno le recibieron en Madrid con grandes muestras de consideración, concediéndole toda la protección posible, siendo preciso consignar, en honor suyo, que, agradecido a estas deferencias y atenciones, mostró siempre en sus obras ser un leal amigo de nuestro país, al que hizo justicia desvaneciendo errores que pudieran no ser favorables, y muy especialmente los relacionados con el supuesto mal trato que los españoles daban a los indios empleados en las explotaciones mineras.

Sobre este punto, tan interesante de dilucidar para la historia de la colonización española, dice textualmente que «el trabajo del minero es enteramente libre en todo el reyno de Nueva España y ningún indio ni mestizo trabaja por fuerza. Además de esto, el minero mejicano es el mejor pagado de todos los mineros: gana a lo menos 100 ó 120 reales a la semana, en seis jornales... y los *tenateros* y *faeneros*, que llevan los minerales, ganan a veces 24 reales en seis horas, cuando en Freyberg, en Saxonia, el minero gana por cada semana de cinco jornales unos 16 a 18 reales» (2).

En términos también muy laudatorios trata Humboldt del Tribunal y del Colegio de Minería, del que dice que «ninguna ciudad del Nuevo Continente, sin exceptuar las de los Estados Unidos, presenta establecimientos científicos tan grandiosos y sólidos como la capital de México, y me bastará con citar aquí la Escuela de Minas dirigida por el sabio Elhuyar», aparte de otros juicios igualmente favorables, y en cuanto a D. Fausto,

(1) Extracto de la carta que el Barón de Humboldt escribió desde Méjico en 22 de abril de 1803 a D. Antonio Josef Cavanilles. *Anales de Ciencias Naturales*. Tomo VI, pág. 281.

(2) HUMBOLDT (A. DE): *Ensayo político del Reyno de Nueva España*.— Madrid, 1818. Tomo II, pág. 121.

no lo cita una vez que no sea para dedicarle palabras de gran consideración, empezando por reconocer que los extensos y completísimos datos que publica acerca de las minas mejicanas le fueron facilitados por el director de Minería, haciendo resaltar su desinteresada colaboración y señalando con frecuencia sus investigaciones y trabajos personales en beneficio de la industria minera.

Reconoce también su capacidad y competencia, y en su magnífica obra, tantas veces citada, muestra su admiración por el estado general del país, que, realmente, en los años en que este sabio e infatigable hombre de ciencia tuvo la fortuna de visitarlo, merecía inspirar, por su organización y por su desenvolvimiento y riqueza, los más favorables y aun apasionados comentarios.

La vida de la Minería mejicana, tan próspera y activa en los comienzos del siglo XIX, sufrió un rudo golpe con la iniciación de los sucesos que, agravándose más tarde, representaron el comienzo de la guerra de la independencia, y en tan difíciles circunstancias debieron ser grandes las contrariedades y sufrimientos que hubo de soportar el director de Minería, pues es notorio que las alteraciones en el orden político tienen siempre como víctimas principales las fuentes de riqueza y los intereses económicos que de ellas se derivan. La vida industrial, de la que la Minería es una rama, prospera y se desenvuelve cuando hay tranquilidad; pero si la agitación llega a invadir un país, las industrias extractivas son las primeras que experimentan el daño, imposibilitándose rápidamente la continuación de sus trabajos.

En la Nueva España representaban, además, las minas grandes y apetecibles riquezas, que no era de extrañar que excitaran la codicia de los elementos activos de la revuelta, que, libres de todo freno, era lógico que pusieran en los establecimien-

tos de minería el objetivo incesante de sus aspiraciones de conquista.

Dicen la mayor parte de los historiadores de la independencia mejicana, que el origen de su alzamiento está relacionado íntimamente con la difícil situación creada en España al estallar la gloriosa lucha con los ejércitos de Napoleón, instalados en todo el país con el pretexto de la ocupación de Portugal, pactada en Fontainebleau para ceñir la corona de Los Algarves sobre la frente del favorito de Carlos IV, y que la caída de Godoy y la proclamación de Fernando VII, señalan el comienzo de la sublevación contra Iturrigaray, virrey de Méjico y hechura del príncipe de la Paz.

El hecho es cierto, pero la inquietud y las propagandas separatistas empezaron en América bastante antes de esta fecha, por la aparición de pequeños focos de rebeldía y por la sustanciación de procesos, que ya revelaban por lo menos un principio de quebranto de la autoridad española (1). Podrían, con mayor anterioridad todavía, encontrarse pruebas documentales de las aspiraciones de una parte de la población, pero ni su examen, ni el de las causas que determinaron aquel movimiento son de este lugar, en que ha de ser preferente el comentario de los sucesos relacionados más o menos directamente con la vida minera mejicana.

Fué gran desgracia para España la de que al iniciarse nuestra guerra de la Independencia, con los gloriosos sucesos del 2 de mayo de 1808, que tan transcendental repercusión habían de tener en Méjico, tuviera allí confiada su representación al virrey Iturrigaray, cuyas dotes personales es sensible no poder elogiar, pues su ambición y su codicia, sin la com-

(1) Autos contra Guillermo Augusto Bowles, inglés, por intento de sublevación de La Florida contra España, 1786-92. — Autos con motivo de la conspiración intentada en la ciudad de Méjico por los criollos contra los europeos, 1800-803. — Archivo Histórico Nacional. — Manuscritos.

pensación siquiera de una mediana inteligencia, lejos de detener el movimiento insurreccional, lo fomentaron y precipitaron considerablemente.

Las circunstancias que atravesaba nuestro país y la convicción de que no prevalecería en su lucha con un enemigo tan fuerte como Francia, inspiraron a elementos influyentes de la capital de la Nueva España la idea de la independencia de su patria, y contando con la colaboración inconsciente del virrey, fué posible el arraigo y difusión de estos propósitos.

A la noble rebeldía de la vieja España contra el dominio francés, respondió la Nueva con un solemne juramento de fidelidad a Fernando VII y de no reconocimiento de Napoleón ni de ninguno de su familia. El retrato del joven monarca era aclamado y paseado en triunfo por las calles de Méjico, y el entusiasmo por ayudar a la metrópoli indescriptible; pero tal arte se dió Iturrigaray para ejercer sus funciones, en aquellos difíciles momentos, que fueron los propios españoles los que, apoderándose por sorpresa de su persona, le embarcaron para Cádiz, entregando el virreinato a D. Pedro Garibay.

Tan funesta como para la política fué para la minería la gestión de Iturrigaray. Cuando fué preso y destituido, tenía en depósito en el Tribunal la respetable suma de 400.000 pesos, y en el proceso que se le instruyó, confiscándole sus bienes, se le condenó a pagar 9.684 onzas de oro y 4.000 pesos que él mismo o su señora habían recibido incorrectamente, por gratificaciones, en el repartimiento de azogues. Obtuvo, además, la familia una donación de 100.000 pesos del Tribunal de Minería, sin que conste que prestara al ramo servicio alguno. Tardó este proceso en terminarse, y a la proclamación de Iturbide como emperador de Méjico, se resolvió devolver a la familia de Iturrigaray todos estos y otros bienes, por su

eficaz ayuda a la independencia mejicana (1), hacia la cual se siguió caminando con paso firme y seguro los dos años siguientes a la violenta destitución de Iturrigaray, merced a la poco afortunada gestión de virreyes ineptos y a la constante y eficaz conspiración de los americanos interesados en obtenerla.

No tomaron, sin embargo, gravedad e importancia las tendencias revolucionarias y rebeldes hasta el llamado *Grito de Dolores*, lanzado a sus compatriotas por el célebre cura don Miguel Hidalgo, párroco de aquella villa, en el departamento de Guanajuato, y primer caudillo de la sublevación.

Era el cura de Dolores hombre culto y prestigioso, que había dedicado su vida a su sagrado ministerio y a la agricultura, que había impulsado intensamente, y a los sesenta años cumplidos se lanzó, con Allende y Aldama, oficiales del regimiento de Caballería de la Reina, a levantar el país, ya muy agitado e inquieto, iniciando la lucha el domingo 16 de septiembre de 1810, día en que, después de decir su misa, lanzó un manifiesto en el que animaba al pueblo a unirse con él para defender el reino, contra los españoles que trataban de entregarlo a los franceses; les dijo que en lo sucesivo no pagarían tributo alguno, que la opresión había terminado y que daría un duro diario a todo el que se alistase con armas y caballo, y la mitad a los que fueran a pie (2).

Rápidamente logró alistar en sus filas unos seiscientos hombres, que rompieron las hostilidades atacando el poblado de San Miguel el Grande, para dirigirse después hacia Guanajuato, interesante objetivo de los rebeldes. Al pasar por Atotonilco tomaron un lienzo representando la Virgen de Guadalupe, que desde entonces quedó proclamada símbolo de la independencia mejicana.

(1) ALAMAN (LUCAS): *Historia de Méjico*. — Tomo I, pág. 266.

(2) MIQUÉLEZ (P. MANUEL F.): *La independencia de México*, pág. 39.

Crecían, entretanto, rápidamente las huestes del cura Hidalgo, que cometían toda clase de violencias, y reforzado su ejército hasta contar con unos seis mil hombres, aliados con el regimiento de dragones de la Reina, se proclamó generalísimo del mismo en los campos de Celaya, tomando la decisión de atacar Guanajuato, conminando la rendición de la misma al intendente D. Juan Antonio Riaño, en el siguiente documento:

Cuartel general en la Hacienda de Burras, 28 de Septiembre de 1810.— El numeroso ejército que comando me eligió por Capitan general y Protector de la nación en los campos de Celaya. La misma ciudad, a presencia de cincuenta mil hombres, ratificó esta elección que han hecho todos los lugares por donde he pasado; lo que dará a conocer a V. S. que estoy legitimamente autorizado por mi nación para los proyectos benéficos que me han parecido necesarios a su favor. Estos son igualmente útiles y favorables a los americanos y a los europeos que se han hecho animo de residir en este reino; y se reducen a proclamar la independencia y la libertad de la nación. De consiguiente, yo no veo a los europeos como enemigos sino solamente como un obstáculo que embaraza el buen éxito de nuestra empresa. V. S. se servirá manifestar estas ideas a los europeos que se han reunido en esa Alhondiga, para que resuelvan si se declaran por enemigos, o combienen en quedar en calidad de prisioneros, recibiendo un trato humano y benigno, como lo están experimentando los que traemos en nuestra compañía, hasta que se consiga la insinuada libertad e independencia, en cuyo caso entraran en la clase de ciudadanos, quedando con derecho a que se les restituyan los bienes que, por ahora para las urgencias de la nación, nos servimos. Si, por el contrario, no accediesen a esta solicitud, aplicaré todas las fuerzas y ardidés para destruirlos, sin que les quede esperanza de cuartel.—Dios guarde, etc.— Miguel Hidalgo y Costilla, Capitan general de America.

Se ha transcrito la comunicación de Hidalgo a Riaño porque evidencia claramente la manera de pensar del caudillo y sus propósitos, bien distantes del significado del «Viva Fernando VII» usado por su ejército, que parecía querer dar a los sucesos un carácter exclusivamente antifrancés y marcadamente realista. El cura de Dolores deseaba proclamar la independencia de su país y no enmascara ni disimula en su escrito su programa.

Era, además, la posesión de la rica y minera ciudad de Guanajuato uno de los fines más interesantes de aquella horrorosa y trágica contienda, desde el punto de vista que más afecta a nuestro relato. La lucha se entabló con caracteres de extraordinaria violencia y la ciudad cayó en manos de Hidalgo, perdiendo la vida el intendente Riaño y muchos heroicos defensores de la plaza, siguiendo a su entrega una tremenda matanza, que es justo decir que el generalísimo Hidalgo hubiera deseado evitar, no pudiendo lograr el ser obedecido por su propia gente, dura y difícil de contener en la hora del triunfo.

Salió Hidalgo de Guanajuato para continuar la guerra y quedó el oficial Allende encargado de la conservación de la plaza, pero fué derrotado por Calleja, llevándose en su huída las riquezas que pudo reunir y la responsabilidad del innecesario derramamiento de abundante sangre de los españoles refugiados en la Alhóndiga de Granaditas, a los que la plebe asesinó sin piedad.

No eran más humanas en algunos casos las fuerzas españolas cuando les acompañaba la victoria, y no cabe tampoco desconocer que en luchas irregulares se repiten los hechos más reprobables y salvajes. A punto estuvo el general Calleja de imitar a sus enemigos, pues al entrar en la ciudad mandó tocar a degüello; pero una rápida reflexión le hizo contenerse y dominar sus primeros impulsos. Decretó, sin embargo, 23 fusilamientos, entre ellos el del antiguo alumno del Colegio de Minería D. Rafael Dávalos, catedrático interno de Matemáticas desde 1806, en que hubo de abandonar sus prácticas mineras de Morán y Pachuca por falta de salud.

Más triste todavía fué el fin de otro distinguidísimo ingeniero procedente del Real Seminario, en el que se había señalado siempre por su gran aplicación y aprovechamiento. Delante de la puerta principal de la Alhóndiga de Granaditas, en la que perecieron asesinados tantos españoles indefensos,

fué ahorcado D. Casimiro Chovel, administrador de la mina de Valenciana y coronel del regimiento de Infantería que él mismo sublevó.

Fué Chovel, o Chovell, uno de los alumnos del primer curso del Seminario, en el que ingresó el 4 de mayo de 1792, a los diez y siete años, siendo admitido por ser descendiente de mineros del Real de Tazco. Desde su ingreso dió muestras de su gran talento, ganando el premio de Matemáticas en los primeros exámenes en que actuó, a los dos meses de comenzar sus estudios. Fué después discípulo predilecto del sabio profesor D. Andrés del Río, que le dedicó más tarde, con el nombre de *Chovelita*, una nueva especie mineral encontrada en la ganga de los minerales de Valenciana. Hizo sus prácticas en Guanajuato y alcanzó allí tal reputación por su laboriosidad y conocimientos, que fué nombrado administrador de la mina de Valenciana, en la que trabajó con gran entusiasmo.

Es fácil presumir la consternación y tristeza que debieron producir en el Colegio de Minería las noticias de estos sucesos, de los que fueron víctimas antiguos y queridos alumnos del mismo, y de los que hay que decir en su honor que sacrificaron sus preciosas vidas a una causa que consideraban justa. Chovel era muy joven, pero tenía ya temperamento y cultura de hombre de gran valer, y su desgraciado fin privó, sin duda, a la ciencia y a la Minería mejicana de un concurso que hubiera sido más tarde valiosísimo. Por eso es justo dedicar este recuerdo a su memoria.

Entretanto, continuaba la guerra con el mismo furor y encarnizamiento. En su huída de Guanajuato, Allende fué a Guadalajara, donde Hidalgo tenía establecida su corte, haciéndose llamar alteza serenísima, guardando su persona una escolta parecida a los Guardias de Corps; pero el brigadier Calleja y el conde de la Cadena atacaron briosamente sus posiciones en enero del año siguiente y derrotaron com-

pletamente al ejército insurrecto, cuya dispersión se produjo rápidamente, siendo hechos prisioneros sus principales caudillos y pasados por las armas en Chihuahua unos meses después, teniendo Hidalgo el mismo desgraciado fin el 1 de agosto de aquel año.

El Colegio de Minería seguía, naturalmente, fiel a la causa española, solicitando el Tribunal del virrey que todos los alumnos del mismo que estaban haciendo el servicio se reunieran en la 5.^a compañía del primer batallón de Patriotas. Pero ni el Seminario ni la industria extractiva podían desarrollar sus iniciativas en un estado semejante de agitación del país. El propio D. Andrés del Río, tan entusiasta y tan celoso de su cátedra, solicitó del director una licencia, por dos o tres años, para pasar a Guatemala a hacer estudios mineralógicos, y, en cuanto a Elhuyar, véase cuáles fueron sus juicios e impresiones acerca de esta época desdichada para la Minería del país (1).

Las fuentes del oro y de la plata no podían dejar de llamar con particular inclinación la atención de los promotores de tan inesperado movimiento, y de la chusma que reunieron con el cebo y el atractivo de la rapiña. Así fue Guanajuato, principal mineral de la Nueva España, la primera población de entidad a que con todo empeño asestaron sus tiros, con sobrado buen éxito para saciar con su saqueo y la sangre de sus innumerables víctimas, su codicia, odio y desenfreno. De resultas quedó aquel opulento manantial de plata reducido a la inacción, con el desamparo de los que le sostenían con sus caudales, industrias y aplicación; decayendo desde aquel momento del eminente rango que ocupaba para llegar a la completa postración e infelicidad en que se halla en el día. No tardaron en apoderarse del segundo de igual calidad que era Zacatecas: lo propio hicieron enseguida con el de Catorce que se reputaba el tercero: sucesivamente fueron invadiendo sin resistencia los demás minerales medianos y pequeños, y apenas quedó alguno en la provincia del Vireynato que no experimentase el rigor de sus inhumanos y bárbaros procedimientos.

Los primeros efectos de tan terrible plaga fueron el ahuyentamiento o el exterminio de los ciudadanos y vecinos más acomodados y de mayor influjo

(1) ELHUYAR (F.): *Memoria sobre el influjo de la Minería, etc.*, pág. 57.

en la subsistencia y prosperidad de los minerales, con lo que de golpe se desvanecieron o extraviaron los capitales que vivificaban o mantenían en perenne movimiento las maniobras y operaciones todas de las minas. Siguióse inmediatamente el apropiarse de tropel y con el mayor desorden aquellos foragidos de los metales que encontraron en pasta, en actual beneficio y en piedra y de cuantos enseres materiales y efectos estaban surtidas sus oficinas, dejándolas despojadas de todo, y aun desmanteladas, destruidas muchas a golpe de barra, y consumidas otras por las llamas; sin que de esta dilapidación sacasen ellos mismos más fruto, que dar pábulo y saciar por algunos momentos sus desenfrenados vicios y pasiones. A estos desordenes era consecuente el estancamiento del trabajo de las minas, que por fortuna ofrecían naturalmente más resistencia a su destrucción y padecieron menos estrago en aquellos principios. Sus dueños en las que lo conservaban se veían no obstante imposibilitados de continuarlo, faltos de los utensilios y medios necesarios y recelosos también en aquella anarquía, del destino del fruto de sus nuevos sacrificios y afanes. Si entre sus opresores hubo algunos más contenidos y de mayor previsión, a quienes la codicia tentara a tomarlo a su cargo en algunas, ya se puede presumir bajo que aspecto y con que miras lo emprenderían en tan turbulenta y poco estable situación: el derrocamiento y la ruina de las labores debían ser forzosamente los resultados inmediatos. Ultimamente, disipado muy pronto cuanto con la confusión y la violencia habían adquirido las gentes del vulgo, entre las cuales se hallaban los mismos operarios de minas y haciendas de beneficio, estos y sus mandones se vieron sin ocupación ni modo de hallar con un trabajo honesto regular su mantenimiento y el de sus familias y no vacilaron en agregarse y seguir el torrente de los que les habían arrastrado a tan lastimoso estado, aumentando el número de sus desarreglados cuerpos, para renovar en otros parajes las propias escenas. Todo ello produjo necesariamente una paralización general en los minerales invadidos, y la dispersión de la gente propia para el trabajo de las minas.

Por fortuna la permanencia de los reveldes en los principales minerales y aun en la mayor parte de los demás, no fue de larga duración, habiendo sido expelidos por las tropas destinadas por el Gobierno a reprimir sus excesos; pero estas no podían remediar el estrago consumado, ni llenar el inmenso hueco que quedaba para la rehabilitación de las minas y haciendas de beneficio. La carencia de fondos y menesteres indispensables al efecto, no era de fácil reemplazo en aquellas circunstancias: en consecuencia solo podía intentarse con las negociaciones en que por su escasa profundidad y pocos embrazos, se facilitasen las faenas, o en las que por su riqueza aguantaban sacrificios grandes. Aun en las de esta última clase, siempre que exigieran desagües crecidos, se dificultaba demasiado su plantificación por falta de bestias, y poca proporción para acopio de forrages y demás necesario: inconvenientes que hasta el día han durado y sido causa de que no se hayan restablecido en las que anteriormente los tenían. En lo que hace a obras muertas, por útiles que se consideraran, ni pensar en ellas se podía por entonces. De aquí resultó por precisión quedar yermas y abandonadas una multitud de minas útiles

antiormente, con el gravísimo perjuicio no solo de privar a sus dueños y al público de sus apreciables frutos, en un tiempo en que tanto se necesitaban, si no lo que es muy doloroso, con el de dificultarse o acaso imposibilitarse para siempre su restauración, por las ruinas que padecen las que de este modo quedan desamparadas.

Lejos de terminar la lucha con el fusilamiento del cura Hidalgo, siguió violenta después de los sucesos relatados, y el ejército del vencedor Calleja tuvo ocasión de tener otra victoria en Zitácuaro, residencia de la Junta Suprema de Gobierno, presidida entonces por D. Ignacio López Rayón, ciudad fortificada y defendida por alguna artillería, que cayó en poder de los españoles el 10 de enero de 1812, y acaso este suceso hubiera terminado la guerra de la independencia mejicana, si no hubiera surgido otra gran figura de esta lucha, D. José María Morelos y Pavón, también sacerdote, de extraordinarias dotes militares y guerreras, que representó un papel extraordinario en esta contienda.

Morelos había ganado el curato de Carácuaro, y al sublevarse Hidalgo se había afiliado a la causa de la independencia, comenzando a actuar en el Sur del país, «donde reunió pronto un ejército de tres mil hombres, mejor armados y equipados que los de Hidalgo» (1), haciéndose, en poco tiempo, dueño de las provincias de Oajaca y de Puebla, completamente indefensas.

La industria minera sufría terriblemente las consecuencias de esta angustiada situación. El Tribunal se esforzaba en vano por mejorar la suerte de los explotadores, solicitando del virrey que no se requisaran los caballos utilizados en las minas, por la absoluta necesidad de ellos para continuar las explotaciones, y procuraba, al mismo tiempo, organizar un convoy con seguridades suficientes para conducir a las minas el azogue preciso y la mayor cantidad de pólvora y hierro posibles,

(1) MIGUÉLEZ (P. M. F.): *La Independencia de Méjico*, pág. 98.

siendo preciso demorar varias veces la salida de esta expedición por falta de elementos.

En estos servicios de aprovisionamiento de los centros mineros y de traslado de sus mermados y escasos productos empezó a distinguirse y a crear su personalidad Agustín Iturbide, que más tarde había de ser proclamado Emperador de Méjico con el nombre de Agustín I.

Era todavía muy joven, y se hallaba al servicio de España con el grado de capitán, cuando se le confió la difícil misión de hacer llegar a Méjico el convoy de platas existentes en Guanajuato, que corrían el peligro de caer en manos de los insurrectos, y atravesando un país infestado de partidas, con sólo sesenta hombres y en seis días, cumplió admirablemente su cometido (1).

Cuando llegó a la capital fué ascendido a teniente coronel y ya su reputación comenzó a consolidarse rápidamente. Por desgracia su moral no estaba a la altura de su valor y en este trasiego de convoyes encontró Iturbide una importante fuente de incorrectos ingresos, si son exactas las referencias siguientes del modo como cumplía su misión:

«No hay duda alguna de que Iturbide prestó valerosa ayuda a los españoles contra los insurgentes, sus compatriotas; pero sus servicios están manchados con crueldades infinitas y con infames espoliaciones. Una de las veces que vino de Guanajuato trajo consigo un cargamento de azogue y otros artículos mineros de primera necesidad para esta industria, los cuales vendió muy caros, estando en su mano como estaba, retardar el envío de otros cargamentos, siendo jefe de las fuerzas que custodiaban los convoyes y si se agrega que los mineros tenían que hacer sus pagos en pasta de plata al ínfimo precio de cuatro pesos y medio el marco, porque el numerario escaseaba

(1) NAVARRO Y RODRIGO (CARLOS): *Iturbide*, pág. 19.

mucho, se comprenderá lo que este comercio activo y bien organizado producía a Iturbide, bien que arruinando la industria minera de aquel rico Bajío» (1).

Esta conducta costó a Iturbide un proceso que terminó suspendiéndole en el mando, pero sin extremar el correctivo, pues su genio militar le protegía de las consecuencias de estas fechorías.

Tenía, pues, la industria minera que sufrir por igual los excesos de sus enemigos y de sus protectores, a pesar de lo cual no sólo no desapareció por completo sino que mantuvo en buena parte su producción. «Admira seguramente, dice Elhuyar (2), que en medio de tantos motivos de desaliento y falta de recursos, las manifestaciones de platas en las tesorerías, se hubiesen acercado en el año 1811 a la mitad de su monto en los precedentes de su tranquilidad, sin contar con las que en aquella confusión se extraviaron sin apuntar.»

Atribuye este hecho el director del Real Seminario a la circunstancia de tener los principales Reales de minas, existencias grandes de minerales sin beneficiar y a «haberles cogido los sucesos con surtimientos competentes de todo, por lo que en algún tiempo no se echaron de menos, ni hubo necesidad de que vinieran de fuera».

«Con tantos obstáculos, añade, demasiado hicieron los mineros en sostener y conservar sus negociaciones en el abatido estado en que quedaron, sin poder pensar en adelantarlas, empleando todos sus afanes, economías y arbitrios no discorridos hasta entonces. Así es que cotejadas las manifestaciones de pastas de plata y oro en las tesorerías foráneas y la general del quinquenio de 1806 a 1810 precedente a la insurrección, con el de 1811 a 1815, corresponde en el año medio común del primero a 2.155.927 marcos de toda ley en la plata

(1) NAVARRO Y RODRIGO (C.): *Iturbide*, pág. 27.

(2) ELHUYAR (F. DE): *Memoria sobre el influjo de la minería, etc.*, pág. 60.

y 9.388 de 22 quilates en el oro; y en el segundo, a 1.246.586 marcos en aquella y 3.733 en éste: resultando entre ambos quinquenios la razón de 100 a 58 en la plata y de 100 a 40 en el oro. Esta fué la baja que tuvieron dichas manifestaciones con tan dura borrasca...»

El Colegio de Minería sintió también el reflejo de tales sucesos (1). Los alumnos pidieron ser relevados del servicio militar, para continuar sus estudios, ofreciendo presentarse cuando llegase el caso de defensa de la capital, siendo denegada esta solicitud por el virrey, en vista de lo cual el Tribunal acordó dirigirse directamente al rey, con esta demanda. Se suspenden algunos actos públicos y el Seminario sigue lánguidamente su vida cultural.

Los insurrectos y singularmente Morelos, alma de la rebelión, habían obtenido algunos éxitos, y en 1813 se convocó el famoso Congreso de Chalchicomula, que formuló y aprobó las bases de la primera Constitución Mejicana, promulgándose el 22 de octubre de 1814, en Apatzingan, el *Decreto Constitucional para la libertad de la América Mexicana*, inspirado también por Morelos, que llegó entonces a la plenitud de su autoridad y de su merecido prestigio.

Los encuentros y el sitio de Cuatla, en el que logró evadirse sin caer en manos de Calleja; la ocupación del distrito minero de Oajaca y el sitio de Acapulco, que terminó por la toma de la plaza, fueron acciones en las que Morelos fué, indudablemente, guiado por su buena estrella; pero Iturbide, enviado por el general Calleja, que había sido nombrado virrey, se encargó de encaminar hacia el ocaso su poderío, derrotando a sus huestes en las lomas de Santa María y en seguida en Puruarán, como consecuencia de lo cual fué privado del mando militar. En Texmaslaca fué hecho prisionero,

(1) RAMÍREZ (SANTIAGO): *Datos para la Historia del Colegio de Minería*, pág. 225.

y después de un proceso de bastante duración, en el que se le condenó a muerte, se cumplió esta sentencia el 22 de diciembre de 1816.

Con tan rudo golpe se hubiera terminado la lucha por la independencia mejicana, si la expedición de Francisco Javier Mina no hubiera vuelto a mantener la agitación y el desorden durante todo el año 1817, produciéndose, entre otros innumerables sucesos, el incendio del *tiro general* o pozo maestro de la famosa mina de Valenciana, en Guanajuato, en el que ardió una parte importante de sus instalaciones.

Pero hecho Mina prisionero y fusilado también en noviembre de aquel año, el rápido descenso de la revolución fué más precipitado y la completa pacificación del reino pudo considerarse como definitivamente asegurada.

Poco tiempo duraron, sin embargo, estas favorables circunstancias, porque a los dos años comenzó la actuación eficaz y segura de Iturbide, que en el plazo de algunos meses logró para su país, lo que no había sido posible obtener en diez años de luchas sangrientas y crueles.

Nombrado comandante general del Sur y posesionado de su cargo, concibió la idea de la independencia de Méjico, poniéndose de acuerdo con valiosos elementos, muchos de ellos españoles, para conseguirla, y proclamado el Plan de Iguala en febrero de 1821, en el que se sentaba el principio de que aquella aspiración «estaba en el orden inalterable de los acontecimientos», después de múltiples sucesos acaecidos con variada fortuna, culminó el grandioso interés de aquel momento histórico en el desembarco del último virrey, general O-Donojú, en Veracruz, en el establecimiento inmediato de una cordial comunicación con Iturbide para llegar a la firma del tratado de Córdoba y, por último, en la entrada triunfal del jefe mejicano en la capital, por resolución del propio virrey, en los últimos días de septiembre de 1821.

Llegó así a producirse la emancipación completa de la Nueva España, tremenda sacudida espiritual para los españoles allí residentes que habían permanecido fieles a la madre Patria.

En este difícil y transcendental momento, se separaron las que pudiéramos llamar vidas paralelas de D. Fausto de Elhuyar y de D. Manuel Andrés del Río.

Formada la cultura de estos dos sabios en Freyberg, en la cátedra de Werner, fueron casi juntos a América, a propagar sus enseñanzas y doctrinas, dedicando sus mayores entusiasmos al engrandecimiento y consolidación de la obra del Colegio de Minería. Unidos por una entrañable amistad y por una aspiración común, convivieron treinta años sin otro pensamiento que la ciencia y sin otra ilusión que sus cátedras y sus alumnos.

Pero al plantear Iturbide la aspiración de la independencia mejicana, Del Río, que había representado a aquel país como diputado en las Cortes españolas de 1820, simpatizó con el movimiento, hasta el punto de asistir en enero del año siguiente a una de las juntas preparatorias del plan de Iguala, no teniendo de él desconfianza alguna, pues era conocida su opinión favorable a la independencia y nadie dudaba de su pundonor.

Elhuyar, por el contrario, fué siempre españolista, manteniendo su fidelidad al virrey, como director de un Colegio que abandonaban sus alumnos para incorporarse al ejército de Iturbide, y a los pocos días de hacer éste su entrada en la capital, se apresuró a dimitir su cargo, del que hizo entrega al administrador general el 9 de noviembre de aquel año.

Pudo, indudablemente, conservar su posición, reconociendo el nuevo estado de cosas y allanándose a la fuerza de los hechos consumados; pero en su espíritu debieron pesar consideraciones más elevadas, y no le detuvieron para regresar inmediatamente a España, ni sus ya cumplidos sesenta y seis

años, ni su pobreza material, pues no trajo de América otros bienes que sus minerales y sus libros.

Fué director del Colegio treinta y tres años, un mes y nueve días, y en tan largo período fué tan intachable su conducta, que sus sucesores acordaron esculpir su preclaro nombre, en letras de oro, en aquel edificio a cuya vida había consagrado lo más interesante de la suya.

CAPÍTULO V

1822-1833

Elhuyar en Madrid.

Visita a diversas minas de la Península. — Preparación del Decreto sobre Minería, de 1825. — La Dirección de Minas y la creación de la enseñanza técnica. — Fallecimiento de Elhuyar.

Dice Alaman que, al proclamarse la independencia mejicana, «apenas hubo alguno de los empleados españoles que ocupaban puestos importantes que quisiera tomar parte en el nuevo orden de cosas» (1), y que Elhuyar, con algunos subalternos de sus oficinas, con varios oidores y magistrados y con no pocos militares salió, casi inmediatamente después de aquellos acontecimientos para Cádiz, debiendo pisar el suelo de su patria en los primeros meses de 1822.

La situación del país no era, sin duda, demasiado favorable para olvidar las amarguras sufridas en los últimos tiempos de su estancia en Méjico, al ser testigo del desdichado término de la dominación española en aquel territorio, escenario inmenso de tantas virtudes y de tantos heroísmos.

Toda clase de acontecimientos se habían, en efecto, sucedido rápidamente en la Metrópoli en los últimos años de su ausencia y la nación se encontraba exhausta de recursos, agitada

(1) ALAMAN (LUCAS): Obra citada. — Tomo V, pág. 367.

políticamente, dolida y maltrecha, después de sus largas luchas interiores y de seis años de duras guerras y, para colmo de sus desventuras, regida por Fernando VII, monarca de tan escasas dotes personales, que no era posible esperar de su desacertada conducta el bien de un pueblo, necesitado como ningún otro, en aquellos momentos, de otras luces y de una gestión más noble y recta que la que su espíritu le dictaba.

A la llegada de Elhuyar a Madrid, en la constante sucesión de alzamientos liberales y de trágicas y violentas represiones que caracterizan aquel triste período de nuestra historia, tocaba el turno a un momento constitucional, con frenéticos entusiasmos por Riego, que dieron lugar entre otros sucesos, a la solemne ceremonia de la entrega, en pleno Parlamento, a aquel caudillo popular, de un ejemplar de la Constitución, rindiendo así culto *al más fogoso liberalismo*.

No consta que el Gobierno moderado, presidido por Martínez de la Rosa, utilizara los especiales conocimientos de don Fausto de Elhuyar; aunque tampoco puedan negarse sus servicios al Estado, pues aunque se trata de una época relativamente cercana, es, sin duda alguna, la más difícil de reconstituir documentalmente, por hallarse diseminados, en diversos archivos y Ministerios, los documentos oficiales correspondientes a aquel período de la vida administrativa española (1).

Sustituído aquel Ministerio, a consecuencia de los famosos

(1) La fuente más eficaz de información es indudablemente el Archivo del Ministerio de Hacienda, inmenso depósito de materiales en el que sería absolutamente imposible orientarse y realizar una labor de alguna eficacia, si el celo y el colosal esfuerzo del jefe del benemérito Cuerpo de Archiveros y Bibliotecarios, D. Conrado Morterero y Felipe, encargado del mismo, no hubiera logrado, en varios años de incesante trabajo, una ordenación inicial de los interesantísimos documentos que contiene, muchos de ellos de un valor inestimable para la historia de nuestra minería, y gracias a estas circunstancias, cabe difundir algunas noticias de servicios prestados por don Fausto de Elhuyar, que eran hasta ahora totalmente desconocidos.

sucesos del 7 de julio, por el formado por D. Evaristo San Miguel, en 5 de agosto de aquel año, y encargado interinamente de la cartera D. Mariano de Egea, fué nombrado D. Fausto miembro de la Dirección General de Crédito Público y, al mismo tiempo, y sin duda para ver si era posible obtener mayores rendimientos de la explotación de la propiedad minera del Estado, teniendo en cuenta la angustiosa situación del Erario, se le encomendó, por Real orden de 14 de septiembre, que redactara un informe acerca de las minas de Almadén, de Guadalcanal y de Ríotinto, previa naturalmente, la oportuna visita a estos establecimientos.

En esta Real orden se le encargaba que hiciera un reconocimiento científico de aquellos criaderos, «a fin de que, con presencia de las observaciones que le ofrezca su material inspección, pueda informar a dicha Comisión, del estado en que se encuentran y proponer las medidas que deberán acordarse para hacer verdaderamente productiva esta parte de la riqueza nacional» (1).

Al recibir Elhuyar este nombramiento, dirigió a la superioridad, con fecha 4 del mes siguiente, un oficio en el que manifestaba que, «para desempeñar cual corresponde tan importante encargo, necesitaba tener a la vista las instrucciones, planos, proyectos, expedientes y finalmente todos los papeles que puedan dar idea del estado a beneficio de las mismas, aplicadas al crédito público, desde que principiaron a elaborarse hasta el día», quedando sin satisfacer sus deseos, por no existir en los archivos del Crédito Público, documento alguno relacionado con las minas propiedad del Estado, que habían pasado a depender del mismo (2).

(1) Comunicación de D. Joaquín Suárez, comisionado especial de Administración y recaudación del Crédito Público al Excmo. Sr. Secretario del despacho de Hacienda. Almadén. Expedientes 1822 a 1825. Legajo II.

(2) Documento citado

Esto no obstante, la visita debió tener lugar muy al final del año 1822, aunque no se puede precisar la fecha.

De la correspondencia entre Elhuyar y Peñaflores se deduce que D. Fausto ya conocía las minas de Almadén, desde 1785 (1), y en cuanto a su competencia en la metalurgia de este metal, dice Proust (2) «que no ha tenido proporción de visitar los principales establecimientos conocidos donde se beneficia el mercurio», pero que ha visto «los más de los planos en poder de D. Fausto de Elhuyar, que tenía recogidas muchas observaciones sobre este particular», y en otro lugar hace un estudio de los hornos, cuyos datos trajo de Hungría el profesor de Vergara.

Con estos antecedentes y con el cuidado que ponía en todos sus escritos, es sensible que no aparezca en ningún Archivo oficial la Memoria de esta visita, que debe ser interesante, y aunque no deba desesperarse de encontrar este estudio, hasta ahora no se ha dado ninguna referencia ni noticia del mismo.

Lo mismo puede decirse del juicio que pudo formar en su visita a las minas de Guadalcanal, pues tampoco se conoce la Memoria presentada a la Junta de Crédito Público, como consecuencia de aquélla. Se sabe sólo, porque así consta en el expediente de D. Francisco de la Garza, que este señor, acompañó a Elhuyar en la excursión a Cazalla y Guadalcanal y que fué con ellos el práctico D. Bernardo Larrea, levantándose el plano del terreno desde la población hasta las minas de «Santa Vitoria», «Santa Casilda» y antigua de «Pozo Rico», y además, el plano subterráneo de la cueva de «Santa Vitoria»; pero se ignora dónde estarán archivados todos estos estudios tan importantes para la historia de nuestra minería.

(1) Capítulo II, pág. 61.

(2) PROUST (L.): «Sobre la teoría de los hornos de Almadén.» — *Anales del Real Laboratorio de Química de Segovia*. — Tomo I, pág. 74.

Tuvo mayor fortuna su informe redactado como consecuencia de su visita a Riotinto, pues no sólo pudo ser publicado, sino que se conserva el manuscrito original en la Biblioteca del Instituto Geológico. Sobre este trabajo se hace un amplio comentario en el capítulo de estos APUNTES, destinado a examinar las obras escritas por Elhuyar, pero además, no sabríamos añadir conceptos ni juicios más ajustados a la verdad que los recientemente expuestos por el culto Ingeniero de Minas D. Ceferino López Sánchez Vecilla (1), que ha señalado la importancia de las propuestas y sugerencias que este informe contiene, tan justas y acertadas, que son coincidentes con los principios esenciales de la explotación actual.

La visita de Elhuyar a Riotinto tuvo verdadera trascendencia, y con arreglo a las ideas expuestas en su informe se dictó (2), en 1 de enero de 1825, una Real orden que tenía por objeto la organización de aquel desatendido Establecimiento, y en cuyo extenso preámbulo se sentaban las siguientes reglas de doctrina:

- 1.^a La administración por el Estado es sistema preferible, en orden a esta finca, a cualquier arriendo.
- 2.^a Esta administración debe apoyarse en un plan más análogo, en lo directivo y económico, a la índole de estas negociaciones que el seguido hasta 1825.
- 3.^a Debe estribar sobre bases de inteligencia facultativa, orden y sencillez en todos los ramos y total dependencia de sus mismos productos.
- 4.^a Darse a la extracción de metales la extensión que permite la disposición de Minas.
- 5.^a Hacer adquirir a los metales la perfección que exige

(1) LÓPEZ SÁNCHEZ VECILLA (C.): «Elhuyar Minero Metalurgo.» *Revista Minera*, 16 de febrero de 1933.

(2) ALDANA (D. LUCAS DE): *Las minas de Riotinto*. — Madrid, 1875, página 273.

su competencia con los de fuera, en todos los usos de la Sociedad.

6.^a Hacer que obtengan su fácil enajenación con el menor coste posible de la Empresa.

7.^a Evitar el que se dependa de consignaciones periódicas de caudales, cuya interrupción o falta, contribuiría a su decaimiento o enervación.

8.^a Una anticipación, unida al valor de sus existencias, basta para elevar al Establecimiento a un estado de prosperidad relativa que reintegre en breve aquélla y deje un sobrante de utilidades líquidas.

«Innecesario se hace advertir, añade D. Lucas de Aldana, que el preámbulo y articulado de esta Real orden eran obra de Elhuyar, en cuyos escritos rebosa siempre buena doctrina», palabras que justifican la importancia técnica del mencionado informe.

Es interesante decir, aunque se altere la cronología de los sucesos, que estas tres visitas a los Establecimientos mineros del Estado, constituyeron para Elhuyar una comisión administrativa de carácter especial, que no es aventurado pensar que no llegó nunca a ser remunerada, ni siquiera en la parte que representaron los gastos ocasionados por los viajes y estancias en las minas. Se funda esta afirmación en el texto de la siguiente Real orden, de fecha 22 de mayo de 1824, dirigida a los señores Directores de Rentas (1):

De R^l orn paso a manos de V. S. la adjunta instancia de D. Fausto de Elhuyar en solicitud de que por esa Direccion se le abonen, en los terminos que expresa, las dietas devengadas con motivo de la visita que ha hecho a las minas de Riotinto, Guadalcanal y Almaden, a fin de que su vista informen lo que se les ofrezca y parezca, expresando si creen que debe ser pagado por Tesorería o por otra parte. Palacio, etc.

(1) Ministerio de Hacienda. Registro de papeles y cartas. Año 1824. Folio 569.

Indudablemente, la fundada y repetida reclamación de estas dietas, pues fueron dos las solicitudes cursadas con el mismo fin, surtió el deseado efecto, pues en 30 de junio del mismo año se dictó otra Real orden en la que se reconocen los derechos del peticionario en la resolución siguiente:

Enterado el Rey N. S. de la instancia de D. Fausto de Elhuyar en que solicita el pago de las dietas devengadas por la comision de visita de las minas de Riotinto y Guadalcanal, a razon de los 30 mil reales que en el dia goza de sueldo, contados desde principio de junio ultimo hasta la fecha de su actual consignación, para cubrir en parte los gastos extraordinarios que se le ocasionaron con este motivo y conformandose S. M. con el dictamen de la Direccion General de Rentas, se ha dignado mandar se verifique el abono por la Tesoreria General desde 1º de junio de 1823, sin que sea efectivo y puntual dicho pago, sino del modo que lo permitan las circunstancias del Erario. De R^l orn, etc.

Fácilmente se imagina la perplejidad del Ordenador de pagos, encargado de formalizar el correspondiente libramiento, ante la necesidad de juzgar por sí mismo el momento en que las circunstancias del entonces exhausto Erario consentían la puntualidad y efectividad del pago. Es forzoso suponer que ante tamaña dificultad, Elhuyar se quedaría para siempre sin cobrar sus cuentas, y que la notable Memoria de Riotinto y los ignorados informes sobre Almadén y Guadalcanal, fueron redactados a su costa, sin que el Estado remunerase siquiera los gastos causados para poder redactar tan interesantes estudios. Después de todo, no hubiera sido ésta la última vez en que un técnico, por dificultades no imputables a la voluntad de nadie, se ha quedado sin cobrar su dictamen.

En tanto que Elhuyar visitaba las minas del Estado y redactaba sus informes, el débil edificio constitucional iba camino de su derrumbamiento definitivo, y en todo el año 1823 no hubo un instante de paz en ningún rincón de la tierra española, invadida de nuevo por las tropas francesas, como si no

fueran suficientemente graves y sangrientas las luchas de los partidos políticos.

Sofocadas las aspiraciones liberales, personificadas en la figura de Riego, detenido éste y camino del patíbulo, la restauración del absolutismo, en octubre, señala el comienzo de una etapa vergonzosa de persecución y exterminio de los enemigos del nuevo régimen, de cuyo examen vale más apartarse para volver al cauce de la vida minera (1).

Las reclamaciones de la Santa Alianza, al recomendar una mayor moderación en los procedimientos, produjo una crisis que llevó a la Secretaría de despacho del Ministerio de Hacienda, en 2 de diciembre, a D. Luis López Ballesteros, que, al posesionarse de su Departamento puso, desde el primer momento, gran empeño en mejorar la desquiciada situación del Erario, demostrando verdadera competencia en el desempeño de su cargo, acometiendo con energía y constancia el estudio de los medios que podían conducir a la reducción del déficit del presupuesto nacional hasta la nivelación del mismo y castigando los gastos y reforzando progresivamente los ingresos, hasta lograr en pocos años una extraordinaria y notoria mejora en la situación de la Hacienda Pública.

Se debe también a este perseverante hacendista la creación del Banco de San Fernando y de la Caja de Amortización, y la elevación del crédito público hasta el nivel necesario para inspirar confianza en el extranjero y poder realizar importantes empréstitos exteriores que determinaron una mejora notable en la situación económica del interior del país.

Deseoso, al propio tiempo, de estimular el progreso de la riqueza pública, fomentando la producción española y dando medios a la industria privada para desenvolverse y adquirir la prosperidad necesaria a la vida económica del país, a los

(1) BORREGO (ANDRÉS): «La Restauración». Estudio político. — Madrid, 1875.

tres meses de tomar posesión de su cargo, creó la Junta del Fomento de la riqueza del Reyno, por Decreto de 5 de enero, constituyéndola por personas de notorios méritos y conocimientos, entre los que figuró D. Fausto de Elhuyar, con arreglo a la Real orden siguiente:

S. M. el Rey N. S. atendiendo a las circunstancias de V. S. ha tenido a bien nombrarle por vocal de la Junta del Fomento de la riqueza del Reyno, establecida por el Decreto de 5 de Enero ultimo. Lo que de R^l orn comunico a V. S. para su satisfaccion y cumplimiento. Palacio 6 de abril de 1824 (1).

Formaron esta Junta, con Elhuyar, D. Bruno Vallarino, Juez de Ministros de la Sala de Justicia; D. Jacobo de Parga y Puga, D. Francisco Antonio Góngora, D. Tomás Pérez Estala, D. Juan López Peñalver, D. Manuel Silvestre Armero, don Mariano Sepúlveda, D. Rafael de Rodas y D. Timoteo Alvarez Veriña, y a estudio de la misma se encomendaron diversos asuntos relacionados con el progreso y mejora de la Minería, entre ellos el arreglo de las famosas minas de las Alpujarras, según se indica en la comunicación siguiente, dirigida por el Ministro al Presidente de la Junta en 15 de mayo de aquel mismo año.

He dado cuenta al Rey N. S. de la adjunta exposición de los Directores Generales de Rentas, en solicitud de que con urgencia se restituyan las minas de plomo de las Alpujarras al ser y estado que tenían antes de 7 de Marzo de 1820, por ser interesante al mejor servicio y que al efecto se den las ordenes correspondientes al Director de aquel Establecimiento D. Timoteo Alvarez de Veriña, para que se traslade a el sin perdida de tiempo, y enterado S. M. se ha servido mandar la pase á esa Junta de Fomento de su presidencia, como lo ejecuto, para que la una y tenga presente al tiempo de evacuar el informe y proponer la ley que con esta fecha se le encarga con brevedad (2).

Del informe que la Junta emitiera ni de otros del Sr. Elhuyar, que sin duda serían interesantes desde el punto de vista

(1) Ministerio de Hacienda. Registro de papeles y cartas. 1824. Folio 388.
(2) Ministerio de Hacienda. Registro de papeles y cartas. 1825. Folio 527.

técnico, no he encontrado, al menos hasta ahora, rastro alguno, no quedando de estas intervenciones tuyas más que la referencia administrativa.

Estas y otras peticiones de informe a la Junta, que se hicieron con una gran frecuencia, iban dirigidas unas veces al Presidente y otras personalmente a D. Fausto de Elhuyar, por ser indudablemente, el vocal encargado de estudiar todos los expedientes sobre minas y de promover, cuando fuera posible, exploraciones para nuevos descubrimientos de riqueza.

Así, por ejemplo, en agosto del 24, se dirige la comunicación que sigue al minero D. Joaquin Vega Quintana, dando a Elhuyar traslado de la misma:

Enterado el Rey de las diligencias practicadas por el Intendente de Extremadura, con el objeto de descubrir una mina de oro, que segun vehementes indicios existe en las inmediaciones de Montehermoso, y conformandose con la propuesta de sugetos que para su reconocimiento y demas operaciones conducentes al efecto ha hecho el Director de Minas de Mexico, D. Fausto de Elhuyar, ha tenido a bien comisionar a Vd. y a D. Juan Jose Ceballos, en concepto de facultativos, para que inmediatamente pasen al punto expresado, a fin de verificar el referido descubrimiento, abonandoseles por el Intendente de Badajoz, a quien se comunica con esta fecha la orden conveniente, todos los gastos que causen en las labores, instrumentos y materias que necesiten emplear, mediante cuenta que Vd. presentará como principal encargado de hacer todos los reconocimientos hasta donde crea conveniente, formando un diario que remitirá periodicamente al mencionado D. Fausto de Elhuyar para que pueda reconocerlo y dirigir y aconsejar sus operaciones y descubrimientos, y es tambien la Soberana voluntad de S. M. que Vd. señale el sueldo de que debera gozar, a fin de comunicar sobre este punto las ordenes correspondientes, en la inteligencia de que por el Intendente de Extremadura se le auxiliará como corresponde. De R. O. lo comunico a Vd. para su inteligencia y cumplimiento. Pal^o 15 de Agosto de 1824 (1).

El Estado realizaba por su cuenta la investigación y reconocimiento de las minas que le eran ofrecidas por particulares, con el deseo de descubrir algún yacimiento de impor-

(1) Ministerio de Hacienda. — Registro de papeles y cartas. 1824. Folio 937.

tancia. Elhuyar recibía las muestras de mineral, efectuaba su análisis y daba su opinión acerca del interés del hallazgo y de las probabilidades de que el criadero pudiera tener algún interés, y como en nuestro país no han faltado en ninguna época los aficionados a recorrer los montes en busca de minerales, las consultas del Crédito Público a su técnico fueron en aquel año muy numerosas, pudiéndose citar como más curiosas las relacionadas con la supuesta existencia de minerales de oro en Urda (Toledo), diversos yacimientos de plomo en Cataluña y las referentes a los grafitos de Marbella y galenas argentíferas de las Alpujarras, que dirigía entonces D. Timoteo Alvarez de Veriña, y es claro que en este abundante examen de minerales no podían faltar las piritas de hierro, enviadas a don Fausto como minerales de oro, como se puede apreciar en la comunicación siguiente:

Examinadas por el Director de Minería D. Fausto Elhuyar las muestras de mineral que Vmd. me remite y describe en la exposición de 15 de Febrero último, sólo resulta el denominado metal amarillo que es una pirita sulfúrea o sulfureto de hierro, en matriz de pizarra arcillosa con algun cuarzo, formacion muy comun en las montañas de esta roca, siendo muy pocas y como accidentales las particulas de mineral de cobre que la acompañan sin que molido y concentrado de tampoco asiento que denote contener oro ni plata, razon por la que se contempla excusada toda ulterior indagación e inutil el tomar disposicion alguna dirigida al aprovechamiento del criadero del mencionado mineral. De R^l Orn lo comunico á Vmd para su noticia. Pal^o 24 de Mayo de 1825. Sr. D. Francisco Puente. Licenciado de la Facultad de Farmacia.

Aparte de la Comisión de visitas a los establecimientos mineros del Estado, cuyo resultado económico para D. Fausto ha podido apreciarse, no tuvo sueldo alguno del Estado hasta abril de 1824, en el que se le señaló el de 30.000 reales anuales en la Real orden siguiente:

El Srio del D^o de Indias con fecha 10 me dice lo siguiente: Estando nombrado por el Rey N. S. D. Fausto Elhuyar Director de Minería de Mexico para individuo de la Junta de Fomento y de riqueza, de cuyos cono-

cimientos notorios de mineralogía se reserva S. M. aprovecharse, ha tenido a bien señalarle entretanto *el sueldo de treinta mil reales anuales*. De R¹ orn lo traslado a V. S. Toledo 14 de Abril de 1824.

En el servicio de la Junta para el Fomento de la Riqueza del Reino se mantuvo el Sr. Elhuyar desde su nombramiento hasta su muerte. En el año 25 presidía esta entidad, que se esforzó en cumplir con verdadero celo su cometido, el consejero de Estado D. Antonio Gómez Calderón, al que sucedió más tarde el mineralogista Sr. Parga y Puga.

No se limitó D. Luis López Ballesteros, hombre público de un positivo buen deseo, a realizar las iniciativas expuestas anteriormente para fomentar el desarrollo de la minería. Quiso ir más lejos y se propuso seriamente modificar la legislación entonces vigente, que constituía una rémora para su expansión y desenvolvimiento, y apreciando en su extraordinario valer las dotes personales y la gran competencia de D. Fausto de Elhuyar, le encomendó, con carácter de urgencia, el estudio de una reforma profunda y sustancial del régimen de esta industria, dando a la legislación una tendencia más amplia y liberal, que consintiera un rápido impulso de tan importante fuente de riqueza, necesitada de una eficaz tutela y protección.

No habían bastado, en efecto, las disposiciones y leyes de los últimos años del siglo XVIII y comienzos del XIX para crear la industria extractiva del carbón. La ley de 26 de diciembre de 1789, declarando libre el arranque de esta sustancia, cuya explotación en Asturias comenzaba por entonces, aunque conservando la quinta parte de los productos al dueño del terreno, reducida a la décima por disposición de 15 de septiembre de 1790; la supresión de los derechos del propietario de la superficie, por Cédula de 24 de agosto de 1792; el intento de creación de una escuela en Gijón, para difundir la enseñanza del arte de trabajar las minas, y los estudios y pro-

puestas del gran Jovellanos y de D. Fernando Casa Torres, fueron medidas acertadas, pero no suficientes para la expansión de la minería de la hulla, por faltar una disposición de carácter general que hiciera más estable el régimen minero y más atractiva, por menos aleatoria, la inversión de capitales en esta industria.

La producción de minerales había llegado, por aquellos años, a una extraordinaria languidez, pues apenas quedaba memoria de la antigua riqueza del subsuelo español y únicamente se trabajaban los criaderos de Almadén y Almadenejos, y las minas de plomo de Linares y de las Alpujarras, modesto inventario de los bienes de una nación que tantas riquezas de esta índole había explotado en el transcurso de los siglos, considerándose esta industria como propia de América, pero como muy difícil de implantar y de sostener en el propio país.

Estos antecedentes demuestran el gran acierto de López Ballesteros en la elección del momento para modificar nuestra legislación minera y en el de la persona encargada de formular la propuesta de las nuevas bases de la reforma, ya que Elhuyar tenía una experiencia de cincuenta años de ejercicio de tan difícil profesión en la vieja España y en la Nueva y una cultura técnica poco común en aquellos tiempos, por haber dedicado su vida entera al trabajo y al estudio.

Estaba además este ilustre y verdadero Ingeniero, aunque no existiera entonces este honroso título, en la plenitud de la madurez de su saber y de su competencia. Su edad, sin ser avanzada, daba a sus juicios gran serenidad y reposo: había visitado todos o casi todos los criaderos importantes de minerales de Europa y Méjico; había dirigido explotaciones complejas y difíciles; tenía conocimientos extraordinarios de las ciencias relacionadas con la Minería, y se encontraba, por tanto, en condiciones únicas de aconsejar, con gran discreción y sabiduría, al Ministro de Hacienda.

Así le fué posible, al poco tiempo de recibir el encargo del Ministro, redactar la interesantísima Memoria que sirvió de base para la publicación del Decreto de 4 de julio de 1825, disposición de verdadera transcendencia para el fomento de la industria extractiva española.

El informe redactado por Elhuyar lleva por título *Memoria sobre la formación de una Ley orgánica para gobierno de la minería en España*, está fechado en Madrid el 3 de febrero de 1825 y fué sometido a examen y hecho suyo, por la Junta de Fomento de la riqueza del Reino.

Es un documento de verdadera importancia, en el que el firmante, según manifiesta en una Exposición que con el mismo dirige al Ministro de Hacienda, «ha recogido cuantas noticias le ha sido posible sobre el estado de la minería y las causas de su entorpecimiento, meditando con detención acerca de los medios que pueden emplearse para animar a su cultivo y promover su propagación, cuidando al mismo tiempo del buen orden en los trabajos y operaciones de las minas, para la mayor subsistencia y mejor aprovechamiento de sus frutos, como conviene al bien común del Estado».

Revelan estas palabras, como todas las obras del autor y los documentos que he podido cotejar, relativos a su gestión en los cargos por él desempeñados en España y América, y muy especialmente también las Notas y Disertaciones de carácter económico-minero que se insertan en su obra *Memoria sobre el influjo de la minería en la agricultura, industria, población y civilización de la Nueva España*, el temperamento y el carácter del Sr. Elhuyar, que considera el buen orden, la corrección, la disciplina y el método, como base y asiento de toda prosperidad, recomendando siempre una gran escrupulosidad en todas las operaciones y un cuidado extraordinario en la gestión y dirección de los negocios mineros. Acertado criterio, porque si es conveniente proceder en todas

las industrias y negocios con extrema prudencia, esta condición es indispensable en la minería, para compensar cuanto de aleatorio tienen estas explotaciones.

La citada Memoria comienza por unas *Consideraciones preliminares*, en las que expone muy atinados conceptos relativos a la utilidad y necesidad de las producciones minerales, para las exigencias cada día más variadas y complejas de la vida humana.

Define la Minería diciendo que «abraza cuanto concierne al aprovechamiento de las sustancias inorgánicas que ofrece nuestro globo en la superficie y en sus entrañas, no sólo en lo relativo a la indagación de sus criaderos y al modo de arrancarlas y extraerlas de ellos, sino también en orden a las operaciones, por cuyo medio se disponen para aplicarse a los diferentes usos de la sociedad».

Entusiasta de su profesión y defensor apasionado de la necesidad de estimular el progreso y el bienestar colectivo, que tanto depende de la prosperidad de la industria minera, sostiene la conveniencia de dar facilidades grandes a los empresarios o explotadores de las sustancias del subsuelo, reduciendo los impuestos y ayudándoles en sus trabajos; pero celoso guardador de la riqueza encerrada en la tierra, defiende la conveniencia de no autorizar el abandono de las labores emprendidas, sin que se tomen medidas que aseguren la posible reanudación de las mismas, convencido de que «en ocasiones procede el abandono de la mala disposición del laborío por ignorancia o por codicia».

Constituye este primer capítulo una exposición de conjunto del problema que acredita el conocimiento de la materia y la experiencia del autor, que atinadamente señala las dificultades con que ha tropezado en su propio camino.

Entra en seguida en materia, después de este examen previo de carácter general, dividiendo su trabajo en trece capítulos

que el Sr. Elhuyar titula *Cuestiones*, que, como vamos a ver en un rápido extracto de su contenido, constituyen los puntos esenciales de un acabado y completo ordenamiento de la Minería, mirando siempre al bien común, o lo que es lo mismo, al interés del Estado, con el consiguiente incremento del Real Erario.

La *Cuestión I* lleva por título «Qué criaderos minerales deben considerarse como propios del ramo de la Minería», y al tratar un tema tan importante, después de examinar la legislación de otros países, se preconiza el acertado consejo de la máxima claridad en el concepto, huyendo de expresiones tan vagas como la que poco antes se había dictado para Nueva España, en la que la Ordenanza comprendía, además de los minerales corrientes, *los criaderos de otros metales, los de sal gema y cualesquiera otros fósiles, ya sean metales perfectos o medios minerales, bitúmeros o jugos de la tierra*. Propone, en consecuencia, que se consideren comprendidas en la Minería las sustancias de naturaleza metálica, combustible y salina, en el sentido que más generalmente se daba a estas acepciones.

En la *Cuestión II* se examina «A quién pertenece el dominio primario y radical de los criaderos minerales o minas», llegándose a la conclusión de que, ni por derecho legítimo, ni por conveniencia pública pueden ni deben mirarse las minas como bienes propios de los dueños de los terrenos de la superficie, correspondiendo a la sociedad común y en su representación al Estado, disponer de la propiedad minera, según convenga al interés general, principio que históricamente ha informado nuestra legislación y que se ha mantenido siempre y se mantiene actualmente como fundamento de la misma.

En este capítulo, que es bastante extenso, revela el señor Elhuyar grandes conocimientos jurídicos y de toda nuestra legislación, desde las Leyes de Partida, hasta la fecha en que fué redactado su dictamen.

«Por quién deben trabajarse las minas» es el tema abordado en la *Cuestión III*. Se expone en el informe el criterio de que no son las minas empresas en que los Gobiernos deban ocuparse tomándolas a su cargo, pues, aparte de que no es prudente invertir en estas especulaciones el caudal público, justificadamente se recela de que la necesaria economía y el orden de la explotación «se combinen mal con las formalidades y aparatos de empleados y crecidas asignaciones con que por lo regular se recargan los establecimientos dependientes del Gobierno, pudiendo por esta sola causa hacerse incosteables empresas que, en manos de más sencillo manejo y menos liberales, ofreciesen utilidad», palabras que reflejan un respetuoso y justificado temor a la administración estatal.

Tampoco cree el autor conveniente mantener el estanco de los productos minerales, mostrándose favorable a una gran libertad para la exploración y explotación de las riquezas minerales, con la debida vigilancia e inspección de los trabajos, como único medio de que la minería adquiera un desarrollo en armonía con la abundancia de criaderos existentes en el país.

La *Cuestión IV* se refiere a «Qué partido debe reservarse el Soberano en las Concesiones de minas», reconociendo la justicia de que, siendo el Estado el propietario de las minas, se cobre por su explotación algún derecho, pero censurando la exorbitancia de los impuestos establecidos en el siglo XVI, en el que se fijaban, en la ley de 1559, hasta las tres cuartas y aun las cuatro quintas partes de los productos obtenidos, como derechos de la Corona. Aboga porque a los buscadores de oro, por el lavado de aluviones, que duramente ganen un modesto jornal, se les exima de toda contribución y, en general, propone que los impuestos sean sumamente moderados.

La *Cuestión V* se titula «Qué extensión debe señalarse a las concesiones de minas», y en ella se estudian las ventajas e inconvenientes de las extensiones demasiado grandes o exce-

sivamente pequeñas, haciendo al mismo tiempo un examen comparativo de la legislación extranjera, para proponer la adopción de un criterio semejante al establecido en la Ordenanza de Minería formada para Nueva España en 1783, por la cual se amplió hasta 200 varas la longitud de cada pertenencia, al hilo del criadero, y una magnitud variable a su tendido o echado. Propone también una revisión de todas las concesiones otorgadas y la caducidad de las demasiado extensas, otorgándoles un plazo de un año para la designación de la superficie que estén dispuestos a trabajar, enajenando el Estado lo sobrante, incluyendo en esta radical propuesta las que la Real Hacienda se hubiera reservado y no quiera conservar en activo laborío.

«Qué duración debe asignarse a las concesiones de minas» es el tema tratado en la *Cuestión VI*. Dice el Sr. Elhuyar sobre este tema tan interesante, que *de distinto modo tratarán por precisión las minas sus dueños siéndolo por limitado tiempo, que mirándolas como suyas a perpetuidad. En el primer caso tirarán a sacar todo el fruto posible de ellas con el menor gasto, y ceñidas a lo que simple e indispensablemente requieran en el tasado tiempo, no podrán servir mucho para lo sucesivo: ni el buen orden del laborío, ni en la fortificación y aseguramiento de los labrados, podrá esperarse el esmero y solidez que convendría. Y por este término, nada de lo que ideen y planteen tendrá relación con la subsistencia de las minas en lo futuro.*

El criterio seguido por el Estado español había sido hasta entonces el de la temporalidad, otorgándose licencias de explotación por un cierto número de años, que para las minas de carbón de piedra se había fijado en veinte. En América se seguía, en cambio, el sistema de no caducar nunca las concesiones, dando este sistema mejores resultados, y en ellos inspiraba el Sr. Elhuyar su propuesta.

La *Cuestión VII* explica «Qué formalidades deben guardarse en los registros y denuncias de minas, y de los sitios para oficinas de beneficio de sus productos», invocando la necesidad de que estas operaciones se encomienden a personal facultativo, inspirándose en lo legislado para Nueva España.

La *Cuestión VIII* señala «Qué condiciones deben prescribirse en las concesiones de minas y sitios necesarios para las fábricas u oficinas de beneficio de sus frutos», y dice que no sólo deben asignarse límites a la extensión de las pertenencias de minas, sino también prescribirse a las que se concedan las condiciones que se contemplen conducentes a asegurar su constante laborío, su indispensable prueba, el buen orden y firmeza de los labrados, el más completo aprovechamiento de sus frutos y su mayor duración posible.

La *Cuestión IX* es especialmente interesante para la historia de la profesión de Ingeniero de Minas, pues fija «Qué sistema debe establecerse para inspeccionar y celar el buen orden en los trabajos de las minas y procurar su fomento y conservación».

Elhuyar, en el estudio de este tema, aboga porque se limite la libertad del dueño de la mina para explotarla enteramente a su voluntad y capricho, y teniendo en cuenta todo lo que al Gobierno interesa la correspondiente regularidad en su laboreo, propone la inspección técnica, encomendada a funcionarios que sean todos ellos precisa e indispensablemente facultativos científicos, con el conocimiento posible de todas las partes del ramo y dedicados a él con exclusión de toda otra atención, tomando estas ideas de la legislación en vigor en otros países de Europa.

Se trata en la *Cuestión X* de «Qué jurisdicción deben ejercer los empleados del Gobierno en el ramo de Minas», proponiéndose que el personal técnico sea el que entienda y resuelva los litigios y desavenencias entre los mineros y tenga

intervención hasta en los juicios de delitos cometidos en las explotaciones y en las fábricas.

Explica la *Cuestión XI* «De qué modo se proporcionará la instrucción necesaria a los que se dediquen a la profesión de Minería», y en este capítulo se establecen las bases de la creación de la Escuela de Minas.

En la *Cuestión XII* se considera «Por qué medios puede fomentarse el cultivo de las minas», recomendando como el más eficaz la exención absoluta o por lo menos la máxima moderación en los impuestos, discreto criterio que la administración y el Fisco son siempre enemigos de aplicar con grave daño para la economía general, y, por último, en la *Cuestión XIII* se definen «Qué privilegios deben gozar los propietarios de minas, sus dependientes y operarios», proponiendo que se conserven todos los concedidos por disposiciones anteriores.

Deliberadamente, comprendiendo que la exposición anterior resulta extensa, se ha hecho un detallado examen de la notable Memoria redactada por Elhuyar, indudablemente inspirada en la legislación de Méjico, por ser el fundamento del importantísimo Decreto de 4 de julio de 1825, que recoge totalmente las iniciativas y sugerencias de la propuesta y que constituye una disposición básica sobre minería, merced a la cual esta utilísima rama de la economía nacional pudo adquirir extraordinario desarrollo en los años que siguieron a su promulgación.

En efecto, el Real decreto, que consta de 44 artículos y «Su consecuente Instrucción provisional aprobada por S. M. en 18 de Diciembre del mismo año para el Gobierno de la minería», integrada por 192 párrafos, adoptando en esta disposición el estilo metódico de todos los escritos redactados o inspirados por Elhuyar, constituyen un nuevo cuerpo de doc-

trina minera en el que se funda toda la legislación posterior y representan una indudable mejora y un notorio adelanto sobre cuanto se había legislado anteriormente.

Un principio esencial de esta disposición, recogido de la propuesta, es la declaración de pertenecer a la Corona, en supremo dominio, todas las minas del Reino, ordenando la revisión y nueva inscripción de todas las concesiones otorgadas desde 1584 para su rehabilitación o anulación si, en el plazo de un año, no las trabajaban sus dueños.

Se consideran comprendidas en las prescripciones del Decreto todas las sustancias metálicas, combustibles y salinas, pero se declaran de aprovechamiento libre las materias de naturaleza terrosa, los materiales de construcción y el aprovechamiento de las arenas auríferas, siempre que no se beneficien en establecimientos fijos y en gran escala.

Se autoriza a los nacionales y extranjeros la libre investigación de toda clase de terrenos de dominio particular o público, incluso en las encomiendas de los Infantes, con indemnización al dueño de la superficie en el primer caso, y sin ella en todos los demás.

Se establecen los distritos y sus inspectores para formalizar los registros o denuncias, mediante la designación fijada por el interesado, levantándose acta de demarcación ante escribano, fijando las estacas y dando posesión al interesado, al que se había de entregar más tarde en testimonio de estas diligencias como título de propiedad.

Fijaba también el Decreto el derecho del minero de expropiar la superficie necesaria para sus explotaciones, obligándose a trabajar sus minas bajo la inspección técnica del personal de los distritos, a los que debía darse cuenta de todas las incidencias y periodos del trabajo de las minas.

El impuesto que había de satisfacer el minero estaba en relación con las pertenencias concedidas, al que se añadía el

5 por 100 del producto de los minerales beneficiados, exceptuándose las ferrerías y las minas de hierro.

Para el gobierno general de la minería se debía crear en Madrid una Dirección, compuesta de un Director general, dos Inspectores generales y un Seretario, y en cada distrito se designaba como personal del mismo, un Inspector y un número de Ingenieros proporcionado a su extensión, quedando obligados, la Dirección y el personal afecto a los distritos, a promover y fomentar el importante ramo de la minería.

Con el objeto de proporcionar la instrucción fundamental a los que hubieran de dedicarse a esta especialidad, se modificaba la escuela de Almadén, fundando dos cátedras, dependientes de la Dirección, para la explicación de la Geometría subterránea y la de Docimasia y Mineralogía.

Este rápido extracto de la orientación y principios fundamentales del Decreto de 1825, permite apreciar su verdadera transcendencia, pues en él se establecen todas las bases, que aun subsisten, del derecho minero y de las relaciones del investigador o del explotador con el Estado.

Los Ingenieros de Minas tenemos que apreciar, en las propuestas de Elhuyar, las bases de nuestra existencia colectiva y de nuestro cometido profesional, pues en esta interesantísima disposición, debida a su consejo, no sólo se sientan los primeros jalones de la enseñanza técnica, sino que se crea de hecho la Policía Minera, el servicio de demarcaciones y la función inspectora constante de los técnicos en las explotaciones confiadas a la iniciativa particular.

El mejor elogio que puede hacerse de esta iniciativa, es el respeto con que ha sido mantenida hasta nuestros días, sin alterar sus fundamentos esenciales, no obstante la verdadera manía de legislar de nuestros hombres públicos. Es cierto que hoy día, en que los principios de intervencionismo de Estado se extienden por todas partes, resulta, en algunos puntos, nece-

sitada de reforma y que se impone la redacción y publicación de un Código Minero que recoja las nuevas tendencias y dé solución a los variadísimos problemas que la compleja economía moderna plantea; pero no cabe duda de que en el Decreto que inspiró Elhuyar hay grandes bases legislativas que será difícil alterar.

El mundo minero recibió con grandes muestras de satisfacción el Decreto de 4 de julio de 1825, y los escritores de la época y otros posteriores, dedicaron grandes elogios a esta disposición, por cuya iniciativa, hombres tan cultos y eminentes como Ezquerria del Bayo, dan a Elhuyar el honroso calificativo de padre de nuestra legislación minera.

Don Juan López Cancelada, que se distinguió por su afición a los estudios relacionados con la minería, señala en varios pasajes de sus obras la gran importancia de este Decreto (1), y otro escritor, D. Antonio Pérez Domingo, que publicó un interesante folleto sobre estas materias (2), dice de este Decreto lo siguiente:

«Penetrado vivamente el excelentísimo señor Ministro de Hacienda de la importancia e interés de las minas, conociendo que, tanto por sí mismas, como por sus relaciones y positivo influjo en los demás ramos de industria, son el recurso único y el más eficaz que puede restituir a la España los pasados tiempos de su opulencia y de su poder, dirige sus conatos a la minería, y desea hacerla llegar al grado más floreciente. Los primeros resultados de esta protección han sido tan felices como va indicado, y cuatrocientos millones de reales importados por este camino, son la prueba más positiva del acierto de tan sabias medidas.»

(1) LÓPEZ CANCELADA (D. JUAN): *Minas en España*. — Madrid, 1831.

(2) PÉREZ DOMINGO (ANTONIO): *Memoria sobre las minas en la Península*. — Madrid, 1831.

Se refiere a las minas de la Sierra de Gádor, entonces en gran actividad, y hace constar que «sólo desde el año 1820 hasta el presente, ha producido el ramo de la minería, a pesar de hallarse circunscrito a un solo rincón de la Península, más de cuatrocientos millones de reales, como demostraré más adelante, los cuales han sido importados en especie de numerario del extranjero».

Igualmente favorable es el juicio contenido en el preámbulo del proyecto de ley de Minas presentado a las Cortes, por don Francisco de Luxan en 3 de noviembre de 1854, en el que se dice:

«Regularizar estas tendencias; protegerlas sin coartar la libertad individual que las había creado y conducido sin trabas; conciliar los intereses de los mineros con los del Estado, tal fué el objeto de la ley de 1825. La única hasta entonces digna de este nombre, fruto de la experiencia, y acomodada a las exigencias del ramo, sustituye los preceptos a las prácticas abusivas, la concesión al privilegio y la seguridad de los derechos adquiridos a la vaguedad e indecisión de las resoluciones para determinarlos. Con una precisión que no podía esperarse de la época que lo produjo, hace libres las explotaciones..., etc.»

Y para no repetir análogos conceptos, basta limitarse a consignar el autorizado juicio de nuestro Consejo de Minería en la Memoria presentada en 1908 al Ministro de Fomento, en la que expresa una opinión muy laudatoria de la disposición citada.

El propio Elhuyar, como se verá más adelante, se sintió satisfecho de la reforma y consideró transcendental el Decreto de 1825, sintiendo verdadero temor ante su posible modificación o incumplimiento, pues tenía gran fe en su beneficiosa influencia en el desenvolvimiento de la minería nacional.

Puesto en vigor el Decreto de 4 de julio de 1825, y su instrucción complementaria, fué consecuencia inmediata del mis-



D. Fausto de Elhuyar
Director General de Minas

Elhuyar, Director General de Minas de España.

(De la colección de estampas de la Biblioteca Nacional. Catálogo de Barcia, núm. 572.)



D. Fausto de Elhuyar
Director General de Minas



Elhuyar, Director General de Minas de España.

(De la colección de estampas de la Biblioteca Nacional. Catálogo de Barcia, núm. 572.)

mo la creación de la Dirección General de Minas y el nombramiento, para el desempeño de tan importante cargo, de D. Fausto de Elhuyar, en los comienzos del año 1826.

La administración española reconocía, con aquella medida, la necesidad de prestar gran atención a una fuente de riqueza, que si en todas partes merece decidida tutela, en España, por la variedad e importancia de los yacimientos contenidos en su subsuelo, ha sido siempre especialmente interesante. Elhuyar fué nombrado Director general de Minas de España, a los cuarenta años de haber sido designado para ocupar el mismo cargo en Méjico, extraña circunstancia que presenta a la Metrópoli retrasada casi medio siglo con relación a sus posesiones de América, y es bien probable que sin el fervor de aquel hombre ilustre hacia la ciencia minera, nadie hubiera pensado el dar a estas materias el rango merecido, en una organización ordenada de las funciones estatales.

No debió ser sencilla la tarea de organizar los servicios y de designar el personal que había de tenerlos a su cargo en la nueva Dirección General, pues formulada por el nuevo Director la propuesta de la plantilla necesaria, a su juicio, para el mejor cumplimiento de sus fines, fué enviado su proyecto a informe del Consejo de Estado, el que, sin duda, no parecía muy dispuesto a aceptarlo sin importantes reparos.

De ello debió tener conocimiento Elhuyar, y seguro de su autoridad y prestigio personales, dirigió, sin vacilaciones ni trámites dilatorios, una súplica directa al Rey, concebida en los términos siguientes, que constituye una acalorada defensa de la profesión minera:

Señor: El benéfico Real Decreto de V. M. de 4 de Julio último relativo a la organización del ramo de la Minería en la Península ensalzará el glorioso Reinado de V. M. con los ventajosos efectos que debe producir en las críticas circunstancias en que se halla la Nación, de necesitar imperiosamente y con urgencia medios extraordinarios para su subsistencia y rehacerse de las grandes calamidades que ha padecido. No se limitarán sus efectos al simple

aprovechamiento, descuidado hasta aquí, de las riquezas minerales de toda especie que encierran las numerosas cordilleras y ramificaciones de las montañas del Reino y le dieron fama desde la más remota antigüedad. Al paso que el laborio de sus criaderos abrirá un vasto campo en todas las Provincias al empleo de capitales ociosos, del desenvolvimiento del ingenio y actividad adormecidos de sus naturales y a la indispensable ocupación de una multitud de gentes que por falta de ella gimen en la miseria; la agricultura, las artes y el comercio recibirán por su poderoso influjo un fomento positivo y seguro que extenderá los medios de subsistencia a otra infinidad de gentes igualmente necesitadas de socorro. De esta suerte los fieles vasallos de V. M. bendecirán la generosa benéfica mano que franqueandoles y facultandoles el disfrute de los Tesoros que encubre su rico suelo, les proporciona auxilios eficaces para remedio de su indigencia. Al mismo tiempo, vuestro angustiado Real Erario adquirirá ingresos de que hasta aquí ha carecido, tanto por los Reales derechos inmediatos de este ramo, como por el aumento que de los consumos y giros del mismo se origine en los demás establecidos.

Vuestro Real Decreto fué el resultado de largas meditaciones de vuestra Junta de Fomento de la riqueza del Reino, en la que se reunieron las luces de facultativos de dilatado ejercicio y práctica en el propio ramo, de individuos experimentados por su estado en los de Comercio e industria, de empleados distinguidos en los de vuestro Rl. servicio, con conocimientos conducentes a los fines de su instituto, y de Magistrados del primer orden y mucha vocacion en negocios graves de distintas clases. En ella se tuvieron presentes para el acuerdo de los diferentes puntos que comprende, las leyes y disposiciones Reales promulgadas sobre la materia en las diferentes épocas para la Península, las dictadas para los Dominios de America desde su conquista, igualmente que las adoptadas sobre el propio objeto en los diferentes países de Europa, y especialmente en los diversos Estados de Alemania y demas del Norte, en donde se ha cultivado y cuidado dicho ramo con todo el esmero y los conocimientos que requiere.

De la comparación de todas ellas, de su detenido maduro examen y de una prolija discusión de cada punto, dedujo las que acordó para formar el proyecto de Decreto que elevó a la Soberana calificación de S. M.

Vuestra Real aprobación le dió la sanción y el carácter de ley invariable en todas sus partes sin la previa Real voluntad de S. M.

Su publicación, lejos de haber motivado contradicción ni crítica alguna, ha causado una impresión satisfactoria en todo el Reino y grangeado elogios de su plan hasta en los países extranjeros, entusiasmando a las gentes a aplicarse al cultivo de una industria que la ofrece un consuelo en su angustiada situación, como efectivamente se estan dedicando en la mayor parte de las Provincias. Este favorable concepto general presta pues una soberana garantía de la cordura, tino y acierto con que se preparó vuestro Real Decreto y de la conveniencia de todas y cada una de sus disposiciones, confirmándola la experiencia de lo que se observa en los citados Estados de Europa y de lo sucedido en nuestros mismos Dominios de America.

Persuadido de ello V. M. se dignó mandar que para la mas pronta plan-

tificación del nuevo sistema, se extendiese una instrucción provisional que sirviese mientras se disponía con la debida meditación la ordenanza formal que demandaba el asunto, y hecha con puntual arreglo a las disposiciones del Real decreto, se dignó también V. M. aprobarla, teniendo a bien nombrar en el mismo acto el Director general de la nueva Dirección del ramo, encargandole propusiese los empleados necesarios para la misma y sus asignaciones.

Así lo tiene este verificado con la plantilla que ha presentado a V. M. y vuestra Real resolución esta pendiente del informe pedido a vuestro Consejo de Estado.

Hallandose el asunto en esta situación y considerando próxima la instalación de la nueva Dirección general de Minas y de las Inspecciones de Distrito, deseada con ansia por el público, he llegado a entender que el Consejo trata de proponer a V. M. novedades y reformas muy sustanciales en los principios y bien fundamentales del propio Real Decreto, cuya transcendencia recelo, con fundamento, que alterando el plan adoptado induzca variaciones notables en su sistema, trastorne el orden conveniente para el buen arreglo del ramo, entorpezca y limite sus progresos, prive al público de las ventajas que de su puntual establecimiento se ha prometido, y frustre los beneficios elevados designios de V. M.

Estoi firmemente persuadido de la sana intención y rectísimo fin con que los individuos del Consejo de Estado procederan en las variaciones que se propongan consultar a V. M.: respeto como es debido su alta dignidad y carácter, y su ilustración, talento y consumada experiencia en los negocios mas intrincados y de mayor importancia; pero al mismo tiempo estimo que sin la instrucción necesaria en unos asuntos tan oscuros y complicados en sus resortes como los de Minas, de que no han tenido ocasión de adquirir conocimientos, es muy factible se hayan dejado llevar de prejuicios generales en la teoría, mas inaplacables, y de malas consecuencias en un ramo como del que se trata, por no ver en él las cosas bajo del aspecto que deben mirarse.

Este fundado recelo, la distinguida confianza con que V. M. se ha dignado honrarme sin merecerlo, nombrandome Director general de Minas, y la estrecha obligación en que por este destino me contemplo de atender y procurar todo lo conducente al fomento de este ramo, y de alejar en cuanto alcance, lo que pueda oponerse o enervar sus progresos, no me permiten mirar con indiferencia los malos resultados que preveo de cualquiera alteración por ahora en el memorable Decreto de 4 de julio último, digno fruto de los paternales desvelos de V. M. por el bien de sus pueblos; del acendrado celo de vuestro Ministro de Hacienda, y de las tareas y luces de los Vocales de la Junta de Fomento que se han esmerado en procurar llenar las sabias benéficas miras de V. M.

En virtud de esto considero como preciso deber mio el anticipar a V. M. al recibo de la consulta del Consejo de Estado, la oportuna advertencia de lo perjudicial que en mi concepto puede ser cualquiera novedad en orden al tenor de los artículos que forman vuestro indicado Real decreto,

y de las providencias dictadas por V. M. con su conformidad para la plantificación de sus disposiciones, a fin de que sin un maduro examen de las reformas y nuevas medidas que consulte a V. M. el Consejo, no se aventure el ver inutilizados los trabajos y afanes emprendidos hasta aquí, y malogrado el fruto que prometen. Si para ello juzgare V. M. que pueden servir los conocimientos que tengo adquiridos por mis estudios y la larga carrera en el ejercicio de la Minería está dispuesto a manifestar a V. M. las reflexiones que me ocurran sobre dichas reformas y medidas con la imparcialidad y justificación que corresponden al fiel desempeño de los sagrados mandatos de mi Soberano, siempre que V. M. tenga a bien mandar se me comuniquen, con sus fundamentos, en los terminos que sea de su Real agrado.

Protesto sincera y respetuosamente que ningún interés ni fin personal alguno me mueve a poner en las Reales manos de V. M. esta humilde representación. La inspira y dirige únicamente el deseo del bien público y de que V. M. tenga la justa y merecida satisfacción de que en su glorioso Reinado se realiza lo que en tres siglos no consiguieron sus augustos predecesores, a pesar del empeño que tomaron en promover el cultivo de las Minas del Reino, por no haber acertado con los medios adecuados, o más bien por no haber seguido la buena senda trazada en sus primeras leyes. Así es que sin ser nuevos rigurosamente en lo sustancial la promulgada hoy, V. M. tendrá la gloria de ser el primero de nuestros Monarcas que por su medio haya puesto en movimiento positivo y eficaz una poderosa máquina industrial que proporcionará copiosos frutos para el engrandecimiento y lustre de su Real Corona y la prosperidad permanente de sus leales y amados vasallos.

Con esta esposición creo cumplir mi deber correspondiendo a la alta confianza que hé merecido a V. M. cuya interesante vida ruego al Omnipotente prolongue y prospere para bien y felicidad de sus pueblos. — Aranjuez 8 de Junio de 1826. — Señor: A los Reales Pies de V. M. — Su fiel y humilde vasallo, *Fausto de Elhuyar*.

La lectura del anterior escrito sugiere e invita a una pequeña digresión. ¿Cuál era el temperamento y las ideas políticas de D. Fausto de Elhuyar? Si nos dejamos llevar de su ceremonioso texto y del tono de verdadera reverencia en que está redactado, tendríamos que pensar que el primer Director general de nuestro ramo no se hallaba a disgusto en el ambiente de verdadero despotismo que entonces reinaba en nuestro país, bajo el absoluto dominio de Fernando VII. Pero téngase en cuenta, para no equivocarse el juicio, que Elhuyar era, ante todo y sobre todo, un funcionario, apartado durante toda su vida de toda participación en la política. Extraordina-

riamente honorable, hasta en la modestia de sus aspiraciones económicas y sociales fué un verdadero precursor de la colectividad, y al servir a la Nación, por cuya prosperidad tantos desvelos y tantos entusiasmos sentía, ajustaba su actuación y su léxico al medio ambiente, no siéndole tampoco fácil suscribirse a la influencia de su larga estancia en América, donde la literatura oficial había llegado al máximo límite de sumisión y acatamiento a los superiores jerárquicos.

Modelo de este género de escritores fué López Cancelada, que comenzó por dar a su nombre una altisonancia a tono con el ambiente y las circunstancias, pues siendo López su apellido paterno, adoptó el componerlo con Cancelada por haber nacido en Cancela de Aguiar, en el *frondoso* Bierzo, como dice en alguna de sus obras, y en verdad es cierto que no cabe mayor frondosidad, sin que estas pequeñas debilidades resten mérito alguno a este fecundo escritor, animado siempre de un gran espíritu de verdadero patriotismo y dotado de indudable cultura.

Pero así como Cancelada era notoriamente fernandista, cuando publicó su libro sobre los minerales de oro y plata, no obstante haber sufrido años antes un curiosísimo proceso por liberal y constitucionalista, según refiere en su folleto *Fierte en la Virgen y no corras*, Elhuyar debió tener un espíritu más amplio y liberal, pues no hay que olvidar que procedía de aquellos *Caballeritos de Azcoitia* que a Menéndez y Pelayo le parecieron por lo menos sospechosos por las relaciones de algunos de sus miembros con los enciclopedistas franceses, que no es éste el lugar adecuado de examinar, pero que clasificados ideológicamente con su erudición extraordinaria por el D. Julio de Urquijo (1), eran hombres muy cultos y de juicio abierto a todo progreso, instruidos además y muy espe-

(1) URQUIJO (JULIO DE): *Menéndez y Pelayo y los Caballeritos de Azcoitia*. — San Sebastián, 1925.

cialmente Elhuyar, en sus largos viajes por las naciones más adelantadas de Europa. Pensando, pues, con lógica, hay que suponer que el autor del oficio transcrito y de otros muchos documentos de redacción semejante, no ponía en ellos su propio pensamiento, y que se limitó a servir con igual lealtad a su país en las épocas de Gobiernos absolutos que en aquellas en que se adueñaba de la política el liberalismo más amplio y rebelde.

Como *técnico*, y por el hecho de serlo, vivió alejado de las luchas y pasiones de la política para dedicarse más intensamente al cultivo de las ciencias, y también en esto, después de todo, acaso tuviera completa razón.

Y ya en este camino de somero examen de la psicología de D. Fausto, hay que recoger la afirmación de Menéndez y Pelayo (1) de sus relaciones con la masonería, en la que dice don Marcelino que alcanzó el grado de venerable. El hecho pudiera ser cierto, pues la versión de nuestro gran polígrafo está indudablemente tomada de noticias publicadas por escritores mejicanos.

Alaman dice (2) que la masonería empezó a ejecutar influjo en Méjico hacia 1820 y que hasta la venida de las tropas expedicionarias, «esta sociedad contaba con pocos individuos que vivían aislados y ocultos por temor de la Inquisición, habiendo sido el primero en reunirlos y darles forma de cuerpo, el oidor de Méjico D. Felipe Martínez de Aragón. Los principales eran D. Fausto de Elhuyar, suegro de Martínez, que era el decano en el país, habiendo sido recibido en Alemania desde que fué pensionado por el Gobierno español a hacer sus estudios; dos religiosos franciscanos y algunos más, todos españoles», etc., y otros escritores señalan también la

(1) MENÉNDEZ Y PELAYO (D. MARCELINO): *Historia de los Heterodoxos españoles*. — Madrid, 1880. Tomo III.

(2) ALAMAN (D. LUCAS): *Historia de Méjico*. — Tomo V, pags. 5 y 58.

circunstancia de ser los frailes los primeros afiliados a aquella entidad, lo que puede no ser extraño, pues en aquellos comienzos no tenían los masones orientación política alguna.

El propio D. Fausto era hombre de una religiosidad verdaderamente extraordinaria y su acendrado catolicismo se exterioriza en todas sus disposiciones como Director del Colegio de Minería de Méjico, en el que se daba a la enseñanza y a las prácticas religiosas una absoluta preferencia a todas las demás obligaciones de los alumnos.

El tema es muy interesante y permitiría un mayor desarrollo, pero nos apartaría enteramente de la materia objeto de estos APUNTES.

Volviendo a la organización de los servicios de la Dirección de Minas, hay que reconocer y declarar que no dejaban de estar justificados los temores y recelos del nuevo Director, pues el Consejo de Estado emitió, en relación con la propuesta formulada, el siguiente dictamen:

Señor: Habiéndose tratado en el Consejo sobre el Reglamento del personal de la Dirección de Minas, que conviene luego establecer, como el mismo Consejo tiene consultado a V. M., y con presencia de los antecedentes de este negocio, fué de parecer que se eleve a V. M. el acuerdo de 9 de mayo último, que se había suspendido a causa de no haber remitido el Secretario del Despacho de Hacienda las Reales órdenes que tenían relación con este establecimiento en la parte judicial. El precitado acuerdo de 9 de mayo es a la letra como sigue: «La Comisión de Hacienda presentó su dictámen en el expediente de que dió cuenta el Secretario de este Ramo, sobre el establecimiento de la Dirección de Minas, tanto por lo que hace al número de individuos de que debe constar, como de sus sueldos; y conformándose el Consejo con su parecer, en esta parte, se reservó tratar en otro día del Tribunal de Minas que propone el Ministerio, y que impugna dicha Comisión, trayendo entonces a la lista la Ley últimamente promulgada acerca de este particular, respecto a que, las observaciones que hizo el Secretario del Despacho de Hacienda y las de varios vocales del Consejo, que se tomaron en consideración, prolongaron la discusión, y ofrecieron dudas, que exigen una detenida meditación para el acierto». Y el dictámen de la Comisión con que se conformó el Consejo relativo al expresado Reglamento personal es como sigue: «Cree la Comisión que un Director general, un Inspector y un Secre-

tario, bastan para constituir la Dirección, en lugar del Director y de los dos Inspectores que en la plantilla se señalan. Considera asimismo inútil por ahora la creación de dos Comisarios que se piden, y cuyas funciones pueden cómodamente desempeñar los Directores o Inspectores locales.

»A la Secretaría le bastan dos Oficiales por ahora y un escribiente, que con el Secretario componen cuatro individuos, que siendo como deben ser sujetos de desempeño, pueden dar cumplida ebasión a todos los negocios de su cargo, por mucho tiempo.

»El proyecto de que los Oficiales de la Secretaría sean bajo de la misma consideración, Contador y tesorero a un mismo tiempo, es contrario a todos los principios de buena administración, y es de sumo interés que estos oficios sean independientes del influjo del Secretario.

»El nuevo reglamento pide asi mismo un Asesor, y la Comisión entiende que esta plaza es superflua, por que la Dirección no debe ser un Tribunal, y los negocios contenciosos deben ventilarse en los Juzgados de los Yntendentes, evitando el multiplicar jurisdicciones sin necesidad.

»Al contrario siendo, en opinión de la Comisión, de una misma naturaleza los defensores juzgados que la Real Hacienda tiene a expensas de grandisimos gastos en la Corte con los nombres de Juzgado de Rentas, de regalía de aposento, de Correos, y otros, entiende que sería muy útil se reuniesen en un solo Juez, o ya que estos fuesen diferentes, por el empeño de conserbar estos Juzgados privilegiados, al menos fuese una la curia, es decir, el Asesor, el Fiscal y el Escribano de todos, ahorrándose una porcion de sueldos y ocupaciones inútiles.

»La Comision tiene por muy necesaria la plaza de un profesor de Docimastica o sea arte de ensayar y hacer análisis de las substancias metálicas, que es indispensable y debe proceder para calcular con acierto y datos, la utilidad o perjuicios de explotar una mina y poder graduar su riqueza.

»Además de estos empleados deben nombrarse dos Porteros y un mozo de oficio que cuide de la seguridad y aseo de las oficinas.

»Bajo de estas bases la Comision ha procedido al señalamiento de sueldos que podria hacerse a los empleados de este nuevo establecimiento, y halla por combeniente distinguir el merito y la ciencia del profesor que ha de acupar el empleo de Director general con el sueldo de 35 mil reales, el de Inspector con 24 mil, el de Secretario con 18 mil. El de Oficial primero de la Secretaría con 10 mil, el de segundo con 8.800, el de escribiente con 3 mil.

»El Contador con 14 mil. El tesorero con 14 mil. El profesor de Docimastica con 12 mil, sino se le impone mas obligacion que desempeñar los encargos de la Direccion dentro de la Corte, pero con 18 mil, en el caso de que se le imponga además la obligacion, muy util en concepto de la Comision, de abrir catedra y explicar en ella la Kimica, fijandola principalmente sobre esta parte de su profesion.

»El primer Portero podrá tener de dotacion 4.400 reales, el segundo 3.300, y el mozo 2.200.

»Resulta pues, segun el modo de vér de la Comision entre la plantilla que se há pasado a su examen formada por D. Fausto de Eluyar, y la que la

misma propone al Consejo, y considera mas que suficiente para llenar las obligaciones de la Direccion por ahora, la diferencia de 165.300 reales en esta forma:

	Sueldo de la plantilla presentada por Eluyar	Sueldos que gradúa la Comisión del Consejo	Ahorro por bajas de sueldo y supresión de plazas
Director general.....	60.000	35.000	25.000
Inspector general 1º.....	40.000	24.000	16.000
Idem..... 2º.....	40.000	»	40.000
Secretario.....	30.000	18.000	12.000
Oficial 1º.....	15.000	10.000	5.000
Id.... 2º.....	14.000	8.800	5.200
Id.... 3º.....	13.000	»	13.000
Id.... 4º.....	12.000	»	12.000
Id.... 5º.....	10.000	»	10.000
Un escribiente.....	5.000	3.000	2.000
Otro id.....	5.000	»	5.000
Asesor.....	12.000	»	12.000
Dos Comisarios a 15 mil rs.....	30.000	»	30.000
Profesor de Kimica.....	18.000	18.000	»
Portero 1º.....	6.000	4.400	1.600
Id.... 2º.....	4.000	3.300	700
Un mozo.....	3.000	2.200	800
Otro id.....	3.000	»	3.000
	<u>320.000</u>	<u>126.700</u>	<u>193.300</u>

Según la demostracion antecedente los ahorros que presenta la Comision, reduciendo el numero de las plazas del Reglamento de Eluyar, las que ahora no considera precisas, y haciendo una rebaja prudente y necesaria en las actuales circunstancias en los sueldos de las que han de subsistir, ascienden a la cantidad de 193.300 reales, pero aprobándose, como la Comision propone, la creación del Contador y el Tesorero, por las razones que deja expuestas, cuyos sueldos designados ascienden a..... 28.000

Resultarian sin embargo economizados los dichos..... 165.300

«La Comision cree haver llenado su encargo, presentando al Consejo según los conocimientos que tiene en la materia, el número de individuos que deven componer la Direccion de Minas, y sus dependencias inmediatas, y los sueldos que han de disfrutar, llebando por delante el imperioso precepto de ceñirnos a lo preciso, sin desatender por una economia rigurosa en demasia, el buen desempeño del Real Servicio. Por lo demas, siendo este establecimiento en la parte principal científico, acaso no se hallaran en la clase de los reformados o de los que disfrutaban sueldo, sujetos capaces de responder al destino a que son llamadas las Ciencias, y en que el Rey N. S. y el Estado las necesita; y en este concepto, y solo en este y no en otro ninguno, como esta mandado, el Secretario del Despacho de Hacienda po-

dra buscar en donde los halle sugetos que en clase de hombres instruidos en la Minería, Geometría subterránea, Mineralogía, Matemáticas, Química y demás ciencias auxiliares pueden ocupar los empleos de Director, de Inspector, de Secretario, de Profesor de Docimástica, y de Oficiales de la Secretaría. Los demás destinos que están fuera de esta categoría, deberán elegirse entre los reformados o empleados que gocen sueldo en las carreras del Estado, abonándoseles a todos el del Reglamento que se adopte, de los productos del mismo ramo, así como los gastos de escritorio, laboratorio y los demás que lleve consigo la buena administración.»

Lo que el Consejo hace presente a V. M. para la resolución que sea de su soberano agrado Palacio 5 de Agosto de 1826. Señor A L R P de V. M. Franc^o. de Leiva.

El Ministro y el Rey no tuvieron demasiado en cuenta las razones aducidas en el anterior escrito por el Consejo de Estado, y resolvieron definitivamente el asunto, dando satisfacción a Elhuyar y atendiendo sus indicaciones en la Real orden siguiente, que se conserva, original, en el Instituto Geológico:

Al márgen. — Ministerio de Hacienda. de España.

Conformándose el Rey N. S. con la propuesta de empleados hecha por V. S. para la Dirección General de su digno cargo, se ha servido S. M. nombrar a los sugetos siguientes. —

A D. Timoteo Alvarez Veriña para Ynspector general 1^o con el sueldo de 30 mil reales anuales; a D. Francisco de la Garza para Ynspector general 2^o, con igual sueldo; a D. Rafael Cabanillas para Secretario con 24 mil; a D. Pedro Maria de Zubiaga para Oficial 1^o con 13 mil; a D. Miguel Foundinier para Oficial 2^o con 12 mil; a Dn. Pascual Basadre para Oficial 3^o con 11 mil; a D. Juan Manuel Zapata para Oficial 4^o con 11 mil; a D. Mariano Vela para Oficial 5^o con 10; a D. Benito del Collado y Ardanuy para Escribiente 1^o con 4.500; a D. Ignacio Gomez Negrete para Escribiente 2^o con 4.000; á D. Joaquín Cabezas para Profesor de Química-Diocimástica con 15.000, á D. José Antonio Arenas para Asesor con 10.000; a D. Joaquín Rodríguez para Portero 1^o con 5 500; para Portero 2^o con 4.000 a D José Riarán y para la plaza que resulte vacante de Director principal facultativo de minas de Almadén por salida de D. Francisco de la Garza, a D. Fernando Caravantes, con la obligación de atender igualmente a las del Pozo y Castillo y los trabajos de la de Almadenejos; quedando sujetos al de su purificación los individuos que la necesiten. —

De real orden lo comunico a V. S. para su inteligencia y efectos consiguientes. — Dios guarde a V. S. muchos años. — Palacio 18 de Septiembre de 1826. — Luis Lopez Ballesteros. — rubricado. — Señor Director general de Minas.

Pasando por alto la *purificación* de los nombrados que la necesitasen, porque el comentario desviaría la narración histórica se ve, en esta designación de personal, hasta qué punto se preocupó y estuvo acertado el nuevo Director en la elección de sus tres inmediatos y más eficaces colaboradores, don Timoteo Alvarez Veriña, D. Francisco de la Garza y D. Rafael Cavanillas, pues todos se habían distinguido por su competencia y tuvieron ocasión de demostrar, más tarde, en diversos cargos, sus dotes personales.

Recordemos, en efecto, que D. Timoteo Alvarez Veriña, que era Director de las fábricas y minas de plomo de Almería, cuando fué destinado a la Dirección, fué algunos años después, a la muerte de su jefe Elhuyar, el segundo Director del ramo y que a él se debe la creación del Cuerpo de Ingenieros, organizado por Decreto de 21 de septiembre de 1833. Don Francisco de la Garza fué también un distinguidísimo minero, primer alumno de la Real Academia de Minas de Almadén y luego Director de aquel Establecimiento, sustituyendo al alemán Hoppensak. Estudió, por primera vez, las cuencas hulleras de Espiel, Bélmez y Peñarroya, las minas de Cazalla y Guadalcanal con Elhuyar, visitó Alemania con Larrañaga y publicó memorias e informes muy interesantes; y D. Rafael Cavanillas, entonces Director y teniente de Superintendente del Departamento de minas de Almadenejos, fué después Diputado, Senador, miembro de diversas Sociedades Científicas y Director General de Minas del Reino.

Sirvió este distinguido Ingeniero con gran lealtad a su jefe, muriendo de Inspector general, pudiendo decir de él, D. Rafael Amar de la Torre (1), que «ayudó y siguió las huellas del sabio y venerable Elhuyar para establecer y aplicar la legislación a que se debió más tarde el desarrollo y el estado floreciente de la minería».

(1) «Necrología.» *Revista Minera*, tomo IV, pág. 684.

Los auxiliares nombrados tenían también condiciones de facultativos y competencia en las materias encomendadas al centro a que fueron destinados, y hubo también, entre ellos, mineros muy distinguidos.

Así se fundó el Cuerpo de Ingenieros de Minas, siendo el número uno del primer escalafón D. Fausto de Elhuyar, y el número segundo D. Timoteo Alvarez de Veriña, siguiéndoles, pocos lugares después, Garza, Larrañaga, Angulo, Cavanillas y otros muchos meritísimos ingenieros.

Lentamente, con la moderada marcha característica de nuestra administración, se llegó el 2 de octubre de 1826 a establecer, con grandísima modestia, la Dirección de Minería en un pequeño cuarto segundo de la casa señalada con el número 6 en la calle del Amor de Dios, siendo dotada con la respetable suma de 21.000 reales anuales, única cantidad de que hubo de desprenderse el Tesoro público para tan interesante atención, que era además la base de una cuantiosa recaudación fiscal.

Es verdaderamente interesante acompañar con la imaginación a Elhuyar y a sus colaboradores en la ardua y difícil tarea de organizar unos servicios que carecían totalmente de ambiente y para cuya realización no se contaba con personal suficiente ni con la preparación adecuada. La concepción de crear un gran número de distritos, en los cuales había de encontrar calor y vida la nueva minería española, de acuerdo con el Decreto dictado año y medio antes, no podía tener una realidad efectiva, y solamente el espíritu y la perseverancia del Director de Minas pudo encontrar forma de dar cima a tan difícil empresa. Se crearon las inspecciones de distrito en Ríotinto, Almadén, Linares, Marbella y Falset, lugares de existencia de las explotaciones de criaderos propiedad del Estado, y se extendió esta organización inicial a Berja, como centro inspector de las minas de la Sierra de Gádor, tan activas en

aquellos momentos, y de las demás trabajadas en las provincias de Granada y Almería. Y no habiendo posibilidades de una organización más amplia, fué necesario encomendar a los Intendentes el cuidado de los asuntos mineros en los demás distritos.

Dos grandes directivas constituyeron desde entonces la actividad y la preocupación de Elhuyar: la creación y perfeccionamiento de la enseñanza técnica y el fomento de la minería. Conviene examinarlas separadamente para seguir su laudable esfuerzo en los dos sentidos.

Se inició la organización y fomento de la enseñanza por el nuevo Director general, con la creación de la Cátedra de Docimasia que, como se ha visto en la plantilla de personal, tuvo a su cargo primeramente D. Joaquín Cabezas, y más tarde D. José Duro y Garcés, siendo preciso, con esta afirmación, rectificar la de que el primer profesor de Docimasia fué el discípulo de Proust, Sr. Duro y Garcés.

Por una rara casualidad, se conservan además algunos documentos referentes a estos catedráticos en el Instituto Geológico, en un legajo de la Dirección General de Minas de 1828, y de ellos resulta que D. Joaquín Cabezas, que también había trabajado con Proust en Segovia y que había protestado con alguna violencia de los frecuentes regalos de *platina* que hacía su Maestro, se ocupaba de instalar el Laboratorio de la Dirección en febrero del citado año, pues por entonces se dirigió al Director General, manifestándole haber «recibido y depositado en el Laboratorio de su cargo, el fuelle para la forja y dos fuelles de mano», y que en 12 de abril del mismo año fué separado violentamente de su cargo, como indica el siguiente oficio, con firma completa y autógrafa de Elhuyar, dirigido al contador provisional de la Dirección General de Minas:

Enterada la Direccion del desacato e insubordinacion con que D. Joaquin Cabezas se condujo el día 11 del corriente con el Sr. Presidente de ella, ha resuelto, en acuerdo de hoy, que desde esta fecha, quede suspenso del empleo de Profesor de Docimastica de la misma, y del goce del sueldo que como a tal le corresponde; y de orden de la precitada Direccion lo comunico a V. para su conocimiento y efectos consiguientes en esa contaduría. Dios guarde etc. Madrid 12 de Abril de 1828.

He reproducido este oficio, en primer lugar, porque en nada perjudica a la memoria y prestigios del Sr. Cabezas, pues de su lectura se desprende que la falta por que fué separado de su cargo, no debió de tener otro alcance que una demostración de viveza de temperamento, y también porque es un indicio claro de que el Sr. Elhuyar no anduvo remiso para tomar su resolución, ni tampoco para nombrar sustituto al Sr. Cabezas, pues sólo necesitó veinticuatro horas para la destitución, y el día 13 del mes siguiente ya había sido nombrado el Sr. Duro y Garcés.

Por cierto que la propuesta para este nombramiento es también curiosa, y revela el interés y celo puestos por el Director general en la elección del designado para el cargo. Dice así:

Excmo. Sr. — Deseando esta Direccion de proporcionar un sugeto de las circunstancias necesarias para el buen desempeño de la plaza de Profesor de Química Docimástica de la misma, vacante por la separación de D. Joaquin Cabezas de este destino en virtud de lo resuelto por S. M. en Real orden de 13 del mes pasado, ha procurado solicitarlo entre los individuos que se han versado en el estudio teórico y egercicio practico de dicha Ciencia, y habiendo reconocido ser muy pocos los que con alguna formalidad han cultivado ambas partes, ha fijado su elección en D. José Duro y Garcés, como el más proporcionado para el indicado objeto por las tareas en que se ha ocupado.

Este individuo, natural de Yanguas en la Provincia de Soria y de edad de treinta y un años, después de sus primeros estudios en aquella Capital y del de Matematicas en la Universidad de Valladolid entró en el año de 1810 a servir de Cadete en el Regimiento de Dragones de Soria, creado en aquella época, en el que siguió hasta el de 1817, que solicitó su retiro para dedicarse a la carrera de las Ciencias, con cuyo fin asistió en esta Corte a las Lecciones de Física y Química del Colegio de Farmacia y a las de Mineralogia del Real Gabinete de Historia Natural, hasta el año de 1820

que con el propio objeto se trasladó a Paris, en donde ha permanecido siete años. Este tiempo lo ha invertido en perfeccionar su instrucción en las Matemáticas, en seguir los cursos de Física, Química y Mineralogia de los principales Profesores de aquella Corte, en egercitarse en la práctica de las operaciones químicas y particularmente en la parte analítica por las vías húmeda y seca, y en visitar con toda atención, en diferentes Provincias, los Establecimientos de industria relacionados con aquellas Ciencias y con especialidad los de operaciones metalúrgicas.

Los informes que de él ha tomado la Direccion, de personas que lo han conocido en Paris y lo han comunicado con motivo de la analogia de sus tareas, confirman su dedicación a los indicados estudios, la aplicación y aprovechamiento con que los ha seguido, y la estimación y ventajoso concepto que por estas cualidades y las de su arreglada conducta, buen carácter y finos modales se ha grangeado entre los que lo han tratado en aquella Corte, de donde hace un año que ha regresado: y agregandose a ellas su adhesión y amor a la Real Persona de nuestro Augusto Soberano, la Direccion considera reunidas en él las circunstancias que deseaba, y en este concepto lo propone para la indicada plaza de Profesor de Química Docimastica, á fin de que si mereciese la superior aprobacion de V. E. se sirva hacerlo presente a S. M. p.^a. q.^e su Real munificencia se digne concedersela, o determinar lo que más sea de su Soberano agrado. Dios guarde a V. E. muchos años. Madrid, 13 de Mayo de 1828. Excmo. Sor. Fausto de Elhuyar. Excmo. Sor. Secretario de Estado y Despacho de Hacienda.

Estos documentos dan fe de que las enseñanzas de la Direccion de Minas comenzaron en los primeros meses de 1828, y que Elhuyar, Director del Ramo, se preocupó, desde los primeros momentos de seleccionar el personal encargado de las Cátedras, como indica el nombramiento de Duro y Garcés, que fué un hombre distinguido y muy entusiasta de la minería, a la que dedicó sus actividades. Discípulo de Proust, después de dedicarse a la enseñanza, estableció una fábrica de fundición de minerales argentíferos en Sierra Almagrera, procedentes del fomoso filón del Barranco Jaroso, y fué más tarde ensayador del Reino y Académico de Ciencias.

Deseoso Elhuyar de formar un profesorado escogido, envió en 1829-1830 a ampliar estudios a la Real Academia de Minas de Freiberg, a cinco pensionados jóvenes, pero ya de reconocido mérito, que más tarde adquirieron sólidas reputaciones profesionales. Fueron estos pensionados, D. Joaquín Ezquerria

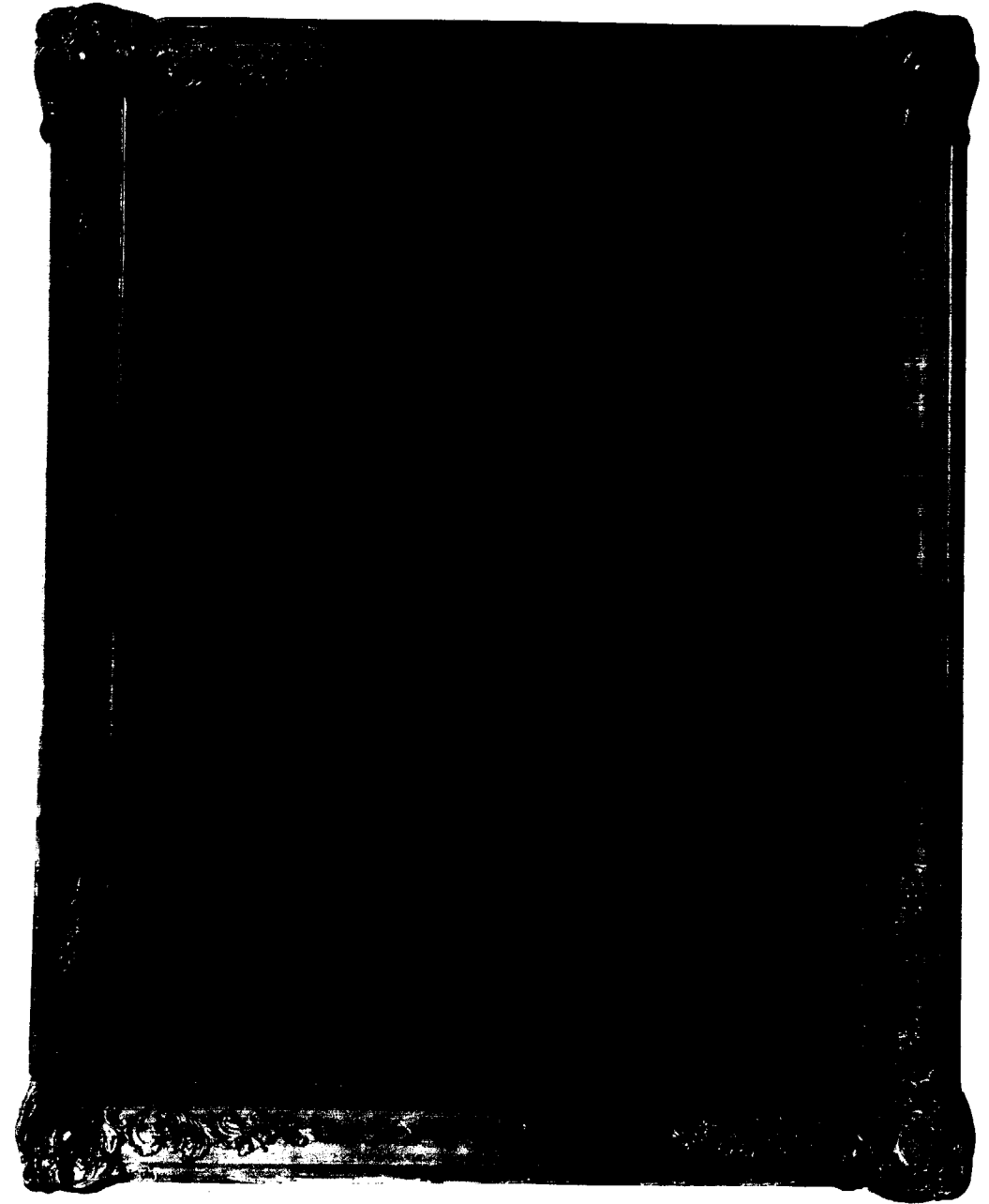
del Bayo, D. Lorenzo Gómez Pardo, D. Isidro Sainz de Baranda, D. Felipe Banzo y D. Rafael Amar de la Torre, siendo suficiente recordar sus nombres ilustres para reconocer y justificar el acierto y el solícito cuidado puesto por Elhuyar en la elección de los futuros maestros en la Escuela de Minas.

La organización de la enseñanza técnica de la minería en la Escuela de Madrid fué la última iniciativa a cuya realización dedicó sus grandes entusiasmos y actividades D. Fausto de Elhuyar. Había cumplido ya entonces los setenta años y después de medio siglo de servicios a su patria, continuaba su labor educadora sin desmayo y con la misma fe y entusiasmo con que pudo empezarla en la benemérita Sociedad Bascongada de Amigos del País.

Como Director general, prestó Elhuyar a la industria minera una gran atención. En el Instituto se conservan expedientes que así lo acreditan, en los que se puede ver el celo y cuidado con que, en la época a que hacemos referencia, se seguían todos los asuntos relacionados con la ordenación de la riqueza minera.

En aquellos años adquirieron gran desarrollo las explotaciones de las Alpujarras, y en ellas, como en todo distrito que toma repentinamente una gran actividad, se plantearon infinitas cuestiones, desacuerdos y reclamaciones, en las que hubo de intervenir frecuentemente el Director, tratando de encauzar aquellos complicadísimos asuntos.

No fué menos intenso su esfuerzo para organizar la percepción de impuestos, en la que la confusión y el desorden eran extraordinarios, especialmente en Granada, y dictando un gran número de órdenes y circulares a los intendentes y jefes de distrito, se pudo llegar, en 1830, a aprobar la primera instrucción administrativa de contabilidad, con la eficaz colaboración de D. Manuel Cristantes.



D. Fausto de Elhuyar, primer Jefe del Cuerpo de Minas.

(Retrato al óleo, del Consejo de Minería.)



D. Fausto de Elhuyar, primer Jefe del Cuerpo de Minas.

(Retrato al óleo, del Consejo de Minería.)

Para fomentar la minería, propuso la Dirección determinadas franquicias (1) para que los mineros obtuvieran a precio de coste la pólvora, la sal, el azufre y el mercurio que pudieran necesitar, fijándose estas ventajas en una Real orden dictada en 1828.

En el mismo año comisionó a D. Joaquín Ezquerro para que levantase el plano detallado del criadero de Ríotinto, siendo curioso seguir el interés que este establecimiento minero le inspiraba, en las comunicaciones dirigidas a Ezquerro mientras duró su ocupación (2).

Se ocupó también activa y constantemente de Almadén, según consta en los legajos del archivo del Instituto; dictó normas para facilitar el descubrimiento y explotación de piedras litográficas, y procuró con gran empeño dar impulso a las explotaciones de carbón, comisionando a Amar de la Torre, a Bauzá y a Ezquerro para el estudio de la cuenca de Asturias, que deseaba Elhuyar ver en plena producción. Él fué quien encargó al ilustre D. Guillermo Schulz el reconocimiento y descripción geognóstica de las provincias de Galicia, que con tanto acierto realizó aquel sabio geólogo, y con su ardorosa constancia puede decirse, con Collado y Ardanuy (3), que pudo vanagloriarse de haber vencido con su sabiduría y perseverancia muchos obstáculos que parecían insuperables, estableciendo extensos y sólidos cimientos para el desarrollo de la minería española.

El prolongado desempeño de un cargo, produce siempre el inevitable desgaste del que lo ocupa, por grandes que sean sus aciertos y sus éxitos. Así, Elhuyar, en los últimos años de su

(1) COLLADO Y ARDANUY (D. BENITO): *Apuntes para la historia contemporánea de la minería española*. Madrid, 1865, pág. 9.

(2) EZQUERRA DEL BAYO (D. JOAQUÍN): *Memorias sobre las minas nacionales de Ríotinto*. Madrid, 1852.

(3) COLLADO Y ARDANUY (D. BENITO): *Obra citada*, pág. 10.

vida, no dejó de tener roces y acaso disgustos y situaciones poco agradables con la administrativamente llamada *Superioridad*.

Se puede citar, como demostración de este hecho, un curioso expediente iniciado en 1828, con motivo de haber gastado Elhuyar la suma de 32.213 reales en adornos, colgaduras, iluminaciones y reposteros, para cumplir lo dispuesto por el Ayuntamiento, de que se engalanaran los edificios públicos «con motivo del feliz regreso a esta Capital de nuestro Augusto Soberano», que debía llegar a Madrid el 11 de agosto, después de trece meses de ausencia, invertidos en visitar Castilla, Aragón y las Vascongadas.

En el oficio primero de este expediente se dice que «De-seosa la Dirección de Minas de contribuir, en cuanto estuviera de su parte, al obsequio de la Sagrada Persona de S. M. *restauradora de la Minería*, ha acordado que colocandose el retrato de S. M. con toda decencia y bajo un dosel de damasco encarnado guarnecido con galon y fleco de oro, se adornen todas las demás del piso pral. y segundo de ella con telas de seda guarnecidas de plata y que las noches que el Ayuntamiento determine se ilumine con hachas, etc.»

Elhuyar cometió el error de comprar las telas de las fábricas de la Real Compañía de los Gremios de la Corte, que eran más caras que las extranjeras, y este sentimiento proteccionista, aparte del importe de la cuenta, justificada por la necesidad de adquirir todo lo necesario, ya que la Dirección acababa de ser creada, fueron causa de una tramitación enojosa y difícil que no terminó hasta 1835, en que fué, por fin, aprobada aquella extraordinaria cuenta.

Otro expediente, que proporcionó, sin duda, al Director General no pocas contrariedades, fué el del nombramiento de Pagador, solicitado en 27 de mayo de 1828 por D. Francisco Fontán, que se hallaba *purificado* y tenía determinadas condiciones para el desempeño del cargo.

Entendió Elhuyar que los oficiales de Secretaría realizaban esta función satisfactoriamente y que por razones de economía no era procedente tal designación, pero la superioridad le quitó la razón, siguiéndose una discusión bastante viva que terminó ordenándole el nombramiento del solicitante.

El Director se defendió lo posible, manteniendo la opinión de que, en todo caso, procedería una terna, y en esto, como en sus demás propuestas relacionadas con el Sr. Fontán, no encontró Elhuyar en el ministro el apoyo que tenía el deber de prestarle, pues sin duda había verdadero empeño en complacer las aspiraciones de este peticionario. Este expediente es voluminoso y duró largo tiempo, encontrándose en sus tramitaciones, nuevas pruebas del carácter y temperamento de D. Fausto, que no obstante su edad, ya muy avanzada, conservaba grandes energías.

El rudo trabajo que representaba el desempeño de la Dirección, no bastó, sin embargo, para quebrantar su salud, pues era hombre tan sano de cuerpo como de espíritu, falleciendo, según alguno de los escritores de la época, de un accidente casual, producido por una caída en la escalera de la Dirección, el día 6 de enero de 1833, según acredita la partida siguiente, que a su defunción se refiere:

Don Pablo Anton y Moreno, Pbro. Doctor en Sagrada Teología, Teniente Mayor de la parroquia de S. Sebastián de Madrid.

CERTIFICO: Que en el libro cuarenta y tres de Defunciones folio ciento ochenta y seis vuelto, se halla la siguiente partida:

«El Sr. D. Fausto de Elhuyar, vocal de la Junta de Fomento de la Riqueza del Reyno, Consejero honorario del Supremo de Hacienda, y Director General de Minas, de edad de setenta y tres años, casado con la Sra. D.^a Juana de Raab, vivía Calle de Florin casa única; no recibíó sacramento alguno, a causa de su pronta muerte, y falleció en seis de Enero de mil ochocientos treinta y tres. Otorgó en union con su esposa su poder para testar ante D. Manuel de Retes Ecno. de S. M. en veintiseis

de Marzo de mil ochocientos treinta y uno, en el que se confirieron uno a otro consorte las facultades necesarias para que el que sobreviviese de los dos, dispusiere todo lo concerniente a su funeral y sufragios. A las mandas forzosas legó lo acostumbrado, se nombraran recíprocamente uno a otro por sus testamentarios, y a mayor abundamiento a su hijo político D. Felipe Martínez de Aragón y a D. Manuel Díaz Moreno, con la calidad de insolidum, se legaron uno al otro consorte de la parte de bienes, caudal, créditos efectos etc., lo que las leyes les permiten disponer sin perjuicio de su única hija legítima D.^a Luisa de Elhuyar y Raab. Instituyeron y nombraron por su única y universal heredera a la referida su hija D.^a Luisa, casada con D. Felipe Martínez de Aragón; se le enterró en Nicho en el Cementerio Estramuros de la Puerta de Toledo. Se le hizo el oficio general de primera clase con licencia del Sr. Vicario y a instancia de los interesados. Dieron de fabrica cuarenta ducados, y como teniente mayor lo firmé.—*Dr. Francisco Martínez Adán.* — Hay una rubrica.

Concuerda con su original a que me remito. San Sebastián de Madrid, a primero de julio de mil novecientos treinta y tres. — *Dr. Pablo Antón.*

Este documento, a parte del error notorio que contiene, en lo que a la edad de D. Fausto se refiere, pues tenía al morir setenta y siete años, confirma algunos de los extremos expuestos en las anteriores páginas.

Han pasado cien años desde el fallecimiento de D. Fausto de Elhuyar, y a medida que el tiempo transcurre, su figura, lejos de empequeñecerse y olvidarse, se dibuja con trazos más vigorosos y fuertes, como los de uno de los más leales y eficaces servidores de su patria.

No intervino jamás en la política ni tomó parte en las activas luchas de las ideas, a pesar de la pasión que le rodeaba en los tiempos de máximo rendimiento de su poderosa inteligencia. No pronunció fogosos discursos ni desempeñó otros

cargos que los de carácter administrativo a que le llevó su gran competencia dentro siempre de un gran espíritu de justicia; pero sin salirse de la esfera de la técnica ni separarse nunca de la ciencia, llegó a tener una personalidad extraordinaria, por la extensión y solidez de sus conocimientos y por sus altas dotes personales.

En minería alcanzó una autoridad tan grande, que fué, sin duda, la máxima de su época. Su prestigio tuvo por base su cultura y no hubo sector de la producción del subsuelo español que no mereciera su intensa atención. Para no citar más que sus investigaciones más interesantes, diré que visitó y estudió los criaderos de hierro en Vizcaya y en el Pirineo de Navarra; estuvo en Almadén, Guadalcanal y Ríotinto; escribió mucho y con gran competencia sobre los minerales y la metalurgia de la plata, a cuyo beneficio dedicó la mayor parte de su vida; investigó las propiedades del oro y del platino, culminando su labor personal en la separación del tungsteno de los minerales que lo contienen, y no contento con la enseñanza que esta continua observación de las riquezas de su país pudiera proporcionarle, recorrió Europa entera en busca del saber, para asistir a las cátedras de más reputación y trabajar en los laboratorios de mayor prestigio, y, en América, vivió treinta años dedicando todo su esfuerzo y toda su competencia a desarrollar la explotación de sus criaderos.

En materia económica, sus *Disertaciones* revelan un verdadero economista, que en muchas de sus concepciones sobre una ciencia tan difícil y compleja, se adelantó a las ideas de su tiempo, con una clara visión del porvenir.

En el orden social supo elegir sus relaciones entre lo más selecto, intelectualmente, de todos los países que visitó para realizar sus estudios, mereciendo grandes consideraciones de cuantos le trataron, rodeándose siempre de personalidades del mayor relieve, que no sólo no desdeñaron, por alta que fuera su

alcurnia o jerarquía, su trato, sino que estimaron sus altas dotes personales. Carlos III le tuvo en gran concepto, y hombres como Humboldt hicieron de su mérito grandes elogios.

Bastarían estos antecedentes para tributar a su memoria el más rendido y el más sincero de los homenajes, pero se acrecienta la admiración y el respeto al recordar sus entusiasmos por la enseñanza técnica de la minería, a la que dedicó tanto fervor y tan constante entusiasmo. Explicó en Vergara, en su primera juventud, la química y la mineralogía, consagró su larga estancia en la Nueva España a difundir sus conocimientos, pero no satisfecho con este esfuerzo personal, quiso oficialmente dejar en el Real Seminario de Minería la cuna de la cultura científica de aquel país, y al regresar a su patria, no fue obstáculo su edad avanzada para que sintiera, lo mismo que en Vergara, cincuenta años antes, calor en sus propósitos y fe en sus destinos de Maestro.

No quiso llegar al definitivo descanso de una existencia fatigosa y difícil, sin dejarnos creada y con vida nuestra Escuela de Ingenieros de Minas. No se preocupó nunca de adquirir bienes materiales, pero dejó un caudal inmenso de respetuosos y fervientes recuerdos, y si llevó con modestia su larga jornada de obrero de la inteligencia, murió con gloria, con la gloria intensa del que se excede en el cumplimiento de todos sus deberes.

Sirva la labor de este hombre de ejemplo y de estímulo a los que empiezan la suya, con la vista puesta, como él la tuvo siempre, en los altos destinos de su patria.

CAPÍTULO VI

La obra poligráfica de Elhuyar

Afirman algunos autores, al ocuparse de la personalidad de Elhuyar como escritor, que la gran actividad de su existencia, dedicada casi por completo a un trabajo profesional, continuo y asiduo, no le consintió dejar realizada una labor importante, desde el punto de vista bibliográfico.

Representa esta apreciación una evidente falta de justicia, porque si bien es cierto que no publicó ningún tratado de carácter general, relativo a las materias en las que su competencia era extraordinaria, la calidad y el número de monografías escritas por Elhuyar, constituyen uno de sus mayores méritos, pues en todas ellas, con gran concisión y conocimiento, se estudian puntos concretos de la ciencia y se investigan y resuelven dudas hasta entonces existentes.

Elhuyar no divaga nunca en sus estudios, ni se extiende a consideraciones ajenas al fin principal y exclusivo de su examen. Por ello sus Memorias e Informes son siempre cortos, pero llenos de doctrina, y el conjunto de su labor es de gran importancia, no habiéndose apreciado en su verdadera extensión, porque nunca se ha reunido en forma que pudiera ser examinada y apreciada.

Fué, además, autor de una cantidad copiosísima de informes técnicos, muchos de los cuales no llegaron a publicarse, ni casi a conocerse, de los cuales la mayor parte pueden considerarse como perdidos, pues es sumamente difícil precisar

los archivos donde reposarán en algún voluminoso legajo, quizá con el designio de permanecer olvidados y ocultos para siempre, sin que aparezca el investigador curioso que los examine atento y difunda su contenido.

Para que pueda apreciarse la laboriosidad de Elhuyar, en cuanto tiene de interés científico, haremos un resumen de sus escritos, dividiéndolo en dos secciones: una de impresos y otra de manuscritos.

IMPRESOS

Chapas de hierro y hoja de lata.

20 páginas (77 a 97) de 81 × 126 mm., de los *Extractos de las Juntas generales celebradas por la Real Sociedad Bascongada de los Amigos del País en 1782*.

Es una descripción muy detallada del procedimiento de fabricar hoja de lata en Brectembrunn, en Sajonia (véase página 42 de estos APUNTES), y tiene el interés de ser el primer estudio publicado por Elhuyar.

Análisis químico del wolfram y examen de un nuevo metal que entra en su composición, por don Juan Josef y D. Fausto de Lhuyart, de la Real Sociedad Bascongada y de la Academia de Ciencias, Inscripciones y Bellas Letras de Tolosa. — En Vitoria: Por Gregorio Marcos de Robles y Revilla, Impresor de la misma Real Sociedad (s. f.).

59 páginas (128 × 81).

Esta edición es una tirada aparte del trabajo publicado en los *Extractos* del año 1783, en las páginas 46 a 88.

Está dividida esta obra en XIII artículos y éstos en varios

párrafos, para mayor claridad de la exposición, que es irrefutable.

Este pequeño volumen constituye una verdadera joya bibliográfica, siendo contadísimos los ejemplares que existen de ella. El que hemos tenido ocasión de examinar se halla en la escogida Biblioteca de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas y perteneció antes a la Dirección General del Ramo, a la que fué donado por D. Jacobo María de Parga, que fué vocal de la Junta para el Fomento de la riqueza del Reino, en 1824.

Como curiosidad, diremos que en esta tirada se salta de la página 32 a la 49, sin que falte texto, y por eso resulta con 16 páginas más que en los *Extractos*. Falta también alguna línea y las erratas son numerosas.

De este estudio, que tan poderosamente llamó la atención de los químicos y mineralogistas de la época, se editaron las traducciones siguientes:

Mémoire sur la nature du Wolfram et celle d'un nouveau métal qui entre dans sa composition. Mémoire présenté à l'Académie Royale des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse. En 1784. M. DCC. LXXXV (1).

28 páginas (173 × 112).

Es una versión literal del texto español, en el que la *alabandina* ya se traduce por manganeso. Únicamente se añade un párrafo final en el que los autores manifiestan que no se había encontrado, hasta entonces, ninguna aplicación para el

(1) El Secretario perpetuo de la Academia de Ciencias de Toulouse, al cual no sé expresar mi agradecimiento por la atención y bondad con que ha atendido mis ruegos, me ha comunicado recientemente que, a instancias mías, ha buscado el original de esta *Memoria* que ha logrado encontrar y que fué también publicada en el tomo II de las *Memorias de la Academia*, páginas 141 a 168. Este volumen es uno de los cuatro primeros, rarísimos, de trabajos anteriores a la Revolución francesa, que la Academia ha conseguido conservar.

wolfram y que no ven todavía en qué podrá emplearse el nuevo metal que contiene, de lo que no puede deducirse que sea absolutamente inútil, y agregan:

«Cada día vemos aplicar a las Artes y a la Medicina substancias de las que se dudaba que pudieran hacer ningún uso. La Química, examinando las propiedades de los cuerpos, descubre novedades todos los días y multiplica su aplicación. Debemos por lo tanto, esperar que esta ciencia, descubriendo las propiedades de este nuevo ser, nos permitirá conocer los medios de obtener del mismo alguna utilidad.»

Existe también, una versión inglesa que se titula:

A. Chemical Analysis of Wolfram and Examination of a new metal which enters into its composition. By Don John Joseph and Don Fausto de Luyart. Translated from the SPANISH By Charles Cullen, Esq. To wich is prefixed A translation of M. Scheele's. Analysis of the Tungsten, or Heary Stone: with Mr. Bergman's supplemental remarks. London. Printed for G. Nicol, Bookteller to His Majesty, in the Strand. M. DCC. LXXXV.

67 páginas (147 × 79).

Comienza por una *Introducción*, que traducimos literalmente:

«Considerando algunos Miembros de la Royal Society que el siguiente análisis del Wolfram (1) merecía publicarse en inglés, tanto por ser un curioso descubrimiento químico, como por su relación con nuestras minas de estaño, me he decidido a traducirlo del original español. Es un extracto de las publicaciones de la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País, del año 1783. Esta Sociedad parece que ha sido fundada hace

(1) MR. KIRWAN ha adoptado este nombre en lengua inglesa. Véanse sus *Elements of Mineralogy*, pág. 284.

unos veinte años y ha publicado ya varios volúmenes de sus estudios. Sus reuniones se celebran en Bilbao, Vergara y Vitoria, por turno, y actualmente consta de más de un millar de socios, entre los cuales se hallan los Sres. De Luyart, autores de esta *Memoria*. Uno de ellos, si no los dos, ha estudiado química en Suecia, con el ilustre Bergmann, a lo que se debe el superior estilo de su *Análisis*, en un país en que la Ciencia está todavía poco cultivada. En el curso de su trabajo, los señores De Luyart, se refieren constantemente a Mr. Scheele, competentísimo en el tungsteno (1), por lo que pensamos que es conveniente publicar precisamente también este trabajo, con unas *Adiciones* de Bergmann, tomadas del original sueco por uno de los Miembros, que aconsejó su publicación. Comparando estos estudios se advierte que el análisis del tungsteno condujo al posterior del wolfram; la corrección del mismo, empleada por los Sres. De Luyart, puede juzgarse de mayor exactitud y el descubrimiento total se comprende mucho mejor. La comunicación rápida de los distintos adelantos obtenidos por la ciencia, es el método de mayor efectividad para conseguir su progreso: hemos considerado más expedito dar a conocer al mundo estos estudios, en su elemental estado, que esperar, quizá por largo plazo, nuevas investigaciones y adiciones que pudieran llegar a obtenerse» (2).

Siguiendo este propósito, antes de la *Memoria* de los Elhuyar, se inserta *On the Constituents parts of Tungsten*, por M. Charles Will Scheele, ocupando las páginas 4 a 14, y *Supplement to the Memoir upon Tungsten*, por Sir Torbern Bergmann K. P. S., de las páginas 14 a 21, empezando en ésta la traducción literal de la *Memoria* publicada en los *Extractos* de la Sociedad Bascongada. Esta edición inglesa prueba

(1) KIRWAN's. *Elements of Mineralogy*, pág. 360.

(2) Mr. Ch. Cullen, inglés, es justo al decir que el trabajo de los hermanos Elhuyar era el más importante de los tres.

el interés que produjo en los círculos científicos el descubrimiento del wolfram.

Hay otra edición alemana, que describiremos brevemente, y que lleva el siguiente título:

Don John Joseph und Don Fausto de Luyart. Chemische Bergglüderung des Wolframs und Untersuchung eines neuen darin besindlichen Metalles. Aus den Englischen des Herrn Carl Cullen überseht von Friedrich Albrecht Carl Gren. Mittheilung der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle. Nebst Beiträgen zur Geschichte des Wolframs und Tungsteins. Halle. in der Buchhandlung des Maisenhauses, 1786.

108 páginas (126 × 75).

Esta versión alemana de la *Memoria* de los hermanos Elhuyar, está directamente traducida de la edición inglesa de Mr. Cullen. Contiene también los estudios de Scheele y Bergmann, pero van precedidos de un prólogo dedicado a su excelencia el Sr. Friedrich Anton Baron von Heinig, Consejero íntimo de Estado y Guerra del Rey de Prusia, vicepresidente y ministro Director en la Dirección General de Finanzas, Guerra y Dominios, Ingeniero Jefe de Minas y Director General de Minas, y al ilustrísimo Sr. August Ferdinand von Beltheim, ingeniero de Minas del Departamento Real de la Gran Bretaña y del Elector de Braunschweig Lüneburg. Contiene también los estudios de Scheele y de Bergmann, pero van precedidos de un *Prólogo* y de unos *Comentarios a la historia del Wolfram y del Tungsteno*, del autor de la versión alemana.

En el prólogo justifica la publicación de esta obra en los términos siguientes:

«No creo haber emprendido un trabajo del todo inútil al proporcionar a los químicos y minerólogos alemanes unos

datos, en su lengua materna, y llamar su atención sobre las comunicaciones del inmortal Bergmann.

»Como frecuentemente los autores hacen referencia a los trabajos de Scheele y de Bergmann acerca del tungsteno, y como quiera que las investigaciones de estos dos sabios tienen una relación íntima con las de los señores *Luyart*, me creo autorizado, al igual de lo que ha hecho el traductor inglés, señor *Cullen*, a escribir estas observaciones, a pesar de ser los datos referidos sobradamente conocidos de la traducción de *Kästner* y de los últimos descubrimientos de *Crell* en el campo de la química, y también de los *Anales Químicos* publicados por este último.

»Otro motivo que me impulsó a escribir estos datos es el de haber hecho época los citados descubrimientos en la historia del Tungsteno, el cual se diferencia del *Wolfram* tan sólo por su manera de ser.

»Los comentarios sobre la historia de estos dos minerales que a la misma preceden, deseo se los considere meramente como tales comentarios. — Halle, en 24 de diciembre de 1785. — F. A. C. GREN.»

De los comentarios, extractamos a continuación los párrafos más salientes, en relación con la labor de nuestros compatriotas.

La acertada suposición del inmortal Bergmann de que el ácido tungstico pueda ser un componente de un metal, fué confirmada por uno de sus más dignos discípulos, el Sr. *De Luyart* (página 35 y siguientes). Bergmann informó al Consejero de Minas *Crell*, de este descubrimiento, diciendo: «El señor *De Luyart*, español, que se dedicó aquí (en Upsala) con grandísimo interés al estudio de la química, encontró al volver a su patria tales cantidades del tungsteno que le permitieron hacer ensayos encaminados a obtener la reducción de los ácidos obtenidos del mismo. El éxito de sus ensayos no de-

fraudó sus esperanzas; obtuvo un metal de características muy notables, cuyo peso específico era inferior tan sólo al del oro y del platino. Su relación al agua era la de 17,6 : 1. Era más difícil su solución que la del «Régulo del mineral» manganeso. No era soluble en ningún ácido. Es verdad que el agua regia y el ácido muriático la reducen a cal, pero de ahí no pasa la solución. Luego descubrió este mismo Sr. D'Elhuyar que aquel nuevo metal formaba parte, con algún hierro y manganeso, de la composición del *Wolfram*, mineral aun menos conocido. Este descubrimiento es de importancia capital.»

Como en el prólogo al informe de los Sres. *De Luyart* lo hizo constar el traductor inglés *Cullens*, estos señores hicieron sus descubrimientos ya en el año 1783, publicándolos en los *Anales de la Real Sociedad Viscaina de Amigos de la Patria*, de las que el Sr. Cullen sacó su informe traduciéndolo al inglés. Esta Sociedad, fundada desde hace más de veinte años, celebra sus reuniones alternantes en Bilbao, Vergara y Vitoria y cuenta de más de 1.000 socios, de los que forman parte los Sres. *De Luyart*. Uno de ellos (si no los dos) goza de la ventaja de haber estudiado la química en Suecia con el renombrado Bergmann. Este, sin embargo, no menciona más que el nombre de uno de estos señores como formando parte de sus discípulos. Por lo demás, el nombre verdadero parece ser el de *De Luyart* y no D'Elhuyar o Luyard. No habiendo visto yo el nombre español original en los *Anales de Viscaya*, tengo que dar crédito al traductor inglés Sr. Cullen. Ello no obstante, figura también en el anuncio del original español en la *Revista de Lichtenberg para novedades en el Campo de la Física* (tomo III, St. 2, pág. 124) el nombre D'ELHULLAR.

Estos descubrimientos de los *De Luyart*, no solamente significan un gran enriquecimiento para la Ciencia de la Química, si se tienen en cuenta las múltiples ventajas que un metal puede

tener sobre otras sustancias tan numerosas y las composiciones que con ella se pueden lograr, sino también el engrandecimiento luminoso de nuestro conocimiento mineralógico, por descubrirnos a dos cuerpos cuya unión era desconocida e incierta. Según ello, se puede considerar ahora al wolfram y al tungsteno como a dos cuerpos que se distinguen tan sólo por su manera de ser, pero no por su género.

También los ensayos hechos por otros investigadores confirmaron el descubrimiento de los Sres. *De Luyart*, de contener el wolfram y el tungsteno un metal propio, y un tal señor Raspe, de Cornwall, parece que hubiese querido disputar a los Sres. *De Luyart* el honor de ser ellos los descubridores. (*Anales Químicos*, 1785, tomo I, pág. 546.)

Empieza en la página 65 el relato del descubrimiento que hicieron los Sres. D. Juan José y D. Fausto *De Luyart* en el análisis químico del wolfram y de sus investigaciones acerca del metal nuevo que en el mismo descubrieron. Y sigue este relato hasta el fin del folleto.

J. W. Mellor, cita en su Bibliografía sobre tierras raras (1) la referencia siguiente: «J. J. y D. Fausto de Elhuyar, *Svenska Akad Handl.* 5, 121, 1784, que parece indicar que también se publicó en Suecia la Memoria sobre el wolframio».

Estado de las minas de Somorrostro.

16 páginas (de la 97 a la 113) de 125 × 81 mm. de los *Extractos* de 1783.

Informe relativo a la explotación de las minas de Vizcaya, con gran acopio de datos sobre jornales, cargas, precios de costo de explotación, etc.

(1) MELLOR (J. W.): *A comprehensive Treatise on Inorganic, etc.* — Volumen 5, pág. 505.

Proyecto para una colección de minas del país.

Cinco páginas (113-118) de 121 × 81 mm. de los *Extractos* de 1783.

En otro lugar de estos APUNTES se da una referencia de esta interesante *Nota* (1). Recientemente la ha comentado también el culto Ingeniero Director del Laboratorio Gómez Pardo, Sr. López Sánchez AVECILLA (2).

Copia de una carta escrita desde Chemnitz, en Hungría, sobre el nuevo método de beneficiar los metales preciosos por amalgamación, por don Fausto de Elhuyar, Director General del Real Cuerpo de Minería de Nueva España, al Dr. D. Casimiro Gómez de Ortega. 24 septiembre 1786.

Publicada en el tomo XI (mayo 1787), páginas 64 a 66 del *Memorial literario instructivo y curioso de la Corte de Madrid*.

Minas de cobre.

18 páginas (69 a 87) de los *Extractos* de 1787 (137 × 80 mm.).

Este estudio está dedicado a exponer la posibilidad de extraer el cobre de sus minerales por amalgamación por un método ideado por D. Fausto Elhuyar y propuesto, según indica, «a la asamblea de mineralogistas, los cuales inmediatamente la aprobaron».

Dice que está especialmente indicado para los minerales de Aralar, que estaban entonces en explotación y que su empleo dará resultados extraordinarios.

No seguimos, sin embargo, al autor, en la descripción de

(1) Cap. II, pág. 58.

(2) LÓPEZ SÁNCHEZ AVECILLA (C.): «Elhuyar minero-metalurgo.» — *Revista Minera*, 16 febrero 1933.

este método, porque influido sin duda por los ensayos del Barón de Born, comete notorios errores, que hacen inaplicable el procedimiento, aunque su exposición confirme una vez más, los conocimientos científicos de Elhuyar.

Diferentes métodos de trabajar el hierro.

Cinco páginas (de la 86 a la 91) de los *Extractos* de 1787 (137 × 80 milímetros).

Estudio comparativo del trabajo del hierro en Vizcaya con el de Stoss, en la Alta Hungría, indicando la semejanza de formas de trabajo. Descripción de la ferrería de Treybach en la Carinthia, reputada como la mejor de aquella provincia, de la Stiria y de la establecida en Grob «en la Cariñola», con detalles de las cargas de los hornos y de los productos obtenidos.

Tratado sobre la Amalgamación, del Consejero Born. 1788 (?).

Beristain de Souza cita este estudio (1) y dice que fué impreso en las Memorias de la Sociedad Mineralógica de Alemania.

Instrucciones a que deberá arreglarse D. N. para formar la Descripción geognóstica del Real de Minas de N. con un plano geográfico de su situación y la de los cerros de sus cercanías. Méjico. Mayo 1800.

14 páginas en 4.º mayor.

Están publicadas en *Datos para la historia del Colegio de Minería*, de D. Santiago Ramírez. Las instrucciones son cuatro

(1) BERISTAIN DE SOUZA (J. M.): *Biblioteca Hispano Americana*, etcétera, pág. 456.

y ofrecen variantes en relación con el trabajo encomendado a los alumnos del Colegio, en sus viajes de prácticas.

Plan del Colegio de Minería presentado al Real Tribunal por el Director General del ramo don Fausto de Elhuyar. Méjico, 1790.

12 páginas (150 × 95).

Únicamente Beristain de Souza cita este proyecto, y como manuscrito, en la página 456 de su *Biblioteca Hispano Americana*. No estaba, en efecto, impreso en 1816, cuando Beristain publicó su magnífica obra; pero el celo y el entusiasmo del Ingeniero de Minas mejicano D. Santiago Ramírez ha permitido conocerlo, por haberlo insertado en su obra *Datos para el estudio del Colegio de Minería*, en las páginas 61 a 73. Está fechado este documento en 12 de enero de 1790, y comprende una introducción o preámbulo y los artículos siguientes: Artículo 1.º «De la enseñanza.» Artículo 2.º «Circunstancias de los colegiales.» Artículo 3.º «Gobierno.» Artículo 4.º «Distribución diaria.» Artículo 5.º «Asistencia y cuidado.»

Constituye este texto un modelo de reglamentación de un centro docente para alumnos internos, en la que se estudian los menores detalles de la enseñanza técnica, para hacerla más útil y eficaz, sin olvidar el recreo y cuidado de los alumnos. El orden que se establece en todos los actos y el estilo minucioso del escrito permiten afirmar, por su estilo, que está personalmente redactado por el Director del Colegio de Minería.

Contestación a la vindicación y respuesta que el capitán de navío de la real Armada D. Joaquín Zarauz, dió al suplemento del «Diario de Méjico» del viernes 8 de noviembre de 1805, por D. Fausto de Elhuyar. México. Zúñiga y Ontiveros, 1807.

45 páginas, 19 cm.

Este es el título exacto que da a este folleto el Catálogo de libros de España y Hispano-América de la Universidad de California (1). Beristain de Souza lo titula *Respuesta a la carta del Capitán de navío D. Joaquín Zarauz sobre una máquina hidráulica del Autor* y lo supone impreso en 1805 (2). Maffei y otros bibliófilos no citan este rarísimo folleto, cuyo contenido desconocemos, y que parece bien descrito en el Catálogo de California, a la vista de un ejemplar del mismo.

Discurso sobre la importancia y subsistencia del Real Cuerpo de la Minería en Nueva España. Impreso en Megico en 1815.

En folio.

Lo cita Maffei, tomando la noticia de Beristain de Souza (3).

Indagaciones sobre la amonedación en Nueva España, sistema observado desde su establecimiento, su actual estado y productos y auxilios que por este ramo puede prometerse la minería para su restauración, presentadas en 10 de agosto de 1814 al Real Tribunal General de Minería de Méjico por su Director D. Fausto de Elhuyar, Ministro honorario de la Real Junta General de Comercio, Moneda, Minas y Dependencias de extranjeros y leídas en las Juntas generales de Apoderados de las Minerías del Reino.—Con licencia en Madrid en la imprenta de la calle de la Greda, 1818 (4).

VIII + 146 páginas (155 × 82).

(1) *Spain and Spanish America in the Libraires of the University of California*, etc.

(2) BERISTAIN DE SOUZA (J. M.): *Biblioteca Hispano Americana*, pág. 456.

(3) BERISTAIN DE SOUZA (J. M.): *Biblioteca Hispano Americana*, etcétera, pág. 456.

(4) Este trabajo fué presentado por el Director del Colegio de Minería a las Juntas generales del Tribunal del ramo en la fecha que su título indica,

Empieza por una Introducción, en la que el autor expone la dificultad de la tarea de restaurar las fuentes de riqueza destruidas por la insurrección que el Tribunal de Minería debe acometer, estudiando en primer término el ramo de la amonedación y operaciones anejas, por su enlace íntimo con la minería, que podría encontrar en aquellos medios rápidos de eficaz auxilio, según las investigaciones y experiencia del autor.

Para explicar y justificar este concepto con solidez absoluta de razonamiento considera indispensable dar en esta obra una idea de las providencias y disposiciones dictadas en dicho ramo desde la época del descubrimiento, exponiendo las modificaciones que gradualmente ha sufrido el sistema y el espíritu que ha inspirado la legislación anterior y la vigente en la época en que fué escrita esta obra para probar los errores cometidos y lo poco justificados que eran los principios seguidos en la materia. Para conseguir este propósito divide su trabajo en los siguientes artículos:

Artículo I. «Sistema de la amonedación hasta el año 1729.»

Artículo II. «Modificación del sistema de amonedación en 1799.» — Artículo III. «Nuevo sistema de gobierno establecido en 1793.» — Artículo IV. «Nuevos ramos productivos establecidos en la casa de moneda desde su nueva planta.» —

Artículo V. «Reflexiones sobre algunos principios de la amonedación». — Artículo VI. «Providencias que debe solicitar la minería.» — «Modo de subvenir al desahogo del fondo común del empleo de minería.»

tomándose en el acto el acuerdo de que fueran publicadas. El 27 de octubre del mismo año el Tribunal ofició al Sr. D. Miguel Modet, encargándole la impresión y acompañándole instrucciones para la misma. No fué, sin embargo, impresa hasta 1818, recibándose en el Colegio en julio del año siguiente, oficiando el día 7 de aquel mes y año el Tribunal a D. Fermín Apezchea, de Cádiz, notificándole la llegada a México de 300 ejemplares de esta obra y enviándole la fe de erratas para que se hiciera imprimir y circular. (*Datos para la historia del Colegio de Minería, por D. Santiago Ramírez, página 230.*)

Siguen veinte notas relacionadas con el texto.

En este libro, como en otros del Sr. Elhuyar, se sigue el método de numerar los párrafos, comprendiendo en total 136, que llevan al margen de la página una indicación sintética de su contenido.

La anterior descripción da idea del interés de este estudio, en el que después de una recopilación legislativa muy completa se proponen los medios de mejorar la situación de la industria minera en América.

Estima indispensable la unión de todos los productores para hacer llegar su voz y sus aspiraciones al Gobierno por intermedio del Tribunal, que debe atender las ulteriores solicitudes de los mineros.

Concretamente propone la absoluta exención de los derechos de amonedación, la supresión del derecho de afinación de las platas, la supresión del derecho de mermas y la reducción del derecho de manufactura a dos reales por marco.

Con estas propuestas demuestra el Sr. Elhuyar que se mantiene fiel al principio económico mantenido por el autor en otros libros, escritos y propuestas que en síntesis se puede expresar diciendo que el Estado debe cobrar pequeños impuestos si quiere fomentar la recaudación, que ha de basarse en el desarrollo y crecimiento de las fuentes contributivas a los ingresos del erario.

En la angustiosa situación de la hacienda pública en aquella época, habiendo contraído deudas inmensas en ambos hemisferios, no es dable aumentar los impuestos «sin acabar de arruinarla completamente. Es preciso fincar el saldo de ella en el restablecimiento y progresos de la agricultura, comercio y ramos de industria a esfuerzos en las combinaciones y empresas de los particulares y de los auxilios que puede prestarles el mismo Gobierno, a pesar de su angustiosa situación».

Son doctrinas y palabras tan discretas que pueden ac-

tualmente suscribirse, sin que el tiempo haya podido justificar esenciales modificaciones en los conceptos entonces admitidos.

Memoria sobre el influjo de la Minería en la Agricultura, Industria, Población y Civilización de la Nueva España en sus diferentes épocas, con varias disertaciones relativas a puntos de economía pública conexos con el propio ramo. Por don Fausto de Elhuyar, Ministro honorario de la Junta general de Comercio, Moneda y Minas, Director del Tribunal general de Minería de Méjico, Socio literato de la Sociedad Vascongada e Individuo de la de Naturalistas de Berlín, de la Werneriana de Edimburgo y de la de Marburgo, Dedicada Al Rey Ntro. Señor. Madrid, Imprenta de Amarita, plazuela de Santiago, número 1. 1825.

X + 154 páginas (163 × 95).

Empieza esta obra «Fruto de mis estudios, durante mi larga y laboriosa vida», dice el Sr. Elhuyar, con una dedicatoria al Rey, en que califica a la Minería como utilísima ciencia, proponiéndose exponer sus asiduas, constantes y rectificadas observaciones y su experiencia nacida de su empleo de Director general de Minería de Méjico.

Sigue un Prólogo, corto, pero interesante, en el que dice que son pocos los que no conocen el influjo de la agricultura, el comercio y la industria en la prosperidad común, y que, en cambio, muchos creen que la minería es un recurso aislado, «para terrenos inservibles y gentes estrechadas por la necesidad a buscar en ellos su precisa subsistencia», manifestando su propósito de desvanecer este grave error.

En la Introducción se inicia el estudio de los medios que deben emplearse para aprovechar los recursos naturales de

cada país, defendiendo sobre todo la minería en los cuatro artículos siguientes: 1.º, *Efectos producidos por el cultivo de las minas en la Nueva España desde su conquista*. 2.º, *Progresos y épocas de la minería de Nueva España, y los que con ellos han conseguido los demás ramos*. 3.º, *Trastornos y decadencia de la minería de la Nueva España con la insurrección*. 4.º, *Providencia que exige la restauración de la minería de Nueva España*, a los que sigue un resumen de todo lo expuesto.

La segunda parte es particularmente importante, porque en ella muestra Elhuyar sus dotes de economista, en las ocho notas siguientes, cuyos títulos modifican la diversidad de materias tratadas por el autor, en todas las cuales muestra verdadera competencia.

Nota 1.ª *Sobre la verdadera esencia de la moneda, sus diferentes especies y modo con que obra en los tratos y permutaciones.*

Nota 2.ª *Sobre la decantada balanza de comercio entre las naciones.*

Nota 3.ª *Sobre el abandono de la minería en nuestra Península, sus verdaderas causas y los ventajosos efectos que deben prometerse de su fomento.*

Nota 4.ª *Impugnación del falso concepto que se ha tenido del trabajo de las minas y de las imputaciones hechas sin fundamento a las de oro y plata, y especialmente a las de América.*

Nota 5.ª *Sobre el influjo del trabajo de las minas en la prosperidad del Perú y del Brasil.*

Nota 6.ª *Sobre la conveniencia y necesidad de la multiplicación de las minas para hacer duradero y permanente su establecimiento en cualquier distrito, y la perspectiva favorable que ofrecen las de España.*

Nota 7.ª *Sobre las casas de moneda provisionales estable-*

cidas en Nueva España con motivo de la insurrección y la conveniencia o inutilidad de su multiplicación en calidad de permanentes.

Nota 8.^a *Sobre las providencias modernas del Gobierno relativas al azogue, y la necesidad de restablecer el antiguo sistema en la provisión de este ingrediente.*

El sumario transcrito da idea del caluroso entusiasmo con que Elhuyar defendía la industria minera en todos sus escritos. El contenido de este volumen es una de las más intensas manifestaciones de la cultura de Elhuyar.

Memoria sobre la formación de una ley orgánica para gobierno de la Minería en España, dirigida, con una exposición, al Señor Secretario de Estado del Despacho Universal de Hacienda, Superintendente general de ella, por D. Fausto de Elhuyar, Director de Minería de Méjico. Madrid. — En la Imprenta Real. — Año de 1825.

123 páginas (160 × 94), más dos de *Indice*.

Es un libro verdaderamente interesante y que se ha hecho tan raro, que su posesión puede ser muy grata para un exigente bibliófilo. De su contenido se ha dado un amplio extracto en el capítulo V de estos APUNTES, al tratar de la preparación del Decreto de 4 de julio de 1825 sobre régimen de Minería, que se apoya enteramente en esta Memoria, uno de los más acabados y cultísimos informes del Sr. Elhuyar.

El mismo trabajo se insertó, años más tarde, en el tomo I de los *Anales de Minas*, que empezó a publicar la Dirección General del ramo en Madrid, en la Imprenta del Colegio de Sordomudos, en el año 1838, empezando el tomo I por una *Introducción*, escrita por D. Rafael Cavanillas, que es importante para el conocimiento de los antecedentes de nuestra legislación minera.

La *Memoria* de D. Fausto de Elhuyar ocupa 153 páginas (132 × 75), y respecto al juicio crítico de este escrito, nos remitimos a lo ya expuesto en la página 182 y siguientes de estos APUNTES.

Minas de carbón de piedra de Asturias. Reconocimiento hecho de orden del Rey N. Sr. por una comisión de facultativos. Descripción de los diversos criaderos de este mineral, acompañada de los planos correspondientes: con un informe analítico de los proyectos presentados hasta el día para facilitar su conducción a los puertos. De orden del Rey nuestro Señor. Madrid, 1831. Imp. de José de Collado.

62 páginas y cinco láminas.

Es obra rara (1) que comienza por una *Exposición* de la Dirección General de Minas, sobre los trabajos de la Comisión suscrita por D. Fausto de Elhuyar, y contiene interesantes informes de Ezquerria, Amar, Bauzá y García, y un proyecto de caminos, de D. Gaspar Melchor de Jovellanos. Se insertan, al final, unos documentos aportados por Elhuyar, que aboga, una vez más, en este escrito, en favor de la industria minera.

Relación de las minas de cobre de Río-Tinto, en la provincia de Huelva, que D. Fausto de Elhuyar dirige a la Comisión especial de administración y recaudación del crédito público, Madrid, 1854.

No se ha publicado, o al menos no tenemos conocimiento de ella, ninguna edición o tirada especial de este interesante estudio sobre las minas de Ríotinto.

(1) MAFFEI (E.) y RÚA FIGUEROA (R.): *Apuntes para una biblioteca española*, etc., t. I, pág. 225.

Apareció en el tomo quinto de la *Revista Minera*, correspondiente al año 1854, ocupando las páginas 3 a 15, 44 a 56 y 106 a 120, y está dividida en los siguientes epígrafes: «De las minas antiguas.» «De las minas en actual laborio.» «Del criadero metálico que en ellos se elabora.» «Del orden que se observa en los trabajos subterráneos.» «Del acarreo interior y extracción de los frutos minerales.» «Desagüe de las labores.» «Del socavón o galena de cimentación.» «De la calcinación de los minerales.» «De la fundición de los minerales.» «De la afinación de los cobres.» «Del modo de rehabilitar el giro del establecimiento.»

Este estudio está fechado en minas de Ríotinto en 12 de febrero de 1823, año de su visita a aquéllas, pero no se publicó hasta treinta y dos años más tarde, en que los editores de *Revista Minera* la insertaban en su texto «por los numerosos datos que contiene y como un homenaje a su ilustrado autor».

Es un informe importante, especialmente por la clara exposición de hechos y observaciones personales que contiene y por las acertadas ideas y propuestas que se formulan en el último epígrafe, encaminadas a mejorar la situación de estas magníficas minas.

A pesar de su indiscutible mérito, ha sido poco conocido y comentado. Don Casiano de Prado lo leyó indudablemente antes de su impresión, porque en su Memoria sobre las minas de Ríotinto (1) alude a su contenido y dice lo siguiente:

«Nosotros no sabemos si al fin conocieron que aquellas masas de hierro peroxidado con cuarzo no eran sino un apéndice, una prolongación o, mejor dicho, un derrame horizontal de la parte más grosera del criadero o criaderos del *cerro Colorado*, que tal es la idea exacta que referente a esto ha formado el señor Elhuyar, Director general de Minas que ha

(1) *Revista Minera*, tomo II, pág. 103.

sido, según se ve por una Memoria que sobre aquellas minas escribió, al visitarlas en 1822 de orden del Gobierno y en la cual llama la atención sobre la semejanza que ofrece aquel apéndice con el derrame de una masa de lava por el cráter de un volcán.»

Por otra parte, es natural y lógico que D. Casiano de Prado conociera este trabajo, porque el original del mismo se conserva cuidadosamente en la Biblioteca de la antigua Comisión del Mapa Geológico, con muchas correcciones autógrafas de su ilustre autor, y aquel sabio geólogo tuvo sin duda ocasión de leerlo.

Rua Figueroa comenta favorablemente este estudio y las sugerencias formuladas al Gobierno por su autor, en su Nota titulada: *Necesidad de trabajos de investigación y probabilidades de un buen éxito en las minas de Río-Tinto* (1).

A pesar de esto, en la notable obra bibliográfica titulada *Apuntes para una Biblioteca española*, etc., que este ingeniero escribió en colaboración con Maffei, verdadero monumento bibliográfico, no se alude a esta Memoria de Elhuyar.

Gonzalo Tarín, en su notable Memoria sobre la provincia de Huelva (2), hace el elogio de este informe en los siguientes términos: «En enero de 1823 giró una visita a las de Río-Tinto el Inspector de Minas D. Fausto de Elhuyar, por Comisión de la Dirección del Crédito Público, visita que dió lugar a una importante Memoria, en la que con el acento y recto juicio que caracterizaban a este funcionario, se tocaban, entre otras, las principales cuestiones de porvenir y transcendencia de aquella desdichada finca; y este informe dió lugar a una notable Real orden, que tenía por objeto la tantas veces deseada reorganización del establecimiento, en cuyo extenso preámbu-

(1) *Revista Minera*, tomo V, pág. 129.

(2) *Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva*, tomo II, pág. 281.

lo se lee un notabilísimo articulado que, de haberse puesto en práctica, hubiera dado seguramente los satisfactorios resultados que su inspirador Elhuyar se proponía.» Las palabras transcritas son el mejor elogio que puede hacerse del trabajo que nos ocupa.

Ezquerria del Bayo, en sus *Observaciones sobre el estado y mejoras que admiten las labores de beneficio de Riotinto* (1), no cita a Elhuyar, ni se refiere para nada a esta Memoria, lo que indica que no llegó a conocerla, pues profesaba a su maestro un gran respeto y afecto. Tampoco el ilustre escritor y cronista de Alava D. Ricardo Becerro de Bengoa, en una conferencia dada en el Círculo de la Unión Mercantil en 1890, acerca de la provincia de Huelva y de sus minas, dice nada de Elhuyar, a pesar de que recopila todos los estudios publicados en relación con Riotinto, citando especialmente a Gonzalo Tarín y a otros «Ingenieros inolvidables que, como los Sres. Ezquerria del Bayo, Rua Figueroa, Aldama, Suciola y Cossío, han publicado importantes trabajos acerca de ella».

Por último, con motivo de la celebración del Centenario de Elhuyar en la Escuela de Minas, el distinguido Ingeniero D. Ceferino López Sánchez Avecilla ha comentado muy acertadamente este informe, en un interesante discurso titulado «Elhuyar, minerometalurgo», leído en aquel acto el día 6 de febrero de 1933, haciendo resaltar el mérito indiscutible de este trabajo.

(1) *Revista Minera*, tomo II, pág. 705.

MANUSCRITOS

Memoria sobre los minerales de los Pirineos, 1785.

El ingeniero D. Martín de Arce, en un estudio sobre las minas de Las Rozas (1), dice que «es lástima que no se haya publicado esta Memoria. En mi concepto debe obrar una copia en el Ministerio y otra acaso en poder de la familia de Elhuyar».

Este informe fué redactado en las circunstancias de que ya se ha hecho mención (2), pero no se tiene del mismo otras noticias que las expuestas.

En el Ministerio de la Guerra no se encuentra antecedente de este escrito, aunque la Comisión que motivó su redacción fué confiada al Mariscal de Campo D. Ventura Caro.

Memoria histórica de la amalgamación establecida en Hungría, que remite D. Fausto de Elhuyar a don Josef de Robles, actualmente superintendente de la Casa de la Moneda de Madrid. Viena, 1788.

Se ha comentado este estudio, del que Proust se ocupó extensamente, en la página 88 y siguientes de estos APUNTES.

Disertaciones metalúrgicas. Por D. Fausto de Elhuyar, Director general del Real Tribunal del Cuerpo de Minería de Nueva España, individuo de la Sociedad de Minas de

(1) Memoria presentada a la Sociedad Collantes, Murga y Compañía sobre la mina titulada «La Luisiana», sita en Las Rozas, provincia de Santander, por el ingeniero D. Martín de Arce y Villegas. — *Revista Minera*, tomo V, página 592.

(2) Capítulo II, página 62.

Alemania y la de los Investigadores de la Naturaleza de Berlín, corresponsal de la Academia de Ciencias de Tolosa de Francia (S. f.).

Cinco cuadernos de 8 + 16 + 13 + 32 + 40 + 39 páginas en folio.

Este importantísimo manuscrito, desconocido hasta ahora, merece una sumaria descripción, por constituir uno de los estudios más interesantes de Elhuyar. Está escrito en francés correcto, sin duda por no tener en Viena, en la época en que fué redactado, amanuense que conociera el español.

Comienza el manuscrito por un *Avant propos*, en el que se hace referencia al viaje realizado por el autor a Viena y Glashütte, para estudiar los métodos de amalgamación ideados por Born y mejorados por Ruprecht, de los que se propone hacer un detenido examen, para deducir las consecuencias que sea posible, no sólo de las observaciones de hechos ya conocidos, sino de otros nuevos deducidos de sus propias experiencias.

En la primera disertación, que sirve de base a las tres siguientes, se trata, siguiendo las expresiones del propio autor, «de las diferencias que reinan entre los metales en cuanto a su calcinabilidad; en ella hago ver que todos, incluso el oro, la plata y la platina, pueden ser convertidos en cales tanto por la vía seca como por la vía húmeda, que no hace falta para esto más que variar los procedimientos, que por sí mismos no sabrían establecer diferencias reales.

»La segunda disertación trata de la acción de los ácidos vitriólico, nitroso y particularmente del marino, sobre el oro y la plata. Es enteramente el resultado de mis experiencias y dejo al competente lector el juzgar si la disolución de estos dos metales, en estado de regulo, por el ácido marino ordinario, se encuentra apoyada con pruebas bastante convincentes para no dejar la menor duda.

»El objeto de la tercera disertación es demostrar que los metales en general se encuentran en estado de cal más o menos perfecta en sus combinaciones con el azufre y que esta última substancia mineraliza la plata y aun el oro, al caso de que esta combinación existe de la misma manera que para todos los demás metales. Me he esforzado para establecer este principio, que Bergmann había ya previsto, por observaciones y hechos ya conocidos y por nuevas experiencias, etc.

»Por último la cuarta y última disertación es la exposición de la teoría química de la amalgamación. Está dividida en dos partes, de las que la primera trata de la amalgamación con tostación, tal como ha sido establecida en Hungría y como sigue practicándose en este país, y la otra de la amalgamación en crudo y sin tostación, como está en uso en nuestras minas de América.»

El anterior sumario revela el enorme interés que para la historia de la química tiene este importantísimo manuscrito, en el que D. Fausto de Elhuyar da una notoria prueba de su gran saber.

El catedrático Sr. Moles, a quien me ha sido muy grato mostrar estos documentos, ha dicho (1) que «todo suspende, admira y pasma en su lectura», que las *Disertaciones* «están redactadas con suma claridad y precisión, y con un gran rigor científico y metodológico que supera en muchos casos al de la Memoria sobre el Wolfram», «que en esta Memoria es quizá donde culmina la sagacidad y el espíritu investigador de D. Fausto» y que «hace falta remontarse a las célebres memorias de Marignac y de Stas sobre las revisiones de pesos atómicos, para encontrar un cúmulo semejante de precauciones y ensayos dirigidos a eliminar todas las causas de error posible.»

(1) MOLES (E.): «Elhuyar, químico». — *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, tomo XXXI, 1933.

Tan autorizado juicio expresa el interés de este manuscrito, que es, sin duda alguna, uno de los trabajos más importantes de Elhuyar.

Voto del Director general de Minería sobre un arreglo de su Tribunal. México, 31 diciembre de 1789. En el archivo de Mutis. Legajo 24, documento 27.

35 hojas en folio.

Comienza por una *Introducción*, en la que explica las circunstancias especiales que concurren en la industria minera para su organización y explotación. Examina el número, circunstancias y calidades de sus ministros y dependientes y su elección, recomendando que todos los empleos recaigan en mineros y no en comerciantes, necesitando para optar a todos los cargos diez años de prácticas. Aboga por la mayor duración de estos empleos, examina los gastos del Tribunal y del Colegio, examina los pagos a la Casa de Moneda, Academia de San Carlos, familia de Sonora, familia de Velázquez de León, Custodia de los Caudales, Banco de Avios y sus operaciones.

En la segunda parte se exponen los defectos del Tribunal y medios de corregirlos. Dice que el Tribunal no tiene cabeza por tener demasiadas. Señala los defectos de los Juzgados de alzadas y los de las Diputaciones territoriales que recaen en gentes sin ninguna instrucción, haciendo un duro comentario acerca de sus pasiones, compadrazgos y pandillas.

Termina lamentando el poco fruto que podrá obtenerse del Colegio de Minería si no se pone mano en la corrección de todos estos errores.

Reflexiones sobre las Diputaciones territoriales en minería. México, 15 de julio de 1791. En el archivo de Mutis. Legajo 27, documento 39.

Seis hojas en folio de letra pequeña.

«Para el buen Regimen y gobierno de la minería en general — escribe Elhuyar en este estudio — considero necesarias tres cosas: y son su fomento, por medios que faciliten y hagan economizar las maniobras y operaciones, una exacta Administración de justicia y una continua vigilancia sobre el mejor arreglo y permanencia de los laborios.

»Para la primera seria necerario el consejo de los Diputados a los mineros, lo que supone unas luces y conocimientos nada comunes, que se encuentran rara vez en los que ejercen estos empleos, aunque la ordenanza previene que hayan sido dueños de minas, *de los más prácticos e inteligentes en ellas*, pero esta última calidad no se observa ni puede observarse pues hay dueños de minas que no han bajado jamás a ellas.

»Todos se creen con iguales fundamentos para acreditarse de instruidos sin que entre ellos haya otra diferencia que la que procede de su respectiva modestia o encogimiento, cuyas calidades no les impiden sin embargo de reclamar y darse por ofendidos siempre que se pretendiese declararlos para incapaces de regentar los empleos de Diputados, siguiéndose de aquí ser imposible, sin suscitar mil enojos, disputas y enemistades, el proceder a la calificación de los sujetos que reúnan las circunstancias que exige la ordenanza.

»En prueba de ello veanse los R^o de Guanajuato, Zacatecas, y otros de los principales, desprovistos de agua en el mejor tiempo, pelados sus cerros y obligados a recurrir, para leña y madera hasta cuarenta y más leguas y falta en unas temporadas de un material, en otras de otro, y preguntese al Tribunal General qué planes y proyectos se han promovido

por las Diputaciones territoriales, fomentando alguna cosa util al común de sus miserias y se verá cuan poca diligencia se ha hecho hasta ahora sobre ninguna de estas cosas.

»La segunda condición para el buen régimen y gobierno de la minería en general hemos dicho era la exacta Administración de Justicia. Para esto se requiere, en los que hayan de administrarla el mayor desinterés, integridad e imparcialidad. Además de un exacto conocimiento del laborio de las minas, operaciones de beneficio, tratos particulares de este giro, y de los usos y costumbres de los que lo ejercitan.

»Las dos condiciones precedentes interesan tanto para el buen Gobierno de Minería, a los Mineros como al R^l Erario, pero la tercera, que pide una vigilancia continua sobre el mejor arreglo y permanencia de los Laborios interesa al público en general, por la subsistencia que proporciona a una multitud de operarios, Artistas y otras gentes, fomentando en ello la población, la circulación y el comercio.»

Es un escrito más de crítica del Tribunal y de la poca eficacia de su actuación.

Memoria presentada al virrey conde de Revillagigedo por el director del Real Tribunal general de Minería D. Fausto de Elhuyar.

Hace referencia a este informe Alejandro de Humboldt en su *Ensayo político sobre el reyno de Nueva España*, y dice que las noticias de que se ha valido para explicar la situación de la minería en aquel país están tomadas de la citada Memoria, que debió ser escrita hacia 1789. Por las noticias que transcribe Humboldt se forma el juicio de que esta Memoria debe ser una descripción completa y detallada de la minería mejicana en la época de la llegada de Elhuyar a Méjico y probablemente se conservará en el archivo del Colegio de Minería. Esta Memoria pudiese ser la que titula Beristain Me-

moria sobre noticias de minas, que supone escrita en 1793 y dice que se halla en el tomo 36 de Manuscritos de la Biblioteca de la Catedral de Méjico (1).

Informe al Virrey de Nueva España sobre la diferencia entre el beneficio por azogue y el de fundición. México, 28 de abril de 1793.

Don Ramón Posada y Soto cita este manuscrito en su *Informe sobre el proyecto de Mr. d'Auguste para beneficiar las minas de plata y oro de América evitando el uso del azogue* (2).

Representación del Director General de Minería sobre los vicios y defectos que padece el Tribunal por su constitución misma y por las calidades de los sujetos que le componen, por el modo de elegirlos y por el corto tiempo de la duración de los empleos. 28 de enero de 1794. Archivo de Mutis. Legajo 24, documento 33.

Seis hojas en folio.

La propuesta se reduce a que se elija un jefe con el nombre de Superintendente u otro semejante, que sea considerado como Ministro de la Real Hacienda y deba a S. M. su nombramiento perpetuo para servir el empleo, cuyas funciones detalla en todas sus partes. Este funcionario deberá tener honores del Consejo de Hacienda y estar enteramente subordinado al Virrey.

Revillagigedo, al trasladar este informe a Madrid, propone

(1) BERISTAIN DE SOUZA (J. M.): Obra citada, página 456.

(2) MAFFEI y RÚA FIGUEROA citan este escrito como formando parte del legajo 69 de manuscritos de Mata y Linares; pero, al menos con este título, no se encuentra en esta valiosa colección.

al propio Elhuyar para este cargo, en el oficio de remisión dirigido a D. Diego de Gardoqui.

Observaciones de D. Fausto de Elhuyar sobre las proposiciones hechas a los profesores alemanes de la expedición mineralógica del Barón de Nordenficht. Méjico, 27 de marzo de 1795.

Se hace mención de este escrito en unos *Apuntes* autógrafos del Sr. Mata y Linares que forman parte de la colección de la Academia de la Historia (1).

Informe sobre la teoría de Werner y propuesta para que la traduzca al castellano el Sr. D. Andrés del Río. Méjico, febrero de 1795.

Se cita este informe por el Ingeniero D. Santiago Rodríguez en su obra *Datos para la historia del Colegio de Minería*, (pág. 125), sin más noticias acerca del mismo.

Informe relativo al mineral de Ixtlan. Méjico, 13 de septiembre de 1796.

Citado por el Ingeniero Sr. Ramírez en su obra *Datos para la historia del Colegio de Minería*, página 135.

Informe relativo al mineral de San Miguel de las Peñas. Méjico, 6 de octubre de 1796.

Citado, como el anterior, por el Sr. Ramírez, en la misma obra. Estos dos informes fueron emitidos por encargo del Tribunal de Minería después de una estancia de algunos meses en los establecimientos mineros a que refieren.

(1) MAFFEI y RÚA FIGUEROA: Obra citada, pág. 648.

Exposición de las obligaciones de los Rectores del Seminario de Minería. Méjico, 28 de enero de 1801.

Este reglamento se cita por D. Santiago Ramírez, que dice del mismo que después del regreso de Elhuyar a España, en 1825, se acordó que se mantuviera en vigor con las modificaciones introducidas por su propio autor (1).

Discursos sobre la Minería, su gobierno en general, su estado actual en la Nueva España y su conveniente reforma. (S. f.)

Manuscrito citado por Maffei y Beristain de Souza en sus obras tantas veces mencionadas. No indican la fecha aproximada en que fué redactado, pero debe ser de los comienzos del siglo XIX.

Dictamen sobre la preferencia de los alumnos del Colegio de Minería para provisiones de destinos en las Casas de Moneda. Méjico, febrero 1816.

Citado por D. Santiago Ramírez. Este dictamen tuvo su antecedente en una propuesta de Elhuyar de abril de 1799, en el sentido que su título indica, que no fué resuelta favorablemente hasta diciembre de 1814. Es un extenso y razonado escrito en el que se inician las carreras de Ensayador y Aparador, exponiendo y fundamentando los programas respectivos; propone se extienda a los catedráticos la concesión otorgada a los alumnos, y dice que las reglas enunciadas por él, concilian los intereses del público, de la minería y de la Hacienda. Realmente los Ingenieros de Minas y fábricas metalúr-

(1) RAMÍREZ (SANTIAGO): *Datos para la historia del Colegio de Minería*. México, 1894, pág. 273.

gicas podían muy bien encargarse de las fábricas de amonación y esta propuesta estaba bien justificada.

Exposición al Virrey D. Juan Ruiz de Apodaca sobre el decadente estado de la minería. Méjico, octubre de 1816.

Manuscrito citado por D. Santiago Ramírez. En esta exposición se hace un extenso estudio acerca de la mala situación de la industria minera y se dice que «para evitar su ruina, la de los ramos anexos y la general del Estado en los dominios mejicanos, el único remedio consiste en la rebaja de los derechos de la plata a la mitad de los vigentes y la exención total de ellos a las minas que por sus circunstancias lo merezcan, según la calificación privativa del Tribunal y resolución del Superior Gobierno».

Disertación para recoger la moneda provisional y sobre las Casas de Moneda provisionales. Méjico, 1817.

Manuscrito citado por Beristain de Souza en su *Biblioteca Hispano-Americana* (pág. 456). Esta Memoria fué presentada al Virrey en 12 de mayo de 1817, según atestiguan las actas del Tribunal de Minería (1).

Informe del Director de Minería de Mexico al Exmo. Sr. Srio. de Estado y del Despacho de la Gobernación de la Península sobre la consulta del Jefe Político de Almería, acerca de lo prevenido en la nueva Ley relativa a la explotación y benefi-

(1) RAMÍREZ (SANTIAGO): *Datos para la Historia del Colegio de Minería*, página 239.

cio de las minas, devolviendo aquel documento. Madrid, 23 de septiembre de 1822. Archivo del Ministerio de Hacienda. Almadén. Expedientes 1.822 a 1.825. Leg.º II.

Seis hojas en folio.

Este informe, desconocido o no citado hasta ahora, se refiere a la aplicación de la Ley de 9 de marzo de 1822, relativa a explotación de minas y especialmente a la aclaración del punto concreto de si la Ordenanza de Minería de Nueva España, señalada en la Ley, debía regir en las diligencias de la posesión que ha de darse a los mineros a consecuencia de sus registros.

Es un documento más que sirve para justificar la afirmación de que nuestra legislación y sus preceptos están extraordinariamente influidos por lo establecido con anterioridad para nuestras posesiones de América y, especialmente, para Méjico, cuyas ordenanzas de minería representaron un gran progreso en la época en que fueron establecidas. Claro es que nadie podía interpretar su aplicación con el conocimiento de la materia y la experiencia del autor de este dictamen.

Reconocimiento de la mina de Guadalcanal en los años 1822 y 23. Memoria presentada a la Comisión especial de recaudación del Crédito Público.—Madrid, 1823.

En marzo de 1826 fué remitido este informe por la Dirección General de Rentas a la de Minas y hoy es probable exista en el Archivo de Alcalá, adonde fué trasladado el de la Dirección General de Minas según Maffei, no encontrándose otras referencias acerca de este escrito.

BIBLIOGRAFÍA (1)

ALAMAN (LUCAS): *Historia de Méjico desde los primeros movimientos que prepararon su independencia en el año 1808 hasta la época presente*. Méjico, 1849-52.

ALDANA (LUCAS DE): *Las Minas de Riotinto en el transcurso de siglo y medio*. Madrid, 1875.

ALTAMIRA (RAFAEL): *Historia de España y de la civilización española*. Barcelona, 1900-906. Tomo IV.

AMAR DE LA TORRE (RAFAEL): *Contestación al discurso leído por don Ramón Pellico en su recepción en la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Madrid, 1862.

ANALES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE ZARAGOZA. Año III. Septiembre 1909. Números 10 y 11.

ANALES DE MINAS. Año I. Madrid, 1838.

ANÓNIMO: «Apuntes para la historia contemporánea de la minería española.» Años de 1825 a 1849. *Revista Minera*. Tomo III. — Año 1852.

ANÓNIMO: *Biografía del Ilmo. Sr. D. Fausto de Elhuyar y de Suvive, sacada de otra ya publicada y de noticias adquiridas acerca de su vida, carrera y servicios*. Madrid, 1853.

ANÓNIMO: *Dictamen de la Junta formada para examinar el Expediente de la Expedición mineralógica al Perú del Barón de Nordenflicht*. Academia de la Historia. Colección de Manuscritos de Mata y Linares, legajo 69.

ANÓNIMO: «Datos históricos acerca del Cuerpo de Ingenieros de Minas.» *Revista Minera*. Tomo V, página 638.

ANÓNIMO: «Necrología.» *Revista Minera*. Tomo IV, página 684.

ARCE Y VILLEGAS (D. MARTÍN DE): «Memoria presentada a la Sociedad Collantes, Murga y Compañía, sobre la mina titulada La Luisiana, sita en Las Rozas, provincia de Santander.» *Revista Minera*. Tomo V, página 592.

AREJULA (JUAN MANUEL DE): *Reflexiones sobre la nueva nomenclatura química propuesta por M. de Morveau, de la Academia de Ciencias de Dijon, y MM. Lavossier, Berthollet y de Fourcroy, de la Real Academia de Ciencias de Paris, dirigidas a los químicos españoles*. Madrid, 1788.

(1) No se incluyen en esta Bibliografía los tratados generales de Química ni las Enciclopedias.

BANCROFT LIBRARY: «Spain and Spanish America in the Libraries of the University of California.» *A Catalogue of Books-Berkeley*. California, 1930.

BERGMANN (T.): *Autobiografía*. Traducción de H. N. Barham y A. E. Pearson, del manuscrito original de la Biblioteca de Upsala.

BERGMANN (T.): *Opuscula Physica et Chemica*. Volumen VI. Leipzig, 1790.

BERISTAIN DE SOUZA (DR. D. JOSÉ MARIANO): *Biblioteca Hispano-Americana Septentrional, o Catálogo y noticia de los literatos que o nacidos, o educados, o florecientes en la América Septentrional Española, han dado a luz algún escrito, o lo han dexado preparado para la prensa*. En Méjico, 1816.

BOLETÍN OFICIAL DE MINAS. Año 1844. Número 10, del 15 de septiembre, página 113.

CARRACIDO (JOSÉ R.): *Estudios Histórico-críticos de la Ciencia española*. Madrid, 1897.

CARRACIDO (JOSÉ R.): *Los Metalurgistas españoles en América*. Conferencia pronunciada en el Ateneo de Madrid el 7 de mayo de 1892. Madrid, 1892.

CENTENARIO DE LA ESCUELA DE MINAS DE ESPAÑA. 1777-1877. Madrid, 1877.

COLLADO Y ARDANUY (D. BENITO): *Apuntes para la historia contemporánea de la minería española en los años de 1825 a 1849*. Madrid, 1865.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGRICULTURA INDUSTRIA Y COMERCIO: *Memoria informativa y Proyecto de ley presentado por el Consejo de Minería al Excelentísimo señor Ministro de Fomento*. Edición oficial. 1908.

ESCUELA ESPECIAL DE INGENIEROS DE MINAS: *Escuela, laboratorios y talleres*. 1932.

EZQUERRA DEL BAYO (JOAQUÍN): *Elementos de laboreo de minas*. Madrid, 1839.

EZQUERRA DEL BAYO (JOAQUÍN): *Memorias sobre las minas nacionales de Río-Tinto, presentadas al Gobierno de S. M. por ..., a consecuencia de las diferentes visitas que, de Real orden, ha hecho a aquel establecimiento, con algunos otros documentos relativos al mismo objeto, mandados imprimir bajo los auspicios del Excmo. Sr. Juan Bravo Murillo*. Madrid, 1852.

FAGES Y VIRGILI (ILMO. SR. D. JUAN): *Los químicos de Vergara y sus obras*. Discurso leído ante la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en su recepción pública. Madrid, 1909.

FORONDA (VALENTÍN DE): *Miscelánea, o colección de varios discursos. Disertación sobre la platina*. Madrid, 1793.

GÁLVEZ-CAÑERO (A. DE): «Don Fausto de Elhuyar y de Zubice. En el centenario de su fallecimiento.» *Ingeniería*. Año XXIX. Número 973.

GÁLVEZ-CAÑERO (A. DE): «Tres retratos de Elhuyar. El primer centenario de D. Fausto de Elhuyar.» *An. de la Soc. Esp. de Física y Química*. Tomo XXXI. 1933. - *Revista Minera*. 16 febrero 1933. - *Ingeniería*. Febrero 1933.

GONZALO Y TARÍN (D. JOAQUÍN): *Descripción física, geológica y minera de Huelva. Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España*. Madrid, 1888.

GREDILLA (A. FEDERICO): *Biografía de José Celestino Mutis, con la relación de su viaje y estudios practicados en el Nuevo Reino de Granada. Junta para ampliación de estudios e investigaciones científicas*. Madrid, 1911.

GREIN (F. A. C.): *Beiträge zu der Geschichte des Wolframs und Tungstens*. Halle, 1786.

HAUSER (ENRIQUE): «El VIII Conde de Peñaflores y el Cuerpo de Ingenieros de Minas.» *Revista Minera*. Año LXXX. 1929. Número 3.187.

HOEFER (GERMÁN): *Histoire de la Physique et de la Chimie*. Paris, 1872.

HUMBOLDT (ALEJANDRO DE): *Ensayo político sobre el Reyno de Nueva España, sacado del que publicó en francés ..., por Pedro María de Olive*. Madrid, MDCCCXVIII. En la imprenta de Núñez. Con privilegio Real.

LARRAÑAGA (D. DIEGO), GARZA (D. FRANCISCO DE LA), EZPELETA (D. ALEJANDRO VICENTE) y PERINGER (D. JUAN MODESTO): «Observaciones y experimentos sobre el beneficio de las minas de plata por medio de la amalgamación.» *Anales de Ciencias Naturales*. Tomo III. Madrid, 1801.

LARRUGA (EUGENIO): *Memorias políticas y económicas sobre los frutos, comercio, fábricas y minas de España*. Tomo XVII. Madrid, 1787-1798.

LÓPEZ SÁNCHEZ AVECILLA (CEFERINO): «Elhuyar, minero-metalurgo.» *Revista Minera*. 16 febrero 1933. - *An. de la Soc. Esp. de Física y Química*. Tomo XXXI, 1933. - *Ingeniería*. Febrero 1933.

MADARIAGA (JOSÉ MARÍA DE): «Pasado, presente y porvenir de la minería española.» *Boletín Oficial de Minas y Metalurgia*. Año I, número I, junio 1917.

MAFFEI (D. EUGENIO): *Datos histórico-estadísticos de la Junta Superior Facultativa de Minería*. Madrid, 1860.

MAFFEI (D. EUGENIO) y RÚA FIGUEROA (D. RAMÓN): *Apuntes para una Biblioteca Española de libros, folletos y artículos impresos y manuscritos, relativos al conocimiento y explotación de las riquezas minerales y a las ciencias auxiliares*. Madrid, 1871.

MELLOR (J. W.) D. Sc.: *A Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry*. London, 1924.

MENÉNDEZ Y PELAYO (MARCELINO): *Historia de los heterodoxos españoles*. Madrid, 1880.

MOLES (E.): «Elhuyar, Químico. — El primer centenario de D. Fausto de Elhuyar.» - *An. de la Soc. Esp. de Física y Química*. Tomo XXXI, 1933. - *Ingeniería*. Febrero 1933.

MOLES (E.): «Wolframio, no Tungsteno-Vanadio o Eritronio.» *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*. Año XXVI, número 254.

NARANJO Y GARZA (FELIPE): «Origen y progresos de la Mineralogía en España.» - *Revista Minera*. Tomo II, 1851, página 673.

NAVAL DE LEZAMA (ARTURO): «El centenario de D. Fausto de Elhuyar y de Guvice y el Cuerpo de Ingenieros de Minas.» *Revista INGAR*, número 3. Enero 1933.

NOVO Y CHICARRO (PEDRO): «Dos cartas de Elhuyar.—El primer centenario de D. Fausto de Elhuyar.» - *An. de la Soc. Esp. de Física y Química*.

Tomo XXXI, 1933.—*Revista Minera*. 16 febrero 1933. — *Ingeniería*. Febrero 1933.

PALACIOS MARTÍNEZ (D. JULIO): *Discurso leído en la Solemne Sesión celebrada bajo la Presidencia de S. M. el Rey D. Alfonso XIII en el Palacio del Senado el día 9 de abril de 1928, por la Real Sociedad Española de Física y Química*. Toledo, 1928.

PAOLI (UMBERTO GIULIO): *L'età aurea della Metallurgia Ispano-Coloniale*. Roma. Casa Editrice Leonardo da Vinci, 1927.

PELLICO (RAMÓN): *La importancia y aplicaciones de los estudios geológicos*. Discurso leído en su recepción en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid, 1862.

PEREYRA (CARLOS): *Humboldt en América*. Editorial América. Madrid (s. f.).

PEREYRA (CARLOS): *L'œuvre de l'Espagne en Amérique*. Paris (s. f.).

PÉREZ DOMINGO (ANTONIO): *Memoria sobre las minas en la Península*. Madrid, 1831.

PÉREZ MORENO (ANDRÉS): «Cuadro estadístico de la producción del Establecimiento de Río Tinto en el último quinquenio con algunas observaciones referentes a la dirección facultativa en lo que concierne a la producción.» *Revista Minera*. Tomo V, página 752.

PICOT (PH.): «Rapport du Citoyen Picot, Inspecteur del minessur la mine de Wolfram de Puy-les-Mines, département de la Haute-Vienne...» *Journal des Mines*. Número IV. Nivose de l'an III.

POSADA Y SOTO (D. RAMÓN): *Informe sobre el proyecto de Mr. L'Auguste para beneficiar las minas de plata y oro en América evitando el uso del azogue*.

PRADO (CASIANO DE): «Minas de Río Tinto. De sus circunstancias e importancia. De su enagenación.» *Revista Minera*. Tomo II, página 97.

PROUST (L.): «Extracto de los descubrimientos de D. Fausto de Elhuyar.» *Anales del Real Laboratorio de Química de Segovia*. Tomo I. Segovia, 1791.

PROUST (L.): «Sobre las minas de mercurio de España y de las Américas.» *Anales del Real Laboratorio de Química de Segovia*. Tomo I. Segovia, 1791.

QUADRA SALCEDO (FERNANDO DE LA): «El centenario del sabio español Fausto de Elhuyar.» *Banca y Bolsa*. Diciembre 1932. Enero-febrero 1933.

RAMÍREZ (SANTIAGO): *Datos para la Historia del Colegio de Minería recogidos y recopilados bajo forma de efemérides*. México, 1890.

RICARTE (JOSEF): *Descripción de los métodos de amalgamación en Hungría*. Chemnitz, 1788 y 1789. (Manuscritos.)

RODRÍGUEZ MOURELO (JOSÉ): «Un libro famoso.» — *Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales*. Tomo XXIX. Madrid, 1932.

RÚA FIGUEROA (R.): «Estado de la Minería en la provincia de Huelva.» *Revista Minera*. Tomo III, página 513.

RÚA FIGUEROA (R.): «Necesidad de trabajos de investigación y probabi-

lidades de su buen éxito en las minas de Río Tinto.» *Revista Minera*. Tomo V, página 129.

C. W. SCHEELE'S *nachgelassene Briefe und Aufzeichnungen*. Nordenskiöld, 1892. Estokolmo. Norstedt y Sönnner.

SEMANARIO PINTORESCO ESPAÑOL: Año 1843.

SIERRA (JUSTO): *México: Su Evolución Social*. Ballezá y Compañía. México, 1901.

SORALUZE Y ZUBIZARRETA (NICOLÁS DE): «Real Sociedad Bascongada de Amigos del País. Sus antecedentes y otros sucesos con ella relacionados.» *Historia compendiada*. San Sebastián, 1880.

TORO (ALFONSO): *Historia de México. La dominación española*. México, 1926.

WEBER (GR.): *Historia contemporánea de 1830 a 1872, traducida al castellano, anotada y aumentada con una reseña histórico de los Estados de América, por A. García Moreno*. (10 al 13 de la Biblioteca Universal.) Madrid, 1877-1879.

WEEKS (MARY ELVIRA): «The University of Kansas, Lawrence. The discovery of the elements. Chromium, Molybdenum, Tungsten and Uranium.» *Journal of Chemical Education*. Vol. IX, 1932. Vol. X, 1933.

ÍNDICE DE MATERIAS

	<u>Páginas</u>
DATOS PARA EL ESTUDIO PALEONTOLÓGICO DEL FLYSCH DE LA COSTA CANTÁBRICA Y DE ALGUNOS OTROS PUNTOS DE ESPAÑA, por Florentino Azpeitia Moros.	1
VEGETALES FÓSILES DEL CARBONÍFERO ESPAÑOL, por D. Manuel Ruiz Falcó y D. Ricardo Madariaga Rojo.....	67
NOTAS SOBRE ESTRATIGRAFÍA DE LA CUENCA CARBONÍFERA CENTRAL DE ASTURIAS: EL HORIZONTE MARINO DEL TECHO DE LA CAPA «ANGELITA» (LANGREO) Y LA «FUSULINELLA SPHÆROIDEA», V. MÖLLER, por D. Ricardo Madariaga Rojo..	91
MACIZO DEL MAESTRAZGO (ZONA ESTE): ALGUNAS NOTAS REFERENTES A SU ESTRATIGRAFÍA Y TECTÓNICA, por Alfonso de Alvarado.....	97
NOTA ACERCA DE LA INDUSTRIA PETROLÍFERA RUMANA Y APLICACIÓN DE SUS DATOS GEOLÓGICOS A LA INVESTIGACIÓN DE ALGUNOS YACIMIENTOS PETROLÍFEROS ESPAÑOLES, por E. Dupuy de Lôme	137
SINOPSIS DE LAS ROCAS HIPOGÉNICAS DE ESPAÑA, por Enrique Rubio y Manuel Cincúnegui	219
ESTUDIO ESPECTROGRÁFICO CUANTITATIVO DE LAS PLATAS NATIVAS DE ESPAÑA, por S. Piña de Rubies y J. Miláns del Bosch.	269
ESTUDIOS HIDROLÓGICOS: INFORME SOBRE HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA DE LA PROVINCIA DE ALICANTE, por Primitivo Hernández Sampelayo ..	299
TRABAJOS DE LA COMISIÓN DE MERIDIANAS.....	339
APUNTES BIOGRÁFICOS DE D. FAUSTO DE ELHUYAR Y DE ZUBICE, por A. de Gálvez-Cañero y Alzola.....	377