

2/10.2.4 /

15 JUN. 1960

NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Sumario

- Indole y criterios de la Ciencia geológica, por J. M. Ríos.—
Pág. 3.
- Nuevo yacimiento fosilifero del Lias Superior, cerca de Iz-
naloz (provincia de Granada, cordillera Subbética), po-
R. MOUTERDE y A. LINARES.—Pág. 101.
- Fotogeología, por MANUEL M.^a DE ALVARADO Y ARILLAGA.—
Pág. 105.
- Sobre la tectónica profunda de la fosa del Tajo, por MANUEL
ALÍA MEDINA.—Pág. 125.
- Falla de desgarre en el S.-W. de la Peninsula Ibérica, por
A. QUESADA GARCÍA.—Pág. 163.
- Algunas áreas especiales de las zonas sub-pirenaicas y de la
cuenca del Ebro, por J. M.^a Ríos.—Pág. 183.
- El problema del «ambiente» en la datación radiactiva, por
ANTONIO DUE ROJO, S. I.—Pág. 211.
- La investigación en las Ciencias de la Tierra.—Pág. 231.
- Vocabulario de Mineralogía Descriptiva, por JORGE DOETSCH-
SUNDHEIM.—Pág. 261.
- Vocabulario de Cristalografía, por J. L. AMORÓS.—Pág. 383.
- Noticias.—Pág. 395.
- Notas bibliográficas: Combustibles, pág. 421.—Criaderos,
pág. 436.—Espeleología, pág. 440.—Explotación, pág. 441.
Geografía física, pág. 442.—Geonucleónica, pág. 442.—
Geoquímica, pág. 443.—Investigaciones mineras, pág. 444.
Minería, pág. 444.—Nucleónica, pág. 445.—Oceanografía,
pág. 447.—Preparación de minerales, pág. 447.—Prospec-
ción, pág. 449.
- Errata, pág. 453.
- Instituto Geológico y Minero de España, pág. 455.

NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO

DE

ESPAÑA

NÚMERO 58

SEGUNDO TRIMESTRE

MADRID

1960

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

ES PROPIEDAD

Queda hecho el depósito que marca la Ley.

Deposito Legal M. 1.882.-1958

C. BERMEJO, IMPRESOR.—J. GARCIA MORATO, 122.—TELEF. 33-06-19.—MADRID

J. M. RIOS

INDOLE Y CRITERIOS DE LA CIENCIA GEOLOGICA (*)

CARÁCTER DE LAS CIENCIAS GEOLÓGICAS

Por su múltiple carácter de ciencia natural, físico-química, histórica, teórica y práctico-industrial, la ciencia geológica requiere el ejercicio de criterios sumamente diversos. Estos se aplican unas veces simultáneamente, otras hay predominio de unos sobre otros, aunque siempre, en el fondo, vayan todos ellos inseparablemente unidos.

Cada uno de estos criterios requiere un tipo de base científica, una posición mental, un enfoque característico y una serie de aptitudes, innatas o adquiridas, que debe hacer conocer y procurar fomentar entre sus alumnos todo el que se dedique a la enseñanza de la geología y que tampoco puede desconocer, en manera alguna, el geólogo profesional.

(*) En este trabajo se refunden diversas publicaciones más antiguas del autor, se les da nueva forma y contenido y se completan con exposiciones nuevas. Va dirigido, en primer lugar, a las gentes cultas en otras disciplinas que deseen conocer cuáles son los criterios y principios que rigen las ciencias geológicas. En segundo lugar, a mis alumnos, y a todos aquellos que tienen propósito de estudiar y ejercer la geología. En este trabajo deberían encontrar, es al menos lo que me propuse, una orientación general acerca de lo que son y cómo funcionan las ciencias geológicas, cómo discurre el geólogo y cuáles son los logros y limitaciones de aquéllas, así como las cualidades que éste último debe poseer y desarrollar.

Es objeto de estas líneas analizar estos criterios y estos puntos de vista, para exponer cuáles sean las bases científicas cuyos principios debe conocer el geólogo, cuáles son las posiciones mentales, cuáles los puntos de vista que debe adoptar, y las cualidades y aptitudes que debe desarrollar y cuáles son, finalmente, los logros y las limitaciones de la ciencia geológica.

DEFINICIÓN DE LA CIENCIA GEOLÓGICA

Estimo que el punto de partida para todo ello es la definición misma de la geología y voy a emplear la que ideé hace algunos años, según la cual «la geología es la ciencia que trata del conocimiento de la disposición de los materiales que constituyen nuestro globo terráqueo, de las causas que originaron dicha disposición y de los efectos de los agentes que la alteran».

La ciencia geológica, al crecer en profundidad y extensión, se ha subdividido en muchas disciplinas, unas con carácter de ciencias auxiliares, que son las bases o pilares en que se sustenta, otras con carácter de ramas o especialidades, o aspectos parciales con su desarrollo especial y técnicas peculiares. Pero en la definición expresada va encerrado el germen de todas las ideas que nos proponemos desarrollar.

MINERALOGÍA Y PETROGRAFÍA. BASE CIENTÍFICA DE SU CONOCIMIENTO

Si la geología es la ciencia que trata de la disposición de materiales, su ejercicio lleva implícito el conocimiento de tales materiales, y éstos son las rocas, constituidas a su vez por minerales.

De modo que la mineralogía y petrografía son al mismo tiempo parte de la geología, y base y sustentación de la misma. Ahora bien, las rocas y minerales son productos, o agregados de productos, cuya formación está rígidamente regida por las leyes de la física, de la química y de la fisico-química. Las leyes de equilibrios entre fases, de soluciones mutuas, de precipitaciones y combinaciones químicas, presiden las formaciones de unos u otros productos minerales y pétreos y la de sus combinaciones. Por consiguiente, son exigencias, para formar la mentalidad del geólogo y su preparación científica, el conocimiento de esas disciplinas (en mayor o menor grado, según los casos, como veremos más adelante) y el bagaje y criterio matemático necesarios para comprenderlas y desarrollarlas. Pero, además, el estudio de las rocas, o al menos de un grupo importante de ellas, exige el empleo de microscopio, de modo que la técnica microscópica, con sus fundamentos de física óptica, es otra de las que debe dominar el geólogo.

EJERCICIO DE LA MEMORIA

Y surgen aquí otras dos características de las ciencias geológicas. La mineralogía y la petrografía, como Ciencias Naturales, son disciplinas eminentemente descriptivas y, como tales, memorísticas. Hay que recordar composición, dureza, brillo, color, grupo cristalino etcétera, etc., de las rocas y minerales, gran número de detalles para los que el geólogo va a depender fundamentalmente de la memoria.

LIMITACIONES

La segunda característica es que muchas veces las formaciones y combinaciones físicas y químicas de los cuerpos que son objeto del estudio de la mineralogía y petrografía se originan bajo condiciones de presiones y temperaturas tales, que salen por completo de la capacidad actual de experimentación en el laboratorio y entran, por consiguiente, en dominios para los que no son aplicables las leyes de la tecnología. Lo que nos plantea una limitación fundamental de las ciencias geológicas. Salen éstas, con frecuencia, en enorme medida de los límites de validez de aplicación de las leyes. Hay que extrapolar, unas veces en forma matemática, otras en forma puramente imaginativa, con gran riesgo.

La mente humana maneja con facilidad dos o tres variables simultáneamente, tanto en forma mental como gráfica, pero cuando se trata ya de cuatro es preciso recurrir a la expresión matemática compleja y cuando se rebasan las cuatro variables, el proceso es complejísimo, sólo resulta imaginable para las mentes mejor preparadas o privilegiadas y es inasequible para la inmensa mayoría. Pero en los procesos físico-químicos que dan lugar a los minerales y a las rocas intervienen muchas veces gran cantidad de variables (elementos componentes), combinados con circunstancias de presiones y temperaturas inasequibles, tanto a la imaginación como al cálculo. Lo que constituye una manifiesta limitación natural e insuperable, al menos por ahora, de la capacidad de comprensión y de la posibilidad de expresión exacta y matemática de un proceso geológico. Veremos cómo

esta característica se repite en otro tipo de fenómenos y aspectos de la ciencia geológica.

Entonces el geólogo, petrólogo en este caso, procura simplificar los problemas, estudiar diversas combinaciones más sencillas con la mínima cantidad de variables, hasta lograr expresión matemática y gráfica del fenómeno y, por combinación y comparación de los resultados de estos ensayos, trata de imaginar lo que ocurre cuando entra en juego un número mayor de variables. De modo que ha de disponer y desarrollar la capacidad de extrapolación. Todos estos conceptos se irán repitiendo, como motivo temático, conforme examinemos otras características de las ciencias geológicas.

LA OBSERVACIÓN, FUENTE DEL CONOCIMIENTO GEOLÓGICO

Dijimos que la geología se ocupa del conocimiento de la disposición de los materiales del globo. Pero a este conocimiento se llega por la observación, y ésta es una característica esencial de la ciencia geológica. La geología nació de la observación y precisamente de las observaciones obtenidas en la práctica de la minería y también del caudal recogido por mineralogos y petrólogos.

La geología se nutre exclusivamente de la observación, en el sentido de que todos los resultados geológicos no son más que síntesis de observaciones, completadas por extrapolación. Las teorías no son más que hipótesis resultantes de una extrapolación mental de las síntesis de observaciones. Nada de lo que se expresa en geología puede ir en contra de los hechos de observación, y los fallos de las teorías resultan de la colisión de sus contenidos con datos de observación, o de la observación posterior de situaciones inéditas que resultan en contradicción con las teorías.

VALOR LIMITADO DE LA EXPERIMENTACIÓN GEOLÓGICA

Mientras que las ciencias físicas, químicas y mecánicas derivan sus leyes, en gran medida, de la experimentación, este campo tiene escasa aplicación en geología.

Cierto es que la experimentación se aplica, pero en alcance muy limitado, y ello es debido a que las escalas de magnitudes experimentales y naturales son tan enormemente dispares, que los resultados de la experimentación no son extrapolables y sólo sirven con frecuencia como leve referencia mental, a como puede que ocurran las cosas en la Naturaleza; de todos los factores o variables que intervienen, el más dispar es quizás el factor tiempo. Nuestro concepto del tiempo no tiene nada que ver, por la inmensa diversidad de escalas, con los periodos de tiempo que intervienen en la inmensa mayoría de los fenómenos naturales, entre ellos los más trascendentes. Pero estos conceptos merecen un desarrollo más extenso que haremos más adelante.

Por consiguiente, y puesto que solo obtiene una ligérrima ayuda experimental, el geólogo debe contar únicamente con la observación como fuente de toda información.

DOTES DE OBSERVACIÓN

Las dotes de observación pueden ser innatas, pero pueden también adquirirse y desarrollarse con el ejercicio. Un geólogo debe, ante el terreno, saber observar y apreciar toda clase de matices. Debe saber apreciar la disposición de las rocas en el espacio, y fijarla por medio de medidas. Reconocer la clase de roca, por su composi-

ción, textura, color, dureza, etc. Distinguir la estructura del paquete, indole y grosor de su estratificación, calidad del afloramiento, si forma o no parte de un gran conjunto. Debe saber reconocer su contenido fósil y, finalmente, apreciar la edad con la máxima exactitud que sea posible.

DOTES DE DEDUCCIÓN.—CONCEPTO DE FACIES

De todo ello deducirá la «facies» de la roca o conjunto de características que permiten inferir, a partir de las circunstancias actuales de la roca, todas las condiciones en que se formó, de dónde procedían sus materiales, ambiente climático, geográfico y geológico. Las circunstancias todas, en el grado de lo posible, que acompañaron y caracterizaron las condiciones que reinaban en la época y sitio que se formó.

Este concepto de facies es fundamental en geología, tanto en la teórica como en la práctica, y lleva en su índole un criterio o concepto histórico de la geología, puesto que, a partir de la observación presente, se remonta al pasado.

CRITERIOS DE SELECCIÓN. ANÁLISIS

La aplicación de la observación requiere un profundo criterio geológico para la selección de lo que es verdaderamente interesante observar y anotar. De lo que se puede observar en una roca, o en un frente de rocas, hay muchas cosas que son banales o de poca trascendencia, y no siempre las más aparentes son las más importantes. Muchas veces, son características de difícil apre-

ciación las que dan la pista de un hecho de trascendencia. De modo que el geólogo debe saber seleccionar y escoger para su atención lo que importa, aunque no sea lo más llamativo. Y esto es difícilísimo de enseñar en la cátedra, se aprende sobre todo en el terreno, con la práctica y los años.

El geólogo, por consiguiente, para adquirir su material de información o partida recoge un número de observaciones adecuado en cantidad y calidad al objeto que persigue. Realiza, por consiguiente, una labor de análisis, puesto que ha de ejercer un criterio de apreciación de las características y un criterio de selección de las que son interesantes. Téngase además en cuenta que estos criterios no son uniformes ni constantes; lo que interesa para unos objetivos no tiene importancia para otros.

REGISTROS DE OBSERVACIONES

Este material suele recogerlo el geólogo en forma de observaciones individuales, referida cada una a puntos concretos del terreno. De modo que al final de su tarea de recogida cuenta con una libreta de observaciones anotadas, y numeradas, y un mapa con la localización exacta de cada observación y numeradas correspondientemente, de modo que pueda referir en cada momento cada observación de la libreta a un punto concreto del mapa, e inversamente saber en cada punto del mapa qué índole y disposición presentan las rocas mediante consulta de la libreta. Además, tendrá una imagen mental general y una serie de observaciones lineales y areales sobre el mapa, que completan su conocimiento. Por consiguiente, el geólogo necesita imprescindiblemente una capacidad

de análisis y selección, innata o adquirida. Será tanto mejor geólogo, en igualdad de las restantes condiciones, cuanto mejor observador sea.

EL MAPA GEOLÓGICO EXPRESIÓN DE LA OBSERVACIÓN

Pero con esto, el geólogo no ha completado sino una parte de su tarea. Ha de expresar en alguna forma después, tanto se trate de objetivos teóricos como de fines prácticos, los hechos observados. Hasta ahora no ha hecho otra cosa que preparar su tarea; ha recogido los materiales. Ahora ha de sistematizarlos, reunirlos, trabajarlos, obtener una síntesis, en suma, y además ha de expresarlos y representarlos prácticamente.

Su tarea consiste entonces en reunir los puntos de características análogas o afines y reunir en grupos las observaciones de rocas de misma edad, misma composición, calidad, textura, color, etc., en un grado de detalle y afinamiento, tales como lo requieran la precisión y objeto del fin propuesto, y el que permitan las limitaciones, naturales, no escasas con frecuencia, que la Naturaleza opone a un conocimiento más perfecto.

Así llegará a componer un texto descriptivo de cada una de las rocas o grupos cuya existencia le interesa resaltar; y una imagen gráfica, un mapa, en suma, en que se represente en proyección plana la disposición y distribución de esas rocas en la superficie del terreno.

Esta es una labor de síntesis, con ejercicio de los criterios de comparación, valoración de características, y memorización de las mismas, que requiere amplio ejercicio de la capacidad de síntesis.

De modo que el geólogo «retrata» el terreno en su libreta y su mapa topográfico, y lo «revela» en su informe o texto y su mapa geológico.

Esto es, en resumen, lo fundamental en el mecanismo del trabajo geológico. Si examináramos con detalle lo que ello implica veríamos que en realidad es muy complejo por la variedad de criterios y conocimientos que ha de poner en juego, por el equilibrio que ha de mantener entre la participación del criterio personal y la del rigor científico, y porque, como se trata de una ciencia natural forzosamente especulativa, hay que valorar el alcance de la exactitud y precisión de los resultados, exactitud forzosamente condicionada por una serie de factores y limitaciones naturales. De todo ello nos ocuparemos más adelante.

LA GEOLOGÍA, CIENCIA HISTÓRICA

Una vez que se ha logrado el conocimiento de la disposición actual de los materiales de la corteza terrestre (lo que lleva implícito, como vimos antes, el conocimiento de esos materiales), quedan por establecer, de acuerdo siempre con nuestra definición, las causas que originaron tal disposición, y entonces descubrimos una nueva faceta de las ciencias geológicas, su carácter entrañable de ciencia histórica, que requiere la aplicación de nuevos criterios de otra índole.

Porque las causas finales de tal disposición en cada localidad, en cada área, en cada región, cualquiera que sea la escala, son la suma y consecuencia final, hasta el momento actual, de una larguísima serie o cadena de acontecimientos geológicos que se remontan hasta el origen mismo de la corteza.

De la misma manera que cada uno de nosotros llevamos en nuestro soma algo de la personalidad fisiológica y aún psíquica de la innumerable cadena de antece-

sores, cada unidad geológica, sea roca, formación o conjunto, lleva indeleble la huella de todos los acontecimientos geológicos que ha vivido.

Por consiguiente, la capacidad de leer en las rocas la historia de su pasado, que en mayor o menor grado posee todo verdadero geólogo, hace de la geología una ciencia fundamentalmente histórica, con las mismas técnicas, los mismos logros, los mismos fallos, las mismas limitaciones.

Claro es que si nos remontásemos, sin límite, en esta escala, nos veríamos obligados a llegar al origen de la Tierra como astro, y de éste al origen del Cosmos mismo, de la misma manera que nuestra genealogía completa nos llevaría a todos hasta Adán.

Por eso hay que poner, y los geólogos ponen, un límite a la ciencia geológica, como ciencia histórica; el criterio es variable, pero la mayor parte de los geólogos aceptan que la historia geológica de la Tierra comienza con la formación, en el proceso de enfriamiento de la masa astral, de una corteza sólida. Lo que ocurre antes es dominio de la Astronomía, aunque hay una faja ambigua de separación en que opinan y colaboran geólogos y astrónomos; de la misma manera que por el otro lado hay otra faja ambigua, la de la Prehistoria, en que opinan y colaboran, geólogos y paleontólogos, e historiadores.

LEY DEL ACTUALISMO

De la misma manera que el historiador para juzgar de los acontecimientos del pasado se basa en el conocimiento de las pasiones y reacciones humanas, y de su invariabilidad, o sea del actualismo histórico, el geólogo igualmente juzga del pasado por el presente, o ley del ac-

tualismo geológico, alrededor de la cual giran la teoría y la práctica geológica.

El historiador sabe, por la documentación que recoge y estudia, que las pasiones y las reacciones humanas tienen un fondo invariable y así lo confirman la psicología y la fisiología. Y de esta manera, con el conocimiento de la humanidad actual y pasada, completa los datos fragmentarios de la observación, los interpreta y crea el ambiente, y deduce la cadena lógica de acontecimientos y reacciones. La ley del actualismo geológico dice que las cosas ocurrieron en el pasado a un ritmo, y con características parecidas a como ocurren en el presente. Es decir, que tenían lugar los mismos fenómenos geológicos que nos es dado observar en la actualidad y al mismo ritmo, o ritmos parecidos.

No lo dice a humo de pajas, sino porque tiene abundantes pruebas de ello. La ley del actualismo geológico tiene sus limitaciones y sus fallos, que derivan no de la ley en sí, sino de limitaciones en nuestra capacidad de comprensión.

El geólogo sabe, por observación, que las rocas que se formaron en las más viejas épocas geológicas de la historia de la Tierra, las más venerables reliquias de nuestra corteza, no diferían, cuando se formaron, de las rocas actuales. No sólo porque aunque rara, pero alguna vez, no han experimentado transformaciones de trascendencia, sino porque reconoce, en las transformaciones, fenómenos asimilables a otros actuales o al menos más modernos que es muy capaz de interpretar, aplicando con toda seguridad, casi diríamos infalibilidad, la ley del actualismo geológico.

Es decir, es perfectamente capaz de reconocer e interpretar los sucesos y fenómenos a que han estado sometidas las rocas más viejas y remontar, a través de ellas,

al estado original. Y encuentra que las rocas primitivas de la corteza se formaron siempre en circunstancias análogas a las de otras rocas cuyo origen y evolución conocemos.

De modo que no hay sorpresas. Reconocemos, en las rocas primitivas, las mismas formaciones detríticas, de grano muy fino (arcillosas), o basto (areniscas y conglomerados); las mismas rocas nacidas de enfriamiento de magmas, de composición básica (basáltica), o ácida (granítica), y las mismas rocas metamórficas, más o menos cristalinas, resultantes de la acción de las rocas ígneas sobre las detríticas sedimentarias: los neís, las micacitas, las pizarras cristalinas, etc.

Por esta razón, un conocimiento profundo de la petrografía de las rocas actuales, modernas y menos modernas, le permite remontar, con seguridad, a la interpretación de las más viejas rocas de la corteza.

Pero esto trae consigo grandes implicaciones; si las rocas eran del mismo tipo, las circunstancias que las engendraron forzosamente eran también las mismas. Tuvo que haber relieve, alimentación de la erosión, senos acuíferos, lagos y mares, en que se sedimentasen esos detritus; y ello arrastra una serie de exigencias de igualdad de circunstancias de climas, ambientes, temperaturas, que serían variantes de las actuales, pero que no diferirían en nada trascendental.

Pero hay más todavía, y de más importancia. Es que en las formaciones más viejas de la Tierra es capaz de observar las huellas, indelebles, de fenómenos meteorológicos análogos a otros actuales. Por ejemplo, la acción de las masas de hielos glaciares al resbalar lentamente sobre la superficie de las rocas, deja una serie de huellas morfológicas inconfundibles, de pavimento, estriado, acumulaciones de morrenas, etc.

Los climas desérticos marcan igualmente los paisajes, y las rocas sometidas a ellos se forman o se reforman con una impronta igualmente inconfundible.

El geólogo observa, en las más viejas formaciones geológicas, la existencia de características que denotan la actuación de climas glaciales y climas desérticos como en la actualidad. Pero las implicaciones de estos hechos

División histórica de los periodos geológicos

		Superior	Inferior	Duración
Cuartario.....	Holoceno.....			
	Pleistoceno.....			
Terciario o Cenozoico..	Plioceno.....			
	Mioceno.....			
	Oligoceno.....	—	60	60
	Eoceno.....			
	Paleoceno.....			
Secundario o Mesozoico.	Cretáceo.....	60	140	80
	Jurásico.....	140	160	20
	Triásico.....	160	190	30
Primario o Paleozoico...	Permiano.....	190	260	60
	Carbonífero.....	260	290	30
	Devoniano.....	290	400	110
	Siluriano.....	400	440	90
	Ordovicense.....	440	510	70
Precambriano o Arcaico.....	510	—	—	
		—	3.000	—

Edades en millones de años, establecidas por métodos radiactivos.

son muy trascendentes. Suponen la existencia de polos, de casquetes polares, de zonas cálidas, áridas y secas, o de cálida humedad, y ello exige una larguísima cadena de circunstancias de distribuciones de tierras y mares, movimientos de las masas de aire, temperaturas de la

atmósfera y de la corteza, casi infinita. Por consiguiente, hemos de contar en tiempos pasados y remotos con circunstancias muy parecidas a las actuales.

DOS ETAPAS DISTINTAS EN LA HISTORIA DE LA TIERRA: ARCAICA Y POSTARCAICA

En realidad hay dos etapas marcadísimas en la historia de la Tierra que constituyen casi dos ciencias geológicas distintas. Una de ellas es la etapa o época Arcaica, que se desarrolla desde el fin de la historia astronómica de la Tierra, con consolidación de la primitiva corteza, hasta el comienzo de la época denominada Cambriana y otra desde el Cambriano hasta nuestros días. Aunque no dos geologías distintas, constituyen especialidades bien marcadas en el campo de la geología.

La diferencia entre ambas la constituyen gran cantidad y variedad de factores, pero el fundamental es, sin duda, el factor biológico y eso a pesar de que la vida no apareció sobre la superficie de la Tierra en los albores del Cambriano, sino que es mucho más antigua.

Con la iniciación del Cambriano, las rocas manifiestan, casi repentinamente, un enriquecimiento extraordinario en fósiles, o sea en restos petrificados de seres, vivientes en aquellos tiempos. Y no es que hubiera una explosión, por decirlo así, de vida, aunque quizá sí la hubo de energía vital, pero lo cierto es que ya en esta época la cadena de la evolución biológica había avanzado gran parte de su camino. Ya entonces están representados muchos de los grandes grupos, muchas de las principales ramas del árbol de la evolución, y estas ramas habían desplegado ya el avance de una variedad grande de formas evolutivas. Por razones mal conocidas, y poco cla-

ras, quedan muy pocas huellas de la historia anterior de los seres vivos. Por eso, el fundamental apoyo que constituye para la geología la evolución biológica, no es utilizable más que a partir de la iniciación de los tiempos cambrianos.

La vida, como decimos, apareció en algún momento, todavía impreciso y remotísimo, en la época Arcaica. La aparición de la vida refuerza de manera fundamental la validez de la ley del actualismo. Hasta entonces esta última se basa en criterios del tipo de los anteriormente expuestos. A partir de ese momento la ley actualista acrecenta su fuerza argumental y se enriquece con una herramienta de enorme valor, la biológica. Porque el desarrollo biológico, aun aceptadas las capacidades de adaptación al ambiente, es muy exigente y sus límites estrechos.

Es fácil comprender los fenómenos de erosión y sedimentación en ambientes mucho más cálidos que los actuales, en mares de muy elevadas temperaturas, pero no se comprende la existencia de seres vivos, en aguas muy calientes, o muy sucias, o cargadas de sales tóxicas o nocivas. Y cuando en la época devoniana, unos doscientos millones de años después de la iniciación del Cambriano, la vida salta a la tierra firme, este criterio se extiende a la vida sub-aérea.

De modo que la ley actualista, vigente siempre en algún grado, gana fuerza con el tiempo y es cada vez de aplicación más rigurosa, son más estrechos sus límites, y hay menor latitud de variación de criterios.

Y con esta serie de razonamientos hemos entrado en contacto con tres criterios geológicos muy importantes, que son los de facies, el de la evolución biológica y el concepto de los tiempos a la escala geológica, con su enorme duración.

CONCEPTO DE FACIES

Se llama facies de una roca al conjunto de características de todo orden que están en relación con las circunstancias del ambiente en que se formaron, de manera tal que por el análisis inteligente de aquellas se pueda deducir, en mayor o menor grado, cual era la faz del ambiente local y regional en que se constituyó la roca.

Puede decirse que la definición del concepto de facies no es sino la aplicación de nuestra definición de geología al ambiente restringido en que se forma una determinada roca o formación geológica.

La facies de una roca, o de una formación, es, pues, el conjunto de características físicas, de color, de composición, de textura, que permiten deducir si se formó por ejemplo en un clima árido o húmedo, frío, templado o cálido; si se creó en un ambiente marino o lacustre, litoral o profundo; si hubo o no intervención biológica en su creación y si esta intervención fué activa o pasiva. Además, en el caso de rocas que han sufrido después transformaciones trascendentales, más o menos profundas, permite separar cuales son las características primarias, aislarlas de las superpuestas, y reconstituir las circunstancias del remoto pasado en que se formaron; y considerar, por otra parte, las características secundarias o superpuestas y, por su análisis e interpretación, reconstituir los procesos que las originaron y las circunstancias ambientales en que tuvieron lugar.

De modo que el concepto de facies es la herramienta fundamental del actualismo geológico, porque permite al geólogo remontarse al pasado. Si la interpretación,

nada fácil en muchos casos, es correcta, el geólogo puede obtener una cantidad de información casi increíble. No sólo puede dar una idea más o menos aproximada de la distribución de tierras y mares, según la dirección de procedencia de los materiales, sino también del relieve de las montañas, la índole del clima, en lo referente a pluviosidad, sequedad del ambiente, temperaturas, oscilaciones estacionales y climáticas, pero también la índole de las rocas aflorantes, actividad tectónica y volcánica, etc., etc.

Claro que esto no es nada fácil y la lectura inteligente del pasado en las rocas del presente es uno de los factores más importantes que hacen el buen geólogo.

En realidad hay dos campos bien delimitados en la interpretación de las facies, el de las rocas que se formaron en el seno de las aguas, las sedimentarias, detríticas y de precipitación química y biológica, y el de las rocas formadas por enfriamiento de masas ígneas en el seno de la corteza, así como de las rocas resultantes por la acción de este segundo grupo sobre el primero, el de las metamórficas en que rocas del primer grupo han cambiado su quimismo, su textura y estructura y han adoptado un estado intermedio de características entre las de las rocas sedimentarias y las hipogénicas.

El desarrollo de los estudios de las facies de las rocas sedimentarias, para obtener de ellas el máximo de información de confianza, y de las técnicas a ello conducentes, constituye una de las ramas o especialidades más jóvenes de la geología, pero también una de las más pujantes y más útiles, la sedimentología. El estudio de las rocas de los otros dos grupos emplea los criterios y técnicas de la petrología y encaja dentro de ella.

Para la geología, como ciencia histórica, el concepto o criterio de facies es fundamental, pues representa

la técnica o herramienta que permite sacar el fruto de la ley del actualismo, pivote del criterio histórico de la geología.

Por el estudio de las facies de las rocas de distintas épocas y su interpretación, el geólogo reconstruye una serie de instantáneas o imágenes de la faz de la Tierra en cada una de esas épocas y la sucesión rápida de todas esas imágenes es la película de la historia de la Tierra.

EDADES RELATIVAS Y ABSOLUTAS DE LAS ROCAS

Ahora bien, para ordenar todas esas imágenes el geólogo ha de saber a que época corresponde cada una. De poco le serviría disponer de la serie de instantáneas de la faz de la Tierra en diversos momentos, obtenidas del estudio de facies de rocas, si no puede deducir a qué épocas corresponde y cuál es su disposición relativa en el pasado.

Por consiguiente, para que el criterio de facies de una roca sea útil es preciso conocer su edad. El criterio de edad perfecto es el absoluto. Sería ideal que el geólogo, a la vista de una roca, o mediante métodos analíticos de cualquier clase, pudiera decir por ejemplo que su edad es de 570.365.000 años. Pero esto es difícil en la mayor parte de los casos e imposible en algunos. En los últimos tiempos el conocimiento de la absoluta regularidad del proceso de transmutación de los elementos radiactivos ha permitido un avance indudable en este campo. Ya se puede, en efecto, precisar con garantía de seguridad la edad absoluta de algunas rocas, pero el procedimiento es de alcances limitados a aquellas que contienen materiales radiactivos determinables, y dentro de ellas a las rocas de las que se tiene certeza absoluta de que los elementos

radiactivos corresponden exactamente a la formación de la misma, porque también pueden proceder de otras anteriores o haber sido implantados después. El método es, por consiguiente y por ahora, de alcance limitado; la determinación, además, trabajosa y costosa.

Entonces no hay lugar más que a los procedimientos de establecimiento de edades relativas. Tal roca, o conjunto de rocas es más antiguo que otras, y más moderna que tal otra. El proceso, repetido casi indefinidamente para todos los conjuntos pétreos que constituyen la corteza terráquea, ha permitido reconstruir cual ha sido el orden relativo de formación de una serie de rocas-tipos que, relacionadas las unas con las otras, cubren toda la historia de la Tierra. El geólogo, ahora, compara las rocas de la región que estudia con esta serie de rocas tipo, las identifica con alguno de sus grupos de edad relativa ya determinada, y ello le permite clasificarlas en la historia geológica de los tiempos. Es lo que haría un coleccionista de monedas con un hallazgo nuevo. Iría a un museo, si lo tenía a mano, o a un catálogo numismático, y en comparación de las características de su hallazgo con monedas tipo de edades conocidas, haría datar su hallazgo, con más, o menos, o con absoluta precisión según los casos. Claro que el geólogo, como el numismático, tiene un conocimiento de la materia que le exige de tener que comparar, en cada caso, su hallazgo con la serie tipo y esto queda para casos especiales o difíciles, o como comprobación.

Las series tipo las han ido construyendo los geólogos fundadores de la ciencia, en localidades donde cada grupo presentaba características bien marcadas y desarrolladas. Luego la profusión de estudios geológicos en tiempos más modernos ha permitido perfeccionar la se-

rie, rectificarla, completar sus lagunas y subdividirla en grado extremo.

Al establecimiento de estas series tipo se llega, sobre todo, por dos criterios, el de superposición y antecedenencia, y el de evolución biológica. El primero es el más antiguo y de sola aplicación cuando falla el segundo. Este último es el más perfecto y constituye una de las piedras angulares de la geología.

ESTABLECIMIENTO DE EDADES RELATIVAS POR EL CRITERIO DE ANTECEDENCIA

El criterio de superposición se aplica, sobre todo, al grupo de rocas sedimentadas en el seno de las aguas o rocas sedimentarias y deduce, de manera lógica, inmediata e incontrovertible, que según este origen toda roca es más moderna que la que se ha formado debajo y más antigua que la que reposa encima. El criterio de antecedenencia se aplica, sobre todo, a las rocas ígneas y metamórficas y deduce, con la misma rigurosa lógica, que toda roca es más antigua que otra que la atraviese, y que todo metamorfismo es coetáneo con la roca hipogénica que lo origina y más moderno que la roca que lo sufre.

ESTABLECIMIENTO DE EDADES RELATIVAS POR EL CRITERIO BIOLÓGICO DE EVOLUCIÓN

El criterio biológico se basa en una ley de la evolución biológica, que dice que todos los seres vivos que existen o han existido derivan y resultan de la evolución gradual a partir de una o varias creaciones de seres tipos, elementales, de constitución muy sencilla, que han ido

adquiriendo complicación cada vez mayor; que esta evolución ha sido del tipo arbóreo, con ramificaciones variadas y múltiples, que ha ido creando, en cada época, una serie de seres típicos, derivados de otros existentes y creadores de otros también distintos; que la cadena evolutiva no reproduce nunca, de manera exacta, tipos que han vivido tiempos atrás, aunque a veces hay regresiones a tipos preexistentes, pero siempre con variantes que permiten distinguirlos; que la velocidad de evolución de los diferentes tipos o grupos puede ser muy distinta; que los caracteres nuevos aparecen en forma repentina, o se fijan, al menos, en forma repentina, de modo que no es una evolución continua, con todos los tipos intermedios, lo que dificultaría enormemente las clasificaciones, sino que aparecen en forma discontinua, a saltos, todo lo pequeños que se quiera, pero con falta total de los tipos intermedios. De esta manera la cadena evolutiva se forma a la manera de las imágenes de una película de cine, en que cada toma se parece a la anterior y a la siguiente pero difiere perceptiblemente de ellas. Así es posible agrupar todos los seres que han vivido en tipos bien delimitados, con caracteres absolutamente precisos, distintos y definibles. Que muchas formas o tipos son de distribución muy extensa, casi mundial y muy rápida incluso para el concepto geológico del tiempo.

En realidad la cadena evolutiva, el conjunto, cronológicamente ordenado, de todas las imágenes de los seres resultantes de la evolución (conjunto todavía incompleto, pero ya suficiente) es el reloj o, mejor dicho, el calendario perpetuo de los tiempos geológicos (a partir del Cambriano) de que se vale el geólogo para su cronología.

Los seres que llegaron a extenderse por toda la Tierra han servido para establecer las correlaciones mun-

diales, y los de ambiente regional o local han permitido, por superposición con las áreas de existencia de otros, establecer las correlaciones laterales.

Cuando decíamos que los geólogos refieren sus hallazgos, por comparación, al catálogo de las rocas o formaciones-tipo de edad relativa bien establecida, queríamos en realidad decir que lo hacían refiriéndose, sobre todo, a su contenido fósil, a los restos de los seres que vivían en la superficie de la Tierra cuando se formaron las rocas y que son sus coetáneas, aunque utilicen también otros criterios, litológicos, de facies, de correlación, etcétera.

Las imágenes de estos seres han sido estudiadas o reproducidas por geólogos, paleontólogos y biólogos, y clasificadas y ordenadas cronológicamente, fijada su edad, y reunidas en catálogos, con los que comparan los geólogos sus hallazgos en el terreno. Estos catálogos se completan y enriquecen constantemente.

LA GEOLOGÍA, CIENCIA HISTÓRICA. SUS LIMITACIONES

Por consiguiente, las ideas de época y sucesión correlativa, o sea de tiempos, son básicas en geología, y de esta manera la geología es una ciencia netamente histórica, en su esencia y en sus técnicas, y también en sus limitaciones.

Al historiador le resulta más fácil reunir la documentación y reconstituir los hechos de la Primera Guerra Mundial que los de las Guerras Napoleónicas, y resultan más claras éstas que las Púnicas, y cuanto más avanza en las penumbras de los tiempos históricos más confuso resulta todo. Pensemos en lo poco que se sabe y lo mucho que se ignora acerca de los movimientos de

las razas indoeuropeas en sus avances hacia el Oeste. De la misma manera, al geólogo le resulta más fácil reconstruir la faz de la Tierra en diferentes épocas geológicas con tanto mayor facilidad cuanto más modernas son, y la imagen es, por lo general, más imprecisa, desdibujada y confusa, cuanto más atrás descende en los tiempos geológicos, con una discontinuidad brusca a una dificultad extrema más allá de los tiempos cambrianos.

Claro es que hay excepciones; de la misma manera que la existencia de un gran historiador, un Plinio por ejemplo, o el hallazgo de documentos antiguos, como los Rollos del Sinaí, pueden arrojar brillante luz sobre una época y sus acontecimientos, o de la misma manera que la falta de ellos puede dejar en sombras épocas no tan remotas, como ocurre tras el hundimiento del Imperio Romano, del mismo modo circunstancias favorables o adversas a la velocidad de evolución o a la conservación de los restos de los seres vivos pueden influir en el grado de conocimiento, con independencia de la época.

Resulta curioso hacer notar que de todas las épocas geológicas resulta la Cuaternaria o actual, una de las más confusas, peor ordenadas y más falta de criterios fundamentales. Pero ocurre con ello lo que con las épocas modernas. El exceso de documentación, deformada además por las pasiones, o por la excesiva influencia de puntos de vista personales, es obstáculo a la visión clara del fenómeno.

Por consiguiente, el geólogo debe conocer y hacer uso de los criterios y técnicas del investigador histórico. Debe saber reunir la documentación e interpretarla.

La documentación es muchas veces confusa, fragmentaria, incompleta. Son documentos maltrechos por el metamorfismo, por la acción de las fuerzas tectónicas, por la acción de los agentes meteóricos; documentos

registrados en la piedra viva, pero que han experimentado con frecuencia muchas fases y vicisitudes violentas y adversas a su conservación. Cada una de ellas ha borrado o roto algo de lo existente anteriormente y ha añadido algo nuevo. El geólogo debe saber recomponer y separar los efectos, averiguando las causas, y utiliza para ello criterios del actualismo geológico: todo pasó en el pasado como ocurre en el presente.

CADA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS ROCAS ES RESULTADO DE UN LARGO Y COMPLEJO PROCESO, PERO DE UNO SÓLO

Cada acontecimiento ha dejado su huella en las rocas a las que ha afectado. Cada situación actual es el resultado de la actuación de una serie o cadena más o menos complicada de acciones y sólo de una. El que un geólogo no sea capaz de deducirlas no quiere decir que no haya habido un proceso, y sólo uno, que haya dado lugar a tal situación.

LAS LIMITACIONES DE LA CIENCIA GEOLÓGICA NO SON INTRÍNSECAS SINO EXTRÍNSECAS

Por consiguiente no hay limitación de origen en la precisión de las ciencias geológicas. Cada situación es, en teoría, perfectamente definible, puesto que es resultado de una serie de procesos y sólo de una. Sólo hay incapacidad, por parte de los geólogos, para interpretarlos porque estos procesos son muy complejos, y porque la documentación es difícil de leer, y con frecuencia fragmentaria. Cuando el geólogo ofrece una alternativa de diversas soluciones tentativas, sabe muy bien

que sólo hay un proceso que ha dado origen a esa situación, y que quizá no es ninguno de los que él propone, pero al hacerlo reconoce su incapacidad de llegar más lejos, y propone las soluciones que le parecen más lógicas y acertadas y más vecinas a la verdad.

Si un historiador en su búsqueda en los archivos encuentra sólo fragmentos de un antiquísimo documento, sólo podrá dar información fragmentaria y quizá pueda, basándose en la ley del actualismo histórico, y en su conocimiento de la historia, intentar su reconstrucción y acercarse algo más a la verdad. Si el documento está escrito en un idioma desconocido se encuentra totalmente perdido. En esta misma situación se encuentra con frecuencia el geólogo, y con tanta más frecuencia, por lo general (como el historiador), cuanto más remotas sean las épocas que investiga.

Sin quererlo hemos entrado, bastante de lleno, en el campo de las limitaciones que es preferible desarrollar con cierta unidad e independencia, pero no está mal que quede así ligado al de evolución en general.

Por consiguiente, el espíritu del historiador que, a partir de informaciones a veces muy incompletas y fragmentarias, trata de reconstruir las imágenes de épocas pasadas de la historia de la humanidad, y del mismo modo que a partir de la sucesión de todas estas imágenes acumuladas en forma ordenada construye la historia misma del género humano, es también el espíritu del geólogo, que con criterios análogos va reconstruyendo la historia de la Tierra.

EL HECHO DE QUE NO PUEDA LLEGARSE A UNA INTERPRETACIÓN EXACTA DE LOS PROCESOS NO QUIERE DECIR QUE CADA UNO DE ELLOS NO TENGA EXPRESIÓN EXACTA

Suya ha de ser la técnica de reconstrucción de hechos a partir de indicios o informaciones, una técnica policial, de sagaz observación, de inteligente selección de observaciones y de lógica deducción. De la misma manera que cada crimen ha tenido un desarrollo terminante y sólo uno, cualquiera que sea el grado del misterio que les sea dado a los policías llegar a desvelar, de la misma manera que cualesquiera que sean las hipótesis o alternativas que ofrezca como explicación, sólo una será la verdadera y auténtica, de la misma manera sabe el geólogo, ante los complicadísimos procesos de la Naturaleza, que hay un desarrollo auténtico y uno solo para cada uno de ellos, con independencia de que podamos o no llegar a determinarlo.

FENÓMENOS GEOLÓGICOS. AGENTES EXTERNOS E INTERNOS

La ley del actualismo, y la definición que hemos dado de la geología, exigen el conocimiento de las causas que engendraron la disposición de los materiales y de los efectos de los agentes que la alteran.

Los agentes que alteran la disposición de los materiales pueden ser de dos índoles: externos a la corteza e internos, actuantes desde dentro de ella.

Los agentes externos son, en general y de manera muy dominante, agentes meteóricos: las lluvias, las aguas, los hielos, los vientos, la energía solar, las ma-

reas; y también las acciones biológicas en la biosfera, la acción de los ácidos minerales y orgánicos, la acción mecánica de percusión de unas rocas o fragmentos contra otras, etc., etc.

ACCIONES DESTRUCTIVAS Y CONSTRUCTIVAS

La acción de los agentes externos puede ser tanto constructiva como destructiva. Domina la acción destructiva en los ambientes subaéreos, es decir, en las tierras firmes, insulares o continentales de todo orden, cualquiera que sea su extensión.

EROSIÓN

Las acciones destructivas se conocen con el nombre conjunto de erosión y comprenden los fenómenos de degradación y destrucción de las rocas por la acción de los agentes antes mencionados. Estas acciones son de importancia fundamental en geología: actúan constante, ininterrumpida e incansablemente sobre la faz de nuestra Tierra, sobre las montañas o los valles, sobre los llanos y las costas, sobre las rocas ígneas, las metamórficas y las sedimentarias: en cada momento y punto de la superficie, degradan el relieve y liberan y suministran materiales de acarreo que se depositan inmediatamente, o que son transportados y sedimentados más lejos. La erosión, fenómeno destructivo, es el principal agente suministrador de materiales para la formación de las rocas sedimentarias: es la alimentadora de la sedimentación, fenómeno constructivo.

Por consiguiente, el conocimiento de los agentes ex-

ternos y de sus acciones es también fundamental para el ejercicio de la geología. De hecho, este conocimiento constituye una de las partes fundamentales en que se divide la geología para su estudio: la fenomenología, o acción de los agentes externos destructivos. Sus conocimientos se extienden por los campos de la meteorología, la geografía física y, en menor grado, de la física y de la química.

SEDIMENTACIÓN

Estos materiales, arrancados a las rocas por los agentes atmosféricos, mecánicos o químicos, o resultantes de su disgregación o destrucción, son arrastrados por las corrientes de aire o de agua (la acción de estas últimas es, con muchísima diferencia, más extensa e intensa), y depositados más allá. Esta deposición puede ser desordenada, pero en la mayor parte de los casos es gravitativa y los materiales se depositan en lechos y tongadas (estratos), o sea que da origen a sedimentos estratificados. Puede ser subaérea en las tierras firmes, o subacuática en el seno de las aguas, tanto de los ríos como de los lagos y de los mares, pero sobre todo en estos últimos que cubren, en extensión superficial, un área de la Tierra muy superior a la de los restantes senos acuíferos reunidos.

ACCIÓN CONSTRUCTIVA DE LA SEDIMENTACIÓN.—CREACIÓN DE ROCAS

Recogemos aquí la idea, abandonada antes, de la acción constructiva de los agentes externos. De los materiales procedentes de la destrucción de rocas más anti-

guas, y por su acarreo y sedimentación, primordialmente en el seno de las aguas, se forman los materiales sedimentarios. Los materiales sedimentarios son importantísimos, no sólo porque constituyen una parte muy considerable y conspicua de la totalidad de los materiales de la corteza, y porque son rocas sedimentarias materias útiles tan importantes para el desarrollo de las actividades humanas como el carbón, los hidrocarburos naturales, con el petróleo, las sales comunes y potásicas, y muchos hierros, por no citar más que los más salientes, sino porque además es sobre este grupo de rocas donde se ejercen con más eficacia las acciones de los agentes internos y los que son causa, y presa después de los fenómenos de plegamiento que dan origen a las cordilleras y cadenas de montañas.

ORIGEN DE LOS FENÓMENOS DE EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN.
LAS ROCAS HIPOGÉNICAS, MATERIA ORIGINAL.

¿Cuál es la materia prima original de todos los sedimentos? En causa final, las rocas hipogénicas de la primitiva corteza, que estaban totalmente constituidas por rocas de enfriamiento de magmas. Sólo, mucho más adelante, ya muy avanzado el enfriamiento de la Tierra hasta cerca de su temperatura actual, cuando es posible la condensación del vapor de agua atmosférico en las primeras lluvias, es cuando estas primeras aguas de precipitación y sus escorrentías (o transcurso de ellas por la superficie de las rocas buscando, merced a la acción de la gravedad, los fondos de las depresiones) desencadenan el proceso de la erosión, que nunca más se interrumpirá.

Estas primeras aguas, evaporadas al principio inme-

diatamente al contacto con una superficie aún caliente de la corteza terrestre, llegan finalmente, cuando el enfriamiento avanza, a reunirse en hilillos de agua, luego en torrentes o ríos y se acumulan en las hondanadas y senos, dando lugar a los embriones de los futuros lagos y mares. Como arrastran en suspensión materia sólida, ésta, aposada en el seno de las aguas tranquilas, da lugar a los primeros sedimentos.

Más adelante cuando, por efecto de la acción de las fuerzas internas, estos sedimentos sean comprimidos y estrujados y elevados fuera de las aguas, surgirán como montañas los primeros sedimentos en las tierras firmes, y en adelante la sedimentación se nutrirá, tanto de la destrucción de rocas sedimentarias como de rocas ígneas. Digamos de paso que, como todas las aguas existentes en la corteza terráquea proceden en causa final y remotísima de la condensación del vapor de la atmósfera primigenia, tuvieron que ser al principio dulces. La salinidad la adquieren por disolución y acumulación lentísima de las sales resultantes de la combinación de aniones y cationes procedentes de los materiales de las destruidas rocas, lo que sirve de criterio para determinar la edad de la Tierra, mediante medida de la salinidad aportada a los mares por las corrientes actuales de agua dulce y extrapolación al pasado (Aplicación de la ley del actualismo).

Hemos intentado destacar la importancia que tiene, dentro de la geología, el fenómeno de la sedimentación, no sólo como origen de una parte muy importante de los materiales que constituyen la corteza, sino también como teatro principal de la acción de las fuerzas internas, creadoras de montañas y del relieve.

LA SEDIMENTOLOGÍA, O ESTUDIO DE LOS SEDIMENTOS,
RAMA IMPORTANTE DE LA GEOLOGÍA

El geólogo no tiene otra manera de comprender cómo se formaron los sedimentos en el pasado, sino mediante el estudio de la formación de los sedimentos actuales, es decir, mediante aplicación de la ley del actualismo.

La sedimentología es una de las ramas o especialidades más jóvenes, pero también de las más pujantes de la geología. Ha nacido, sobre todo, al calor de las investigaciones de petróleo, porque la creación y el almacenamiento de los hidrocarburos, productos sedimentarios en sí, van ligados íntimamente a la índole y disposición de los materiales sedimentarios que los rodean, y el conocimiento de éstos es de gran importancia para su hallazgo.

La sedimentología se ocupa de estudiar y averiguar todo lo referente a los sedimentos: cuáles son sus fuentes de alimentación, o rocas cuya destrucción proporciona sus materiales. Pero además trata de obtener toda la información posible acerca de su distribución y disposición en la superficie, de cuál sea el mecanismo de transporte y sus peculiaridades, cuál es el ambiente y mecanismo de su deposición, cuáles son las texturas y estructuras de los materiales resultantes. En fin, todo lo que atañe al fenómeno de sedimentación.

Por otra parte, los sedimentos recién formados son incoherentes y blandos, desagregados y están empapados de agua, puesto que se forman en el seno de las aguas.

DE LOS SEDIMENTOS BLANDOS A LAS ROCAS DURAS

El proceso mediante el cual estos sedimentos sueltos se convierten en rocas firmes, las más de las veces duras o muy duras, se llama proceso de lapidificación o diagénesis y se completa, la mayor parte de las veces, en el mismo seno de las aguas. Los factores de la lapidificación son los siguientes: los sedimentos reciben encima nuevos sedimentos que los aíslan del contacto inmediato con las aguas. La presión en incremento, causada por el peso de los nuevos sedimentos que se siguen depositando, comprime las partículas, reduce cada vez más el volumen de los poros y espacios intermedios, y el agua es desalojada gradualmente, ascendiendo a través de los sedimentos superiores, menos consolidados, hasta reunirse con las aguas del seno sedimentario. De esta manera, no sólo pierden también al mismo tiempo su salinidad (si se trata de sedimentos marinos, ya que la sal, en disolución, no puede quedar retenida por filtración), sino que adquieren compacidad y dureza, consolidados por acciones químicas sobre todo de precipitación de carbonato de cal que cementa los granos sueltos. La temperatura incrementante con la profundidad (1° cada 33 m. de descenso) ayuda a estos procesos.

Los procesos de lapidificación, o diagénesis, son también campo de la sedimentología.

La sedimentología se apoya en estudios granulométricos de los componentes de las rocas sedimentarias, analizando la proporción de los granos de diferentes tamaños, composición, procedencia, etc.: estudia las calidades de esas rocas y sus propiedades físicas y me-

cánicas, observa la formación de los sedimentos actuales; experimenta, en la limitada medida posible, y en puro criterio actualista extrapola estos conocimientos al pasado. Analiza esas mismas cualidades y propiedades en las rocas antiguas y trata de reconstruir las circunstancias y ambiente en que se formaron, y los procesos que han experimentado hasta adquirir su fisonomía actual. De esta manera contribuye poderosamente a la reconstitución del pasado con técnicas muy complejas y elaboradas. Ello exige, de nuevo, un profundo espíritu de investigación e iniciativa, y conocimientos sólidos de microscopía, física, química, petroquímica, métodos estadísticos, etc.

Y sin embargo, la ley actualista no se puede aplicar sin discriminación y con todo su rigor, por que está sujeta a limitaciones.

LIMITACIONES DE LA LEY ACTUALISTA

Se comprende bien que las haya, por que si todo hubiera ocurrido siempre igual, en todas las épocas, la historia y la faz misma de la Tierra, serían de una monotonía aplastante. Y sin embargo, con alguna experiencia, los geólogos reconocen en muchos casos inmediatamente la época en que se formaron las rocas que tiene a la vista, sin necesidad siquiera de buscar fósiles. O, dicho de otro modo, los diferentes períodos geológicos, tienen muchas veces un sello tan característico y marcado (con frecuencia además universal o por lo menos ampliamente regional), que basta un vistazo para que el geólogo identifique, por ejemplo, el Siluriano, o el Triásico, o el Oligoceno, sin necesidad de más investigación. Lo que quiere decir, que aunque los factores geológicos hayan

sido los mismos en todas las épocas, no todos ellos han actuado simultáneamente en todos los tiempos. Puede faltar la acción de unos o de otros, o puede variar la intensidad de modo que esta diferente combinación de circunstancias en las épocas geológicas del pasado, conduce a efectos bien distintos y discernibles por lo que al aspecto y condición de las rocas se refiere.

Pero hay además una serie de hechos y fenómenos para los que los geólogos no encuentran explicación alguna. Unas veces por que, aunque parecidos a los actuales son de escala desmesurada, otras por la indole misma de los hechos. Las causas han existido. Un fenómeno, o cadena de fenómenos, ha dado lugar a aquellos hechos mediante un proceso único, más o menos complicado, pero bien definido. Y sin embargo, el geólogo se siente incapaz de llegar a comprenderlo y explicarlo. Como hemos dicho varias veces, no es imprecisión intrínseca de los mecanismos geológicos, sino falta de conocimientos nuestros, incapacidad nuestra.

En esta incapacidad de las ciencias geológicas para resolver todos sus problemas intervienen muchos y muy diversos factores. Vamos a enumerar los más salientes antes de proceder a su análisis (o sea al estudio de las limitaciones inherentes de las ciencias geológicas): falta de madurez de la ciencia geológica, por su juventud, lo que es fundamental en una ciencia actualista; capacidad muy limitada de experimentación; desarrollo a escalas que salen muy lejos de los límites de aplicabilidad de las leyes físico-químicas; inaprehensibilidad del factor tiempo a la escala geológica.

ACCIÓN DE LOS AGENTES INTERNOS

Para que la exposición sea más ordenada conviene, sin embargo, que volvamos a la idea de los agentes que alteran la disposición de los materiales que constituyen la corteza terrestre, que ha quedado incompleta. Falta por considerar los efectos de la acción de los agentes internos.

Como su mismo nombre lo dice, son agentes internos aquellos que ejercen su acción en el interior mismo de la corteza.

Los agentes internos se agrupan en dos tipos, si bien ambos actúan con frecuencia simultáneamente, y son las presiones y las temperaturas.

TEMPERATURA Y SU ACCIÓN

La experiencia nos muestra que, como promedio, la temperatura de la corteza terrestre aumenta en un grado por cada treinta y tres metros que avanzamos en profundidad. A este coeficiente se le llama grado geotérmico. No es extrapolable hasta el interior de la Tierra. La cifra mayor alcanzada en la exploración profunda directa de la corteza es de 8.000 metros, más o menos. Por observaciones en los volcanes y por otros métodos de cálculo, se estiman las temperaturas de zonas más profundas. Pero si aplicásemos el criterio de observación (el grado geotérmico) a todo el radio de la Tierra llegaríamos a cifras incongruentes. Es que al mismo tiempo que las temperaturas aumentan las presiones en profundidad, y éstas alcanzan en seguida cifras altísimas.

De este modo, llegamos a un orden de escala de magnitudes que excede por completo del campo de aplicabilidad de las leyes físicas y químicas basadas en la experimentación. Diversas estimas nos enseñan que las cifras no son tan elevadas como se creía y quizás no excedan los 4.000° C., aunque algunos astrónomos y geólogos hacen llegar hasta los 12.000° C. la temperatura del interior del globo terráqueo.

En cualquier caso, sabemos que al profundizar en la corteza pronto se llegaría a temperaturas capaces de fundir la corteza de silicatos, si no fuera por que las altas presiones a que están sometidas lo impiden. Llegamos al concepto de un estado de fusión potencial. Tan pronto se reduzcan las presiones, los silicatos reblandecen al menos, y pueden entrar en fusión si la liberación de presiones es total o al menos avanzada.

La costra de silicatos en este estado de fusión potencial se conoce como magma, y como su temperatura es elevada y su masa muy grande, su potencial calórico es formidable.

La temperatura como agente interno se manifiesta de múltiples maneras. La más patente es el vulcanismo. Si se fractura la corteza en grandes grietas, que alcancen desde los magmas hasta la superficie, liberados los magmas en ese punto de las presiones, entran en fusión y vierten al exterior de manera tranquila (volcanes de efusión) o violenta (volcanes de explosión). Los manantiales termales son aguas subterráneas, o sea aguas superficiales de escorrentía o almacenamiento, que atraídas por la fuerza de la gravedad han entrado en la corteza a lo largo de grietas o de lechos porosos, y que han podido avanzar profundamente hasta entrar en contacto con magmas o en zonas de elevadas tem-

peraturas, donde se calientan y además suelen tomar en disolución sustancias minerales o gaseosas.

ACCIONES DE LOS MAGMAS.—METAMORFISMO

Pero los mismos magmas pueden acercarse hacia la superficie, bien empujados por compresiones, o por corrientes de convección, o por mareas terráqueas originadas por las conjunciones de la Tierra con otros astros.

Al acercarse a la superficie se acercan también a las rocas sedimentarias, pueden llegar incluso al contacto directo con ellas. Entonces, su enorme contenido calórico y la liberación de gases y fluidos metalíferos, con gran desprendimiento además de sílice, debido todo ello a la reducción de presiones, ejerce una acción química muy activa sobre las rocas sedimentarias. Son los fenómenos denominados de metamorfismo, que dan origen a las rocas de transformación, o metamórficas, cuyo conjunto se conoce con la denominación de facies estrato-cristalina. Recordemos que facies es el conjunto de características de las rocas o conjuntos de rocas que permiten deducir de ellas las circunstancias de su creación y de sus transformaciones. Las rocas sedimentarias en contacto con estas potentes masas calóricas, y con su aureola de gases y líquidos, silíceos sobre todo, y de gran actividad química, experimentan profunda reformación, cuyo carácter y resultados dependen por una parte de su propia composición química y por otra de la de los magmas, según sus afinidades o resistencias mutuas a la acción química. El grado de reformación depende de estos factores, pero también en gran medida de la temperatura, o sea de su mayor proximidad o alejamiento de los magmas.

El metamorfismo afecta en grado variable, que va desde una reformación total a un ligero hábito, a las rocas sedimentarias que lo experimentan. Los cambios afectan a las características todas de la roca. Cambia su composición, en general por un aporte de sílice y de otros elementos de las rocas ígneas, o sea, su quimismo. Cambia su textura por formación de nuevos elementos, generalmente silicatos, o sílice sin combinar, y además los tamaños de los granos, y relaciones de disposiciones mutuas entre éstos. Por lo general, adquieren un carácter cristalino más o menos avanzado y de esta manera se asemejan más a las rocas ígneas. Las calizas se convierten en mármoles, las arcillas en pizarras, en micacitas o en neis, en grado incrementante de metamorfismo; las areniscas en cuarcitas, etc.

En menor grado cambia su estructura de modo que se suele reconocer todavía en ellas el fajeado correspondiente a su disposición original estratiforme.

Por esta razón se conoce a este conjunto de rocas metamórficas con el nombre de facies estrato-cristalina. «Estrato» por que es posible reconocer en ellas con mayor o menor claridad su estratificación de origen, «cristalina» por que en su quimismo y textura se acercan ahora, en mayor o menor grado, a los de las rocas ígneas o cristalinas.

En casos extremos pueden llegar a alcanzar por completo el quimismo y textura de las rocas ígneas, sobre todo de los granitos (por su mayor analogía química y más fácil asimilación); es el fenómeno de metamorfismo a ultranza o granitización, mediante el cual los sedimentos pueden llegar a transformarse en auténticos granitos, aunque con frecuencia conserven aún trazas de la primitiva estructura estratiforme, o bien enclaves

o relictos, mal digeridos o asimilados, que los denuncian como rocas antes sedimentarias.

Pero también las rocas sedimentarias pueden llegar a ponerse en contacto con los magmas, por descenso de aquéllas hasta éstos. Suele ocurrir ello en los fondos de zonas singulares de la corteza denominadas áreas geosinclinales, de características especiales. Son áreas móviles de la corteza terrestre; por decirlo así, zonas blandas, cuyo fondo puede ceder y descender. Estas zonas son entonces capaces, si coinciden con grandes lagos o mares, o sea con zonas de sedimentación, de recibir grandes espesores de sedimentos, porque como su fondo va descendiendo y cediendo no llegan a colmarse por muy grande que sea el espesor de sedimentos que reciban. Los sedimentos profundos, los del fondo, descienden así miles de metros bajo la corteza y, ahondando en ella, se acercan a la zona de temperaturas elevadas, donde los silicatos de la corteza, apartados lateralmente, tienen carácter de magmas. Entonces experimentan reformación metamórfica, en grado decreciente hacia la superficie; se forman quizás granitos metamórficos en las regiones más profundas, luego una aureola de neís (misma composición de los granitos, pero estructura fajeada): ésta pasa gradualmente a otra de micacitas (dominan en ella las micas), ésta a otra de pizarras cloritosas o sericíticas (silicatos cuya formación es menos exigente por lo que a temperaturas se refiere) y finalmente a pizarras brillantes y satinadas (sílice sin combinar en microscópica difusión).

Los fenómenos de metaformismo constituyen procesos químicos y físicos-químicos muy complejos. Su estudio y comprensión requieren profundos conocimientos de estas ciencias, de las leyes de los equilibrios de fases, y gran soltura en el manejo del microscopio. En-

tra de lleno en el campo de la especialidad de los petrólogos. Los geólogos de campo, cuya tarea es la cartografía, necesitan de estos conocimientos en menor grado, siempre que no traten de profundizar en la materia.

LOS MINERALES METÁLICOS, LIGADOS A LOS MAGMAS Y AUREOLAS MAGMÁTICAS

Hay que hacer notar que la mayor parte de la riqueza en minerales metálicos de la corteza terrestre está ligada a los magmas, a sus aureolas, y a las zonas de metamorfismo. Se forman o concentran a partir de las emanaciones líquidas o gaseosas, desprendidas por los magmas al liberarse la presión, por enfriamiento bien en grietas, bien al perder su energía calórica en contacto con las rocas más frías. Son por consiguiente minerales de génesis por lo general profunda, llevados luego a superficie de la Tierra por los movimientos de la corteza.

MOVIMIENTOS DE LA CORTEZA

Al hablar de movimientos de la corteza hemos mencionado el otro gran agente que modifica la disposición de sus materiales.

Dijimos que una gran parte de los materiales de la corteza se forma por sedimentación en los fondos de los senos acuíferos de la Tierra, bien sean ríos, lagos o mares y océanos, y sobre todo en estos últimos, que ocupan la mayor extensión superficial de la corteza terrestre con mucha diferencia. Esta sedimentación da origen al grupo de rocas, que en la inmensa mayoría de

los casos son estratiformes o estratificadas. Pero si éste es su origen, su disposición original debe ser horizontal o próxima a la horizontal y, sin embargo, vemos en muchas zonas de las actuales tierras firmes, sobre todo en los sistemas montañosos, como estas rocas de origen sedimentario, antaño horizontales, yacen actualmente en posiciones inclinadas, verticales e incluso desplomadas y volcadas, pero además dobladas, plegadas, rotas, montando unos elementos sobre otros en disposiciones a veces increíblemente complejas que denotan que han estado sujetas a la acción de poderosísimas fuerzas. Por la índole de las deformaciones se puede conocer el carácter de las fuerzas y se ve entonces que con gran frecuencia tienen el carácter de presiones laterales, generalmente compresiones. Prescindamos de momento del origen, por lo demás bastante confuso, de estas fuerzas y examinemos antes sus efectos.

Se trata, evidentemente, de fuerzas que tienen su asiento, y que actúan, en el interior de la corteza comprimiendo, como a modo de mandíbulas, paquetes o volúmenes más o menos importantes de rocas. Su acción puede ejercerse tanto sobre las rocas hipogénicas como sobre las sedimentarias, pero debido a la distinta índole y textura de unas y otras, con efectos muy distintos.

ACCIONES DEFORMANTES SOBRE ROCAS HIPOGÉNICAS

Las rocas hipogénicas son, en conjunto, es decir, consideradas en grandes masas, de textura y estructura homogénea, o sea continua, y parecida en todas direcciones. Las fuerzas de compresión, si actúan sobre ellas, ejercerán los siguientes efectos: si no están al estado del magma, es decir, si no ofrecen un cierto gra-

do de plasticidad, se quebrantarán y romperán, en mayor o menor grado según la intensidad de las fuerzas. La acción de éstas originará una serie o series de fracturas paralelas (diaclasas para los geólogos), o fracturas o series de fracturas entrecruzadas, o bien, si los esfuerzos son muy grandes la reducirán a fragmentos (milonita, brecha milonítica). Si la roca hipogénica se halla en estado de magma, es decir, dotada de una mayor o menor pastosidad o fluidez, será expulsada por las presiones, huirá de ellas, generalmente hacia la superficie de la corteza terrestre, que es la zona de menores presiones. Se introducirá por las rocas hipogénicas o sedimentarias que tienen encima y al hacerlo así (intrusión), las metamorfizará por su contenido calórico, las digerirá en mayor o menor grado por la acción química de sus emanaciones y de la mayor actividad debida a la elevada temperatura. Pero adoptará una textura fluidal (al menos en la zona periférica de más rápido enfriamiento, con la consiguiente formación de cristales) resultante de una orientación de estos últimos, según el juego de presiones con su eje mayor en la dirección de las resultantes dominantes.

ACCIONES DEFORMANTES SOBRE LAS ROCAS SEDIMENTARIAS

Muy otro es el efecto de las presiones en las rocas sedimentarias, debido precisamente a su estructura en planos o estratos, o sea, a la existencia de planos paralelos de discontinuidad. Comprimidas lateralmente las rocas sedimentarias, se originarán deslizamientos de unos lechos sobre otros a lo largo y ancho de estas superficies y esta capacidad, de la que carecen por su índole las rocas ígneas, hace posible un tipo de deformación del que son incapaces estas últimas, el plegamiento.

Digámoslo de una manera más gráfica. Una balles-
ta formada por láminas paralelas es flexible por que las
láminas sujetas a presiones adecuadas resbalan las unas
con respecto a las otras. Un bloque que tenga exacta-
mente la misma forma, pero fundido de una pieza, es
inelástico e indeformable cuando queda sujeto a las
mismas presiones, por que se ha eliminado la posibili-
dad de los resbalamientos. Todavía hay otro ejemplo
más aproximado a nuestro caso. Un mazo de hojas de
papel puede ser doblado, plegado, e incluso en plie-
gues múltiples, si se comprime lateralmente. Un mazo
igual pero de hojas encoladas las unas a las otras, un car-
tón, sujeto a las mismas fuerzas se quiebra por que
se ha eliminado la posibilidad de resbalamiento.

De la misma manera, una roca o paquete de rocas es-
tratiformes, sujetas a compresiones laterales, experimen-
ta un tipo de deformación por plegamiento, al que son
ajenas las rocas hipogénicas; estos plegamientos pue-
den ser extremadamente complicados. Como además las
propiedades físicas de los diferentes tipos de materiales
que suelen integrar un gran paquete de rocas sedimenta-
rias (calizas, areniscas, pizarras, margas, arcillas, yesos,
etc.), son muy distintas, originarán muy diferentes tipos
de reacciones mecánicas por su muy diferente grado de
deformabilidad; dentro de un mismo conjunto o paquete
de rocas variadas se producen muy distintos grados y
tipos de plegamientos (las materias más plásticas, más
finamente estratificadas, se deforman con mayor faci-
lidad) mediante despegues con respecto a las otras, y las
disposiciones resultantes pueden tener esta complejidad
acumulada. Así es cómo las rocas sedimentarias, existen-
tes bajo los fondos de los senos acuíferos en que se han
formado, comprimidas lateralmente se deforman, se plie-

gan y acaban por ser elevadas fuera del seno de las aguas,
con desplazamiento lateral de éstas para formar los sis-
temas de cadenas de montañas.

FALLO DEL ACTUALISMO PARA ENJUICIAR LOS FENÓMENOS DE DEFORMACIÓN

Para conocer el mecanismo y circunstancias de los
plegamientos en pura teoría actualista, el geólogo de-
bería estudiar el fenómeno en los tiempos presentes
y aplicar estas observaciones al pasado. Pero el fenó-
meno de plegamiento, si bien dentro de la escala de me-
didas de los tiempos geológicos es más bien rápido, bre-
ve y corto, a la escala de los tiempos humanos es un
fenómeno tan lento que a pesar de ser de orden tan
dinámico lo apreciaríamos como estático. Ni siquiera
las observaciones practicadas a lo largo de toda una vida
de observación de un geólogo serían capaces de apre-
ciar cambio sensible en una zona sujeta a plegamientos
orogénicos. Por una parte el fenómeno se realiza, la
mayor parte de las veces, en el seno de las aguas, y, por
consiguiente, escapa a las posibilidades de observación
directa. Por otra parte, por su lentitud, según nuestro
concepto del tiempo, no pueden ser apreciadas ni siquie-
ra fases parciales del fenómeno, no digamos ya de la
totalidad.

CÓMO SE LLEGA AL CONOCIMIENTO DEL MECANISMO DE LAS DEFORMACIONES. RECONSTRUCCIÓN

Para comprender el fenómeno no nos queda más so-
lución que reconstruirlo a base de sus resultados. Afor-
tunadamente esto no es ni excesivamente complicado ni

inseguro. De la misma manera que un papel arrugado o un manojo de papeles estrujados y rotos pueden ser estirados, alisados y recompuestos, el geólogo, mental y gráficamente, desdobra los estratos, los estira y los recompone a su primitiva disposición sedimentaria, y de esta manera puede interpretar, a la inversa, cual ha sido el proceso de plegamiento.

EXPERIMENTACIÓN. SUS LIMITACIONES

Además tiene otro medio, aunque imperfecto, muy útil, el de la experimentación. Ejerciendo presiones sobre estratos superpuestos de materiales, con los que se trata de imitar la índole y disposición de los sedimentos naturales, se obtienen imágenes y mecanismos de plegamientos del tipo de los que produce la Naturaleza. Claro que la disparidad de escalas y circunstancias entre las condiciones naturales y las de experimentación es inmensa, hasta casi invalidar los resultados, y sin embargo en los últimos tiempos se han hecho, también en este campo, grandes progresos. Se han elegido los materiales cuidadosamente, de tal modo que sus propiedades mecánicas de deformabilidad en relación con el tiempo de aplicación de esfuerzos guarde cierta proporción con el caso de factores naturales. En realidad los conceptos de rigidez, plasticidad y deformabilidad son muy relativos, función del tiempo, y también de la masa. Determinados materiales que nos parecen absolutamente rígidos en experimentos de duración normal, deformarían sometidos a su propio peso, si la masa es grande y si se sostiene su actuación durante períodos largos.

EL FACTOR TIEMPO EN GEOLOGÍA

Pero los tiempos geológicos son inmensamente largos. Es un concepto, una escala del tiempo, profundamente distinto de la humana. La medida humana del tiempo no cuenta en geología. Sólo fenómenos efímeros y poco trascendentes, como son una erupción volcánica, los efectos de un terremoto, el desprendimiento de rocas, el hundimiento de una cornisa costera, etc., son observables en su totalidad, desde su génesis hasta su conclusión final. De otros fenómenos no vemos más que episodios más o menos efímeros, pero que nos bastan para comprender la totalidad. La sedimentación, por ejemplo, es un fenómeno lentísimo, hacen falta muchos miles de años para conseguir que se forme un débil espesor de sedimentos y muchísimos más para que se consolide como una roca firme. Pero hasta la observación que puede practicar un observador, y muchísimo más las observaciones acumuladas por generaciones de geólogos para comprender el fenómeno.

TIEMPO Y DEFORMACIÓN

La experimentación moderna aplica criterios matemáticos (concepto de la deformación en relación con el tiempo, rigidez relativa, deformación reológica) para elegir los materiales y los tiempos de aplicación adecuados para que pueda establecerse, al menos, una cierta aproximación a las condiciones naturales que haga válida, o al menos no demasiado desproporcionada, la comparación.

Con métodos experimentales se obtienen y reproducen los fenómenos de deformaciones naturales con sorprendente analogía. Analogía quizá más aparente que real, más de forma que de fondo, porque omite muchas circunstancias de los fenómenos naturales, pero que ayuda a la comprensión de los mismos.

EL ACTUALISMO, Y LOS TIEMPOS A ESCALA GEOLÓGICA

Hemos tocado aquí, sin buscarlo, una cuestión fundamental en geología. La limitación de la ley actualista por la introducción del factor tiempo a la escala geológica. Porque tenemos que juzgar acerca de un pasado de, por lo menos, dos mil millones de años y ¿con qué contamos para ello? Las primeras observaciones de tipo geológico hechas por griegos y romanos, datan lo más de quinientos años antes de Jesucristo y son vaguísimas. Un ejemplo de observación es el de la erupción catastrófica del Vesubio que destruyó Pompeya, Herculano y otras villas el año 79 después de J. C., pero es un caso aislado y se refiere a un fenómeno geológico accesorio. Luego saltamos ya al Renacimiento, con los primeros balbuceos de observación geológica, pero ésta sólo se comienza a formalizar a fines del siglo XVIII, y se consolida con rapidez y seguridad en la primera mitad del XIX. Pero una parte tan importante de la geología, como es la tectónica, o estudio de los efectos y causas de los agentes internos de deformación sólo adquiere verdadero desarrollo y toma vuelos en el cuarto final del XIX. Muchas ramas de la geología moderna muy importantes, la geofísica entre ellas, nacen ya entrado el siglo XX. De modo que la observación geológica sería sólo tiene ciento cincuenta años, y el progreso rápido y profundo se acumula sobre todo en los

últimos setenta y cinco años. Y por la observación de estos ciento cincuenta años hemos de juzgar los acontecimientos que han tenido lugar en dos mil millones de años. Por consiguiente, al actualismo geológico es mucho más arriesgado e imperfecto que el histórico. No sólo se aplica a un periodo de tiempo inmensamente mayor, sino, sobre todo, a fenómenos enormemente lentos. La duración de la vida humana y de los ciclos históricos no debió ser muy distinta en los tiempos pasado y en los presentes. Juzgamos con el hombre al hombre, y son medidas homogéneas. Pero en geología juzgamos la naturaleza por el hombre y son cantidades y calidades totalmente heterogéneas. De modo que no ha de sorprendernos que haya situaciones geológicas que nos son desconocidas, porque no han ocurrido nunca durante el periodo de observación sistemática, y desde luego es evidente que las combinaciones entre ellas, y sus ritmos, han tenido que variar a lo largo de los tiempos geológicos. De ahí la variedad de situaciones y el sello tan marcado que caracteriza unas épocas geológicas y las distingue de las otras.

Lo sorprendente es que sea, a pesar de todo, dadas todas estas circunstancias, tan útil y tan aplicable la ley del actualismo geológico, y no hay lugar a ninguna duda de que lo es. De otro modo no habría ciencia geológica.

DEFORMACIONES SIN COMPRESIÓN. DEFORMACIONES GRAVITATIVAS

Volviendo al asunto de las deformaciones y sus causas hemos visto que muchas de ellas se explican por compresiones laterales. Pero las rocas son materiales físicos y están sujetos a sus leyes, entre ellas las de la mecánica

y de la resistencia de los materiales, pero a otras escalas que las que manejamos habitualmente en la técnica y que son fruto de la experimentación (en las fórmulas de resistencia de materiales entran coeficientes que son fruto de la experimentación y son sólo válidos entre ciertos límites, función de la magnitud de las fuerzas y tiempos de aplicación de las mismas). Si las rocas rebasan sus límites de elasticidad rompen y son incapaces de transmitir más esfuerzos lateralmente. La energía de compresión se transforma, en gran parte, en movimientos de desplazamientos entre los fragmentos. En la Naturaleza se observan muchos casos de deformaciones extremas que rebasan todos los límites de capacidad de transmisión lateral de esfuerzos. Entonces hay que pensar en fuerzas que radiquen en cada punto mismo de la masa y que siguen actuando, por esta razón, cualquiera que sea el grado de deformación y ruptura alcanzado. Sólo hay una fuerza de este tipo y es la gravedad. La masa misma de las rocas, sometida a la acción de la gravedad, actúa en cada punto de la masa y si es suficiente y continuada, puede lograr la deformación sin límites, con independencia de sus condiciones elásticas y mecánicas. Así es como nació la tectónica gravitativa, única capaz de explicar muchos tipos de deformaciones, entre ellos los más complejos, por ejemplo, los mantos de arrastre, o alóctonos, paquetes o series completas de materiales estratiformes que resbalaban, arrancados de su raíz, y son por consiguiente incapaces de transmitir esfuerzos laterales, puesto que han perdido su ligazón con la masa de procedencia. Entonces son arrastrados por su propio peso, y se ponen en movimiento (generalmente a favor de deslizamientos sobre paquetes de estratos de materiales de índole plástica, que actúan a modo de lubricantes, bien sean pizarras lustrosas o

margas arcillosas o arcillas, o yesos y margas salíferas), llegando a situarse a muchos kilómetros de las áreas de procedencia, con la que rompen toda conexión y dan origen a disposiciones complejas, de modo que paquetes de estratos más antiguos reposan sobre otros más modernos, bien en disposiciones inversas o normales, y en una o varias superposiciones.

ORIGEN Y ASIENTO DE LAS FUERZAS DEFORMANTES

En realidad los geólogos, sobre todo los que se dedican a labores de campo y mapa, están mucho más interesados en la comprensión y representación gráfica, incluidas la dirección y situación de los juegos de fuerzas, que en el origen de las mismas. Es decir, ponen más énfasis en los efectos que en las causas. Pero los geólogos teóricos se han de ocupar también de cuales sean las causas que originan estas fuerzas y lo mismo haremos aquí aunque sea muy brevemente.

Ya hemos dicho que las rocas hipogénicas de la corteza terrestre, en estado de magma, están sujetas a la acción de las mareas por atracciones de otros astros. Y astrónomos y geólogos están conformes en que determinadas coyunturas en las posiciones de los astros, y en sus conjunciones, pueden dar lugar a mareas de escala excepcional, fuera de las corrientes y mensurables. Estas atracciones de masas terráqueas, originadas por las proximidades de otros astros, dan origen a acumulaciones locales del magma, a deformaciones del mismo, que se acusan como abultamientos de la corteza denominados geotumores. Estos geotumores presentan flancos con pendientes, es decir, crean un gradiente gravitatorio y se estima que a su favor, paquetes de rocas

pueden entrar en movimiento de deslizamiento. Ciertamente que los gradientes son relativamente pequeños, pero las masas son muy grandes y si además, como dijimos antes, existen factores favorables, tales como la existencia de paquetes de estratos plásticos, las componentes a favor del movimiento pueden exceder las resistencias de cohesiones y adherencias, y las rocas entran en movimiento. La inercia es grande porque la masa es grande. El movimiento se mantiene mientras no se agote por frotamiento la energía, tanto debida al gradiente como a la inercia, o por chocar contra un obstáculo poderoso.

Un manto de esta clase tritura las rocas sobre las que se desliza, su base también se tritura y los materiales de manto y base quedan maltratados y mezclados, aparte de que va dejando restos a su paso. De modo que su pista es, a veces, relativamente fácil de seguir. Además, una vez llegado a su emplazamiento final puede reposar en una serie de rocas con las que no tiene nada que ver y, en cambio, es posible identificar las características de sus rocas, con las de las raíces de donde procede.

Cualquier desplazamiento de los magmas, y cualquiera que sea su motivo, origina presiones, laterales y verticales si es ascendente o descendente, o de compresión si se estrecha el espacio comprendido entre dos masas de magma que se desplazan.

Los desplazamientos pueden tener lugar por movilizaciones debidas a cambios en los juegos de presiones corticales, por corrientes de convección debidas a las diferencias de temperatura existentes entre las zonas de magmas situadas a diferentes profundidades y quizá también a desprendimientos de calor debidos a los procesos de descomposición radiactiva.

Este es en esquema el manantial energético que resulta de los magmas mismos, o sea, que emana de las zonas

profundas de la corteza. Pero hay otro manantial energético que resulta de las acciones mutuas entre los acontecimientos que tienen lugar en las masas pétreas de la corteza superficial y los magmas de la zona profunda.

TEORÍA DEL GEOSINCLINAL. PRINCIPIOS NECESARIOS PARA SU COMPRENSIÓN

El mejor exponente de estas acciones, y el más importante, constituye una doctrina base de la ciencia geológica y es la que se denomina del geosinclinal.

ESTRUCTURA DE LA CORTEZA TERRESTRE. SIMA Y SIAL

Su desarrollo, aunque sea en líneas elementales nos va a llevar a materias bastante alejadas de la teoría misma. Porque ésta va ligada a todas las que son fundamentales en geología.

Si la Tierra resulta del enfriamiento de una masa ígnea en que dominan el hierro y el níquel junto con una serie de elementos que se pueden considerar como impurezas, nos recuerda, en el proceso del enfriamiento, lo que ocurre en el cubilete del horno alto, donde en el fondo se deposita el hierro fundido y más pesado, sobre el que flotan las impurezas, o escorias, de composición análoga a los silicatos. Ambas partes se separan por sangrías, la del hierro, por el fondo, en una colada de fundición; la de las escorias, en un nivel más alto a la altura de su base.

Al enfriarse la Tierra, debió producirse un proceso parecido. El hierro y el níquel se concentrarían en el interior, y hay una serie, no sólo de razones, sino de

experiencias y cálculos aportados por astrónomos, geólogos y geofísicos que nos dicen que el interior de la Tierra está constituido por una masa de hierro-níquel, el NiFe de los geólogos.

Luego hay una capa más ligera de oxisulfuros metálicos más ligeros que el núcleo; luego, igualmente por densidades, se separan las capas más externas y más ligeras que constituyen realmente el campo o esfera de los fenómenos que interesan al geólogo. Estas capas están constituidas por silicatos, de composición química parecida a la de las escorias, pero de estructuras y texturas en general diferentes, aunque hay algunos tipos idénticos en todo a las escorias artificiales.

A mayor profundidad se depositan los más pesados y de composición más básica, los silicatos magnesiano-ferrosos (prototipo la peridotita, su mineral fundamental el olivino), en general de tonalidades oscuras. Todos los silicatos de este grupo los designan los geólogos, en conjunto, como Sima. Sobre ellos flotan los más ligeros y de composición más ácida, los silicatos de bases alcalino-térreas y alcalinas (prototipo los granitos, minerales fundamentales el cuarzo sobre todo, y los feldspatos y mica). Es el grupo que los geólogos denominan en conjunto Sial.

Al enfriarse la Tierra paulatinamente, los silicatos de ambos grupos se separaron por densidades. Puede pensarse, a juzgar por todo orden de circunstancias, que desde el primer momento rodeó al núcleo incandescente de la Tierra una capa continua y relativamente espesa de Sima, recubriéndola en su totalidad, y constituyendo un material de escasa conductibilidad calórica que retardó y reguló considerablemente el enfriamiento del globo terráqueo. Por lo que se refiere al Sial, puede pensarse que no hubo bastante material de tal composición,

ni mucho menos, para recubrir a todo el Sima. Se considera, por ejemplo, que el Sima de la segunda y más profunda costra terráquea aflora en casi todo el fondo del área ocupada por el Océano Pacífico y que ha aflorado siempre a lo largo de toda la historia geológica de la Tierra. El Océano Pacífico es uno de los elementos geológicos de la corteza terrestre considerado como permanente. Incluso puede pensarse que toda la primitiva corteza estuviera constituida por el Sima y que el Sial haya nacido mucho más tarde, con la historia geológica de la Tierra, y no con la historia de la Tierra como astro. Porque hay motivos para pensar que sólo las primeras lluvias, al originar los primeros materiales sedimentarios, hayan iniciado un proceso de enriquecimiento o separación parcial, una auténtica preparación mecánica de minerales, de los que resultan rocas sedimentarias de composición más ácida, enriquecidas en materiales alcalinos y alcalino-térreos. Estos materiales sedimentarios, absorbidos luego por la costra simaica en movimientos de convección de los magmas y a lo largo de los procesos de plegamiento, tanto en su preparación geosinclinal como en su fase orogénica, podrían formar magmas más ácidos y ligeros, que sobrenadarían el Sima. En una palabra, el Sima constituye la parte principal absolutamente continua, de la corteza terrestre y aflora en extensas áreas, sobre todo en el fondo del Océano Pacífico. Los continentes están constituidos en forma dominante por masas de rocas, tanto sedimentarias como hipogénicas, de composición siálica, y constituyen una cobertura de Sial con varias discontinuidades, y al menos una que es muy extensa y permanente, el Pacífico. La conformación y disposición relativa de las masas del Sial ha variado constante y considerablemente a lo largo de la historia de la Tierra.

TEORÍA DE LA ISOSTASIA

Los geólogos han llegado a la conclusión de que la corteza está constituida, o al menos funciona como si estuviera constituida por una serie de bloques de Sial adosados los unos a los otros, de modo que pueden tener desplazamientos mutuos relativos de ascenso y descenso. Estos bloques son de dimensiones desiguales, unos más altos, otros más bajos, y flotan sobre el Sima un poco a la manera de los «ice-berg», de modo que los más altos (coincidentes con las cadenas de montañas) se sumergen más profundamente en el Sima, los más bajos (las costas y fondos de los mares) más someramente. Claro que la comparación con el ice-berg es de alcance muy limitado, ya que dada la extraordinaria fluidez y movilidad del agua, los movimientos de ajuste de equilibrios son instantáneos, mientras que los magmas simaicos son muy pastosos, y el reajuste de equilibrios es lentísimo incluso para la escala geológica de tiempos.

Los continentes y los fondos de los mares, donde no aflora el Sima, están constituidos por una serie de bloques de Sial, desiguales, adosados unos a otros. En estos bloques se incluye también, como el Sial, a la cobertura de rocas sedimentarias, donde exista, junto a la de rocas hipogénicas, predominantemente ácidas, que constituyen su masa principal. Aunque en detalle, la composición, y por consiguiente, la densidad difiere de unos a otros, los límites de variación son estrechos y la densidad media conjunta es la del Sial.

Hemos descrito, en breves palabras, la teoría de la isostasia o de los equilibrios, que va íntimamente relacionada con la del geosinclinal.

LA MOVILIDAD DE ALGUNAS ZONAS DE LA CORTEZA SE DESPRENDE DE LA TEORÍA MISMA DE LA ISOSTASIA

De la teoría misma de la isostasia se desprende en forma inmediata la movilidad y deformabilidad de la corteza, debida por un lado a la plasticidad del Sima, por otro lado a la discontinuidad (en dovelas) del Sial, que es rígido en sí, pero que por su fragmentación puede seguir los movimientos del Sima y tener además movimientos propios.

AREAS GEOSINCLINALES. DEFINICIÓN

Dentro de la superficie de la costra siálica hay regiones especiales donde es mayor la movilidad de la corteza. Ello puede atribuirse por un lado a una mayor plasticidad del Sima, en general no permanente, sino temporal, pero que se extiende a períodos muy largos, las épocas geosinclinales; por otro lado a la mayor delgadez del Sial, de modo que coinciden siempre los geosinclinales con zonas deprimidas de la corteza. Pero en estas zonas deprimidas es donde se acumulan las aguas, océanos, mares y lagos, que son al mismo tiempo las que reciben sedimentos.

De modo que se va perfilando la definición de geosinclinal. Son aquellos senos de la corteza terrestre capaces de recibir sedimentos, y cuyos fondos están dotados de una movilidad superior a la normal. Han de reunirse las tres condiciones. Las dos primeras se dan en todos los senos acuíferos, pero la tercera es más rara y es la decisiva.

Afinando más la idea del geosinclinal, diremos que son aquellos senos acuíferos (marinos o continentales,

pero sobre todo los marinos) que, debido a la capacidad de descenso de su fondo, son susceptibles de recibir espesores muy considerables de sedimentos, digamos espesores superiores a los diez mil metros. Dentro de los geosinclinales hay diferentes categorías; los de categoría superior son los que reciben mayores espesores sedimentarios, y son auténticos geosinclinales los que rebasan aquella cifra.

GEOSINCLINALES. MECANISMO

El mecanismo del relleno geosinclinal, es el siguiente: si tenemos una de estas áreas móviles de la corteza comprendidas entre costas más o menos remotas, las zonas marginales o costeras son las que reciben mayor cantidad de sedimentos, desde los finos hasta los más gruesos, sedimentos aportados por la destrucción de las costas, y, sobre todo, por los cursos fluviales y escorrentías de todos órdenes y categorías. A la zona central sólo llegan, lentísimamente, los sedimentos más finos, que son los que se mantienen en suspensión a lo largo de períodos larguísimos; son los sedimentos que pueden ir muy lejos de las costas arrastrados por las corrientes y cuya sedimentación es increíblemente lenta. De modo que en un geosinclinal, si es ancho, se dibujan en seguida las depresiones costeras o marginales, que son las que reciben el grueso de los sedimentos, y una zona central donde apenas se depositan espesores mínimos de sedimentos muy finos. Cuanto más estrecho es el geosinclinal (en general tienen forma alargada), más reducida es la zona intermedia y ambas zonas marginales pueden llegar a juntarse.

Las causas del descenso del fondo no están muy cla-

ras y son discutidas; o mejor dicho, se discute cuál de dos posibilidades sea más verosímil. Por un lado se piensa que el peso mismo de los sedimentos, al incrementar continuamente el espesor de estos, fuerza a hundirse el bloque de Sial sobre el que descansa, y éste rechaza el Sima plástico por debajo, empujándolo hacia los lados. De modo que el Sima huye de debajo del geosinclinal y se acumula bajo los bloques de Sial marginales, levantándolos. Los materiales que alimentan la sedimentación del geosinclinal proceden en gran parte de estos bloques, que al perder una parte de la masa de su materia quedan aligerados, así que de todos modos ascenderían por impulso propio. Pero al ascender aumenta su altura y su relieve, y entonces aumenta proporcionalmente la fuerza erosiva de sus escorrentías y cauces de agua. Las pendientes son mayores, aumenta la fuerza destructiva de las aguas y su poder de arrastre, y es mayor el aporte de sedimentos al geosinclinal. Es por consiguiente, un proceso de auto-alimentación: mayor acumulación de sedimentos en la cuenca, mayor alzamiento de los bloques marginales, renovación de su energía erosiva e incremento del aporte sedimentario.

Si no hubiera esta renovación del relieve, la energía erosiva se iría amortiguando, la destrucción de las montañas tendría como consecuencia su conversión cada vez más acusada en llanuras, cuya fuerza erosiva de arrastre es muy escasa y de muy reducido aporte sedimentario. Apenas llegarían materiales al geosinclinal.

Pero hay dificultades mecánicas para explicar este funcionamiento. Se piensa también que el motor del mecanismo geosinclinal resida sobre todo en los magmas. Las corrientes de convección espiral-circulares, girando en sentidos contrarios, absorben y deprimen los fondos de

las zonas geosinclinales, y de esta manera las capacitan para recibir grandes espesores de sedimentos.

Sea como sea, las zonas geosinclinales se caracterizan por un aporte extraordinario de material sedimentario procedente de la erosión y destrucción de los sistemas montañosos en el interior de las tierras firmes marginales. Puede ocurrir que el aporte sedimentario sea de menor cuantía que el hundimiento del fondo, y entonces los mares irán ganando en profundidad. O que el aporte sedimentario sea más rápido y el seno llegará a colmarse. En general, y es un hecho de observación, guardan un ritmo bastante acorde el aporte sedimentario, por un lado, y el hundimiento de los fondos por otro, de modo que en general la sedimentación geosinclinal se completa predominantemente en facies someras, es decir en mares poco profundos. Pero en detalle, todo esto es extraordinariamente variable, y cada variación en estos ritmos, por mínima que sea, queda registrada, tanto en el carácter de la sedimentación, como en las facies de las rocas, que a su vez son un reflejo de las circunstancias geológicas de las tierras firmes en el interior. Claro que no es tan fácil leerlas; precisa muchos conocimientos, técnicas muy complicadas y gran dosis de perspicacia e iniciativa. De modo que de la lectura inteligente de los sedimentos de una geosinclinal puede deducirse la historia del mismo y las circunstancias de su creación y desarrollo.

DE LOS SINCLINALES NACEN LOS SISTEMAS DE PLEGAMIENTO, LAS FUTURAS CORDILLERAS

La importancia de la teoría de los geosinclinales dentro de la doctrina geológica es muy grande, no sólo por que los geosinclinales son áreas singulares de la corteza

y ocupan extensiones grandes en ella y también por que se reúnen en ellos considerables espesores de rocas sedimentarias, sino porque además tienen estrecha relación con la génesis del petróleo. Pero sobre todo, por que son los embriones de las cadenas de montañas, o sistemas de plegamiento. Son los potentes sedimentos de los geosinclinales, sobre todo, los que plegados luego y elevados posteriormente por alzamiento se yerguen después como cadenas de montañas para ser presa inmediata de la erosión y de la acción destructiva de los agentes meteóricos.

LA ETAPA GEOSINCLINAL FORMA PARTE DEL PROCESO OROGÉNICO COMPLETO, COMO FASE DE PREPARACIÓN

En realidad, un proceso orogénico completo, en su sentido más amplio, incluye también la formación del geosinclinal. La etapa geosinclinal no es sino el período larguísimo de acumulación y preparación de los materiales que luego, y en período mucho más breve, serán presa de los fenómenos orogénicos que convierten aquellas acumulaciones de estratos tendidos en los más complicados sistemas de plegamiento.

La historia de la Tierra, en realidad, o al menos la historia geológica de la Tierra, es la historia de sus geosinclinales, el estudio y descripción de la sucesión de los largos, los larguísimos períodos anorogénicos o de escasa intensidad orogénica. Son estos períodos las prolongadas etapas de preparación de los geosinclinales, separadas las unas de las otras por los períodos orogénicos, mucho más breves. Los períodos orogénicos son las etapas espasmódicas, en las que los grosísimos espesores sedimentarios acumulados se pliegan y alzan como cade-

nas de montañas, que constituyen las reservas de energía erosiva de material pétreo para el relleno de los futuros geosinclinales.

VARIEDAD EN LOS TIPOS DE GEOSINCLINALES Y EN LOS DE SU DESARROLLO OROGÉNICO

Expuesto en esquema, en la forma que lo hemos hecho, el concepto geosinclinal resulta un poco simplista, porque dentro de su desarrollo hay posibilidad de grandes variaciones de tipos y procesos y además va ligado a otros conceptos geológicos, que a su vez admiten tipos distintos de desarrollo.

Puede ocurrir que una zona móvil de la corteza, un área geosinclinal, funcione como tal durante el largo período de preparación de la orogénesis, en la acumulación de grandes espesores sedimentarios, pero llegada la época orogénica, puede ésta malograrse y no llegar a desarrollar el intenso y completo plegamiento que correspondería al desarrollo completo de su preparación geosinclinal. Entonces, el potentísimo paquete sedimentario experimenta plegamientos débiles y no llega a formar el gran sistema montañoso que de él se hacía esperar. O bien la acumulación de espesores puede ser débil, por funcionamiento incompleto de la etapa geosinclinal, de modo que aún con un desarrollo completo de su energía tectónica no llegue a formarse un sistema complejo de plegamiento, sino una cadena de orden menor. Y no son éstas tampoco todas las posibilidades de fallo en el desarrollo completo y total.

MOVIMIENTOS OROGÉNICOS MENORES ENTRECORTAN LA PREPARACIÓN GEOSINCLINAL. COMPARTIMENTACIÓN DE LOS SENOS SEDIMENTARIOS

Además es raro que una preparación geosinclinal completa sea absolutamente anorogénica. Más corriente es que este larguísimo período de calma orogénica se presente entrecortado por espasmos orogénicos menores, por fases de movimiento e incluso de plegamientos débiles, cuya trascendencia es grande, sin embargo, por las variaciones que introducen en la sedimentación. Estas fases menores intermedias dan origen, dentro del seno sedimentario, a alzamientos locales de los fondos, incluso a emersiones, y crean «umbrales» que compartimentan el seno principal en diversos senos separados por aquéllos. Entonces hay una diferenciación mayor o menor entre la sedimentación futura dentro de los senos y sobre los umbrales, en los que se deposita un espesor menor, incluso no se deposita sedimento alguno si es que se llega a la emersión. Además, es frecuente que después de ocurrida la compartimentación, los diferentes senos accesorios tengan una historia sedimentaria distinta. Todo ello queda minuciosamente registrado en la índole, espesores y disposición, de los sedimentos.

Estos factores de variación, son causa de inhomogeneidad en el conjunto sedimentario completo del geosinclinal total, y cuando llegue la época de la gran orogénesis final, tendrán distintas reacciones mecánicas, de modo que la inhomogeneidad y variedad de los tipos, espesores y disposiciones de los sedimentos tendrá su reflejo y consecuencia en la variedad y diversidad de los tipos de plegamiento creados.

EL PROCESO GEOSINCLINAL EN SU RELACIÓN CON LOS MAGMAS.
METAMORFISMO DÉBIL

Además, el fenómeno geosinclinal está ligado, de muy diversas maneras, a la esfera de acción de los magmas. Por un lado, la acumulación de grandes espesores de sedimentos se completa casi en su totalidad, por debajo del nivel del mar, es decir, en profundidad. Dados los espesores sedimentarios de un geosinclinal normal y el valor del grado geotérmico (aumento de 1° C. en cada 33 m. de avance en profundidad), se alcanzan temperaturas elevadas e incluso, según las zonas, el ámbito de los magmas. De aquí la posibilidad de metamorfismo. Pero además, es un hecho de observación que, en general, las preparaciones geosinclinales suelen ir acompañadas de efusiones de magmas de tipos básicos (tipo Sima), que tienen lugar como erupciones subacuáticas y, más generalmente, submarinas. Los magmas básicos se extienden como mantos de lava, a veces en extensiones enormes, sobre los sedimentos últimos depositados, y son recubiertos después por las nuevas aportaciones sedimentarias, de modo que quedan preservados como capas o lentejones de roca ígnea incluidas entre la serie sedimentaria.

La acción metamórfica correspondiente a la etapa geosinclinal suele ser, sin embargo, de reducido alcance. En el caso de la profundización, por que es un fenómeno pasivo y falta la acción dinámica que, al movilizar las partículas, favorece extraordinariamente la acción metamórfica. En el caso de las erupciones lávicas, porque el contenido calórico conjunto es reducido y su enfriamiento rápido.

EL PROCESO OROGÉNICO EN SU RELACION CON LOS MAGMAS.
METAMORFISMO INTENSO

Las acciones mutuas entre sedimentos y magmas, y el metamorfismo consiguiente, alcanzan su intensidad máxima en los períodos orogénicos. Sujetos los sedimentos por las presiones laterales de compresión dejan de gravitar sobre el fondo con la misma intensidad. Los magmas entonces, liberados de esta presión y sometidos como están a elevadas temperaturas tienden a la fusión; cuando las presiones pliegan los sedimentos, acuden los magmas a las bóvedas y ocasionan un metamorfismo avanzado debido al enorme contenido calórico de su masa y a la lentitud en los intercambios calóricos que resultan de un enfriamiento muy pausado.

Entonces se llega a las intrusiones graníticas que a veces son enormemente extensas e intensas. Así se estima que debe ocurrir en los casos en que las presiones actúan en forma tal (como consecuencia de sus orientaciones y zonas de acción) que den origen a deformaciones en que predominan los abovedamientos externos, es decir, dirigidos hacia la superficie. Pero el estudio de los sistemas de plegamiento y de sus génesis nos muestran que muchas veces los plegamientos se verifican hacia el interior de modo que dominen las formas convexas hacia el interior de la Tierra. Entonces, los paquetes de estratos son obligados en su plegamiento, por la acción de las fuerzas, a penetrar en los magmas. O bien son absorbidos por los magmas hacia su interior por corrientes de convección de sentidos contrarios de giro, y arrastrados entre ellos como entre los gigantescos cilindros de un molino de rodillos.

En realidad, estos procesos están todavía mal conocidos. Está en tela de juicio todo lo que se refiere al origen de las fuerzas y su distribución en la corteza, pero son conocidas por sus efectos. Las ideas que acabamos de enunciar no son más que imágenes, quizás muy poco afinadas, de procesos muy mal conocidos. Pero así han avanzado todas las ciencias físicas y físico naturales, por aproximaciones sucesivas. Recordemos cuánto difieren las primitivas ideas de la constitución del átomo de los conocimientos actuales, aunque el germen de éstos exista ya en aquéllas.

Pero cualesquiera que sean las causas, más o menos desconocidas, los efectos son conocidos y palpables. Los sedimentos son llevados al contacto con los magmas y la consecuencia es un metamorfismo extenso e intenso, que puede llegar a la digestión total de parte de los sedimentos y su granitización.

Cuando el sistema de plegamiento así creado se alza hasta alcanzar su posición y forma definitiva como una cadena de montañas, se produce una nueva fase magmática mucho menos importante, pero que, en contraposición a la anterior, suele tener carácter básico. Es un hecho de observación, sin que se comprenda bien todavía ni el mecanismo que lo origina, ni la razón de esta variación en el carácter de los fenómenos magmáticos. Pudiera tratarse de una diferenciación del magma mismo, pero en ese caso habría una inversión del orden normal y natural, ya que los magmas básicos son de separación anterior a los ácidos. O bien, de un resultado de la digestión de los aportes sedimentarios, si bien tampoco parece justificado dada la composición química de los materiales en juego.

Finalmente, cuando el sistema de plegamiento está creado por completo, y puesto que es fruto de esfuerzos

que de una manera o de otra se traducen en efectos de compresión, al cesar aquéllos, todo ha de experimentar una distensión, un aflojamiento. Entonces, la fuerza de la gravedad vuelve a ser la dominante. Se producen hundimientos a lo largo de fallas, y a lo largo de estas fallas, y liberados otras vez los magmas de las presiones, vierten al exterior. Magmatismo que, de nuevo es de índole básica, y de carácter efusivo y volcánico, es decir, los magmas vierten al exterior, bien en forma de coladas, que se extienden como manto o capas de lava, bien en forma proyectiva, como cenizas, bombas y fragmentos, e incluso explosiva. Esta fase, en general, se desarrolla en las cadenas de montañas ya creadas, subaéreamente.

Con este fenómeno puede decirse que hemos terminado la exposición de los principios de la teoría del geosinclinal, de tanto alcance y trascendencia en geología.

RETORNO DE LOS PRINCIPIOS A LOS CRITERIOS. LA CUESTIÓN DE LA PROPORCIONALIDAD DE ESCALAS

Y volvamos de nuevo, de la cuestión de los principios, a la de los criterios.

La mayor parte de los principios que se acaban de exponer son consecuencia del estudio de hechos de observación y estos hechos de observación se reúnen, se sintetizan y se exponen en mapas y cortes geológicos.

Así es que los mapas, y los cortes geológicos que se obtienen de ellos, son por decirlo así, los telescopios en que el geólogo recoge las imágenes gigantes de la escala natural y las fija para su examen conjunto en dimensiones manejables.

El mapa geológico es el modo de expresión funda-

mental del geólogo y es preciso que se analicen algunas de las cuestiones con él relacionadas.

Ante todo tenemos la cuestión de las escalas, que se puede hacer extensiva a toda índole de problemas geológicos.

Es ley, tanto de la ciencia de observación como de la ciencia experimental, que debe haber una adecuación de escalas, una proporcionalidad razonable entre lo que se desea averiguar y lo que se observa o experimenta.

Precisamente en ello radica una de las debilidades inherentes a la ciencia geología: las categorías o dominios en las variables que nos afectan, presiones, temperaturas y tiempos, son tan desmesuradas, tan fuera de proporción con las que conocemos y manejamos, que falta la adecuación de proporcionalidad en gran parte de los fenómenos fundamentales de las ciencias geológicas.

ESCALAS DE TIEMPO

Hablemos del tiempo en geología. Nos dice la física moderna, que el concepto de rigidez es una función del tiempo. No hay material absolutamente rígido, si se le da el tiempo necesario para lograr su deformación, incluso sometido a fuerzas proporcionalmente pequeñas, por ejemplo, su propio peso. La deformabilidad es, por consiguiente, función de la duración del esfuerzo. Pero como en geología los períodos al tiempo son inmensos si se los compara con el concepto humano del tiempo, el concepto de rigidez es absolutamente distinto que el que se aplica en las técnicas corrientes. Sin embargo, aún dentro del concepto geológico, se sigue conservando la escala de categorías, así es que, en geología, como en la técnica, cabe hablar de materiales rígidos,

menos rígidos, plásticos y fluidos. Pero cuando llegue el momento de la experimentación habrá que elegir los materiales y los módulos y características del experimento en forma tal que se guarde, o se procure acercar al menos, a la proporcionalidad entre los factores en juego: características del material, velocidad de aplicación de los esfuerzos, velocidad de deformación.

ESCALAS DE ESPACIOS

Hablemos del espacio. Es sabido que la técnica petrográfica se basa, sobre todo, en el estudio de preparaciones microscópicas. La petrografía y sus ciencias afines, petroquímica y petrogénesis, no han avanzado todo lo que haría falta, de modo que siguen oscuras muchas de las materias relacionadas con la génesis de los magmas, sobre todo la de sus diferentes tipos, como oscuras son aún las relaciones mutuas entre ellos, y la materia tan afín y tan importante de la génesis de los minerales. Es atribuible, en gran medida, a que hay falta total de adecuación de medios a fines, falta absoluta de proporcionalidad de escalas entre la del dominio que se experimenta y el que se quiere analizar. El petrólogo deduce sus conclusiones de la observación y análisis, al microscopio, de superficies de $2,5 \times 2,5$ cm. escasos, y de ello ha de obtener conclusiones referentes a muchos kilómetros cuadrados de superficie y muchos kilómetros cúbicos de volumen de rocas en la Naturaleza. Por mucho que multiplique la extracción de muestras, ¿no habrá siempre una inadecuación básica de escalas, una falta de proporcionalidad fundamental? Ciertamente que, de entre las observaciones, algunas serán extrapolables, por ejemplo las referentes a composición mineralógica, tex-

tura, etc., pero otras, importantísimas, como la estructura general de un pluton, son francamente inalcanzables. Es una limitación natural de las ciencias petrológicas. Por eso los petrólogos, en los últimos años, buscan con tanto afán aquellas grandes superficies de rocas donde el pulimento natural que suministran algunos fenómenos geológicos, los de tipo glaciario sobre todo, permite observar en gran conjunto, en una escala más proporcionada a la de los fenómenos naturales, las variaciones generales de composición, textura, estructura que no se pueden percibir en la roca meteorizada, pero que son perfectamente visibles en la roca pulimentada. No se puede pulimentar una montaña para que destaque la estructura de sus rocas, pero la Naturaleza si que las pulimenta, en ocasiones, mediante los fenómenos glaciares o la peculiar erosión eólica.

ADECUACIÓN DE LAS ESCALAS

De la falta de proporcionalidad entre las temperaturas y presiones de nuestras leyes físicas y los parámetros y coeficientes experimentales y los naturales, en muchos casos, hemos hablado ya, y resulta además tan patente que no es necesario insistir en ello.

Como consecuencia de todas estas observaciones destacamos, por un lado, que esta falta de proporcionalidad de escalas constituye una limitación natural de las ciencias geológicas, tanto en su formulación matemática como experimental.

Pero nos interesa más, por otro lado y de momento, expresar que en toda cuestión geológica, de cualquier índole que sea, es fundamental el principio de la adecuación de la escala.

Los fenómenos geológicos, los espacios y los ambientes en geología, se dividen en categorías, en dominios; el dominio de lo diminuto, de lo que se examina con el microscopio, la lupa, el ojo desnudo como máximo, en muestras manuales; el dominio de lo chico, lo que tiene desde unos metros hasta unos cientos de metros; el dominio de lo grande, de lo que mide kilómetros, y el dominio de lo muy grande, de lo que mide cientos de kilómetros.

Cada ámbito tiene su enfoque especial, su mentalidad, su técnica, su punto de vista, sus problemas y su modo de resolverlos.

ADECUACIÓN DE ESCALAS EN LOS MAPAS GEOLOGICOS

Así lo mismo en lo que se refiere a los mapas. Es fundamental que la escala sea adecuada, por un lado a la extensión del área que se estudia, por otro al fin que se persigue.

Un problema geológico de una cantera exigirá la escala al 1:100. Los problemas de una mina difícilmente encontrarán expresión en una escala mayor que el 1:2.000. Los de una zona minera se habrán de tratar entre el 1:2.000 y el 1:5.000. Una región geológica compleja exigirá el 1:10.000 si se quiere estudiar con detalle y el 1:25.000 si se quiere expresar en sus líneas generales. La escala de 1:50.000 sólo servirá para regiones geológicas de sencilla constitución, y las escalas menores sólo servirán para exponer conjuntos, o síntesis simplificadas, de estudios de mayor detalle.

Claro es que en cada caso hay que matizar, y hay factores que aconsejan, u obligan, a forzar estas escalas

en un sentido o en otro, pero siempre es necesaria una consideración cuidadosa de los factores que definen o rigen la elección de la escala.

CRITERIOS DE EXACTITUD

Hay un factor de conciencia que preocupa mucho a nuestros estudiantes de geología, como consecuencia de su fundamental concepto matemático de las técnicas y es el de la exactitud.

La selección de ingreso en nuestra Escuela de Minas se ha hecho, hasta ahora, casi exclusivamente sobre un criterio matemático. Largos años de intensiva y casi exclusiva preparación matemática, en una época en que la mente está al máximo de su receptibilidad y maleabilidad no pueden por menos de dejar profunda huella en las mentes juveniles. En el caso de nuestros estudiantes la huella es tan profunda que equivale a una deformación mental, como he podido comprobar durante mi, ya larga, casi veinticinco años, actividad didáctica. Empeñados durante tres, cuatro, o más años en una gimnasia puramente matemática de tipo mecanicista, pierden toda noción de cuál sea el ejercicio libre de la mente en campos no sujetos a las rígidas normas de la formulación matemática. La exigencia del resultado exacto, exacto a la milésima, sujeto a rígida comprobación, se impone a sus mentes con fuerza de ley.

Si a eso añadimos que la mayor parte de las asignaturas que componen su carrera son de índole matemática, comprenderemos que la actitud mental de los alumnos al llegar a los cursos de geología y ciencias afines es muy poco receptiva.

Dos factores inherentes a este grupo de ciencias les

desconciertan, y su contacto con ellas despierta suma desconfianza. Estos factores son el memorístico y el de la falta de precisión en la formulación y en los resultados.

FACTOR MEMORÍSTICO

Comienzan por repugnar el esfuerzo memorístico que las Ciencias Naturales exigen, y que exigen además en forma insoslayable.

Su proceso de formación mental, en los años anteriores, lo explica aunque no lo justifique. Las ciencias matemáticas son las menos memorísticas. Unos pocos axiomas, muy sencillos, unas pocas cifras, unos pocos valores. Nada de complicados cuadros o larguísimas listas que retener de memoria. Nada parecido a la lista de los reyes godos, o al árbol genealógico de la evolución, a las características físicas y organolépticas de los minerales, o a los nombres de géneros y especies de los fósiles y sus características. Lo demás es pura función cerebral, de desentrañar un problema, o una función mecanicista al desarrollar una fórmula o un cálculo.

Y es lástima que así sea, porque la memoria, como el entendimiento y la voluntad, es una potencia del alma, un don de la Providencia, de la misma categoría o, por lo menos, de tanta utilidad.

La memoria, una memoria excepcional, puede ser innata, como puede serlo una inteligencia extraordinaria. Pero una memoria normal, como una inteligencia normal, puede ser ejercitada y desarrollada en límites insospechados.

Muchas personas se quejan de falta de memoria, pero es muy rara la persona que no tiene una gran memoria para una actividad determinada. De manera inconsciente

la han ejercitado, por motivos más o menos definidos, con finalidades más o menos útiles, en esa dirección.

Conozco personas que se quejan de malísima memoria y recuerdan, sin embargo, de manera casi prodigiosa, gran cantidad de números telefónicos. Yo mismo tengo gran memoria para vocabularios de idiomas extranjeros y para citas bibliográficas, apesar de que en otros campos, por ejemplo la Historia, soy incapaz de retener una fecha o un hecho por más de un mes. La facultad existe, falta el ejercicio. Imagino que de la misma manera que se puede desarrollar la inteligencia en una sola dirección o especialización, mientras se ignora todo lo demás, puede ocurrir lo mismo con la memoria.

Pero lo malo no es la falta de ejercicio de la memoria, sino el desprecio que casi todos nuestros alumnos sienten por las ciencias memorísticas. No sólo es que no llegan a apreciar que es una capacidad o habilidad como otra cualquiera, una destreza en una palabra, sino que tampoco parecen comprender su utilidad. Me esfuerzo en señalar, todos los años, que las gentes brillan normalmente mucho más por su memoria que por su inteligencia, y que los éxitos profesionales sonríen con más frecuencia a los que la poseen. El que tiene memoria superior a la corriente posee gran aplomo y confianza en sí mismo, no vacila en la exposición, porque sabe que su memoria no le traicionará en el momento decisivo y da una sensación de sabiduría, de conocimiento, mucho más sólida y profunda que la que inspira el conocedor profundo, al que aterra, sin embargo, tener que expresar hechos memorísticos. Un concepto puede ser personal, pero una fecha, un dato, un hecho, un nombre, son inamovibles y no opinables.

El ideal, por consiguiente, es desarrollar conjuntamente la inteligencia y la memoria, el raciocinio y la re-

tención. El que además de ser inteligente, tiene dominio de la memoria, tiene una ventaja formidable.

En el caso de las Ciencias Naturales el ejercicio de la memoria no es optable. Hay que memorizar, hay que retener infinidad de detalles por puro ejercicio de la memoria.

El desprecio por lo memorístico, como expresión de lo antimatemático, llega a ser consustancial a lo largo de los años de preparación, en las mentes de nuestros alumnos. Así es que cuando llegan a la mineralogía, con sus largas listas de características, sistemas cristalinos, fórmulas de composición, dureza, densidad, color, brillo, etc., etc., son refractarios a su asimilación. Y, todavía, la mineralogía tiene sus leyes matemáticas para la simetría, sus leyes ópticas para la microscopía, sus leyes de equilibrio de fases para la petrografía, una serie de campos donde se sienten a gusto y se mueven con seguridad. Pero cuando llegan a la paleontología, memoria pura, entonces la revulsión es máxima.

FACTOR DE PRECISIÓN

Otro factor de desconfianza es la falta de precisión en la formulación. En matemáticas y en las ciencias de base fundamentalmente matemática, todo es claro, neto, preciso, bien cortado y delimitado. En las ciencias naturales no. Por ejemplo, en petrografía, existen las rocas tipo, pero existen también los tipos intermedios. Así es que cuando empiezan a oír hablar de calizas arenosas, areniscas calíferas, margas arcillosas, granitos, dioritas, granodioritas, sienitas cuaríferas y observan que esta apreciación de matiz es puramente personal y, por consiguiente, falta de definición y variable, empiezan a des-

confiar. Cuando al llegar a la paleontología ven grupos inciertos, seres que encajan en este o en el otro grupo, criterios opuestos para una misma clasificación, esta desconfianza se extiende a un área mucho más extensa. Cuando en geología se expresan conceptos imprecisos, teorías rebatibles, interpretaciones que van y vienen, puntos de vista opuestos sobre una misma materia, entonces de manera automática clasifican en general la geología y ciencias afines en otro grupo de inferior categoría.

Es inútil explicar que la geología ha nacido trescientos años más tarde que muchas ciencias, y que los conceptos no han avanzado ni evolucionado tanto, además de que por su propia índole no tienen formulación exacta. Para ellos todo esto sólo se traduce en desconfianza.

Finalmente está la falta de precisión de los resultados. En los cálculos matemáticos no se formulan hipótesis, sino realidades. Se llega a resultados concretos, tangibles, por razonamientos exactos, predichos, inamovibles. El resultado de sus trabajos es siempre una cifra concreta, con decimales, e incluso la afinación se mide y sopesa.

Mientras que la geología es, esencialmente, una ciencia de especulación, cuajada de hipótesis y extrapolaciones. De «probables» y «posibles» están llenos los informes y estudios geológicos. El geólogo no puede llegar más allá. Es una ciencia, dentro de ciertos límites, personal, interpretativa, especulativa, lo que no quiere decir, de ninguna manera, que carezca de base. Quiere decir que tiene límites, que estos límites no son fijos, ni establecidos, sino circunstanciales y, por consiguiente, difícilmente definibles. Existen limitaciones naturales, de observación, limitaciones en su mecanismo operatorio y limitaciones en sus métodos de investigación.

En este sentido se parece mucho, digámoslo una vez más, a las ciencias históricas, y no por eso la gente desconfía de ellas.

Pero la historia es una ciencia popular, mientras que la geología no lo es y, al ser más desconocida, las gentes no saben calibrar sus limitaciones, aparte de que no tienen ideas claras ni acerca de sus fundamentos ni de sus fines.

Finalmente adolece de defectos que los mismos geólogos han creado y padecen, y que serían subsanables, aunque con dificultad. Uno de los mayores de entre estos defectos es la falta de definición y precisión de los conceptos y vocabularios geológicos. Las mismas palabras se emplean en sentidos distintos y aún opuestos. Los geólogos bien informados pueden adivinar el sentido que quiere darles el autor a través del concepto, pero todo ello contribuye a inspirar recelo y desconfianza en los que se acercan por primera vez a la geología.

Es, por consiguiente, importante siempre, imprescindible en nuestro caso, disipar ese recelo, y para ello es necesario explicar claramente cuales son las limitaciones de las ciencias geológicas, cual sea la manera de juzgar y apreciar acerca de la validez y grado de exactitud de los resultados y, sobre todo, tratar de mostrar como una especulación seria y honesta tiene tanta categoría intelectual como un cálculo matemático y como, en todo caso, es el único medio de llegar, sino a la verdad total y absoluta, a una aproximación e imagen de ella.

EL TRABAJO MENTAL MECANICISTA Y EL ESPECULATIVO

De las limitaciones hablaremos enseguida. Ocupémonos brevemente de reivindicar, ante las mentes matemáticas, los mecanismos mentales especulativos.

Por lo pronto, y por falta de madurez mental, así como por deformación consecuente a su preparación y método selectivo, nuestros estudiantes confunden la matemática de aplicación y la de investigación. Esta última constituye una labor de creación, especulativa, personal y subjetiva.

Pero la matemática, tal como aprenden y la usan la mayor parte de nuestros estudiantes, no es sino una herramienta. No un fin, sino un medio. Una herramienta muy difícil de dominar y de manejar si se quiere; no se trata de un pico o de una pala, sino de mecanismo complicado, o un circuito eléctrico complejo, pero herramienta al fin y al cabo.

De modo que una vez hecho el gran esfuerzo de aprender las técnicas matemáticas, su aplicación, salvo unos pocos criterios de selección de método, es mecanicista. Se colocan los datos en sus casillas o apartados, se da vueltas a una manivela mental y salen de manera fatal, e inalterable, los resultados.

La especulación geológica requiere siempre un esfuerzo creador. La mente se emplea a fondo, sin normas fijas, tratando de encontrar la solución más razonable.

El geólogo, al tratar sus problemas, crea. El ingeniero repite, salvo en casos de una investigación que no son corrientes en la práctica de la ingeniería.

LA ESPECULACIÓN GEOLÓGICA, ESPECULACIÓN MUY DIRIGIDA

Por otra parte, la especulación geológica no es libre, sino que está regida por muchos principios. No es el azar de cualquier orientación, el descenso libre por una ladera, sino el *slalom* a través de una serie de banderines que no se pueden rebasar, aunque entre ellos se pueda elegir

el camino; o, mejor aún, el descenso cuidadosamente meditado, por una ladera peligrosa, donde hay muchos pasos difíciles, imposibles o inaccesibles.

Nada de lo que exprese el geólogo puede ir en contra de lo observado, nada puede contradecir una serie de principios físicos y mecánicos. Pero se mueve, en cambio, con frecuencia, en campos que la física, la química y la mecánica aún no han podido cubrir con sus leyes. El geólogo trata de adivinarlas o deducirlas.

Por consiguiente es una especulación, pero anclada a la realidad de todas las observaciones, y de muchas leyes y principios absoluta y plenamente establecidos.

LIMITACIONES DE FUNDAMENTO EN LAS CIENCIAS GEOLÓGICAS

Tratemos de establecer ahora la índole y carácter de las limitaciones y el alcance de la exactitud lograda. Si la fuente esencial del conocimiento geológico es la observación, toda limitación a la capacidad de observación lo será también del conocimiento geológico.

LIMITACIONES NATURALES A LA CAPACIDAD DE OBSERVACIÓN

La capacidad de observación es muy variable, bien sea por limitaciones materiales o personales. Si consideramos las limitaciones materiales hemos de notar que la observación tiene muchos enemigos.

La observación se refiere a rocas en sus afloramientos, y, en menor grado, a accidentes naturales y formas de relieve. En las rocas es preciso definir su naturaleza y su edad. Para definir su naturaleza es preciso verlas: para determinar su edad es necesario encontrar fósiles.

aunque los métodos modernos radiactivos de determinación de edades absolutas restan un poco de rotundez a tal afirmación.

Pero las rocas, en regiones extensas de la superficie terráquea, son inobservables. Están recubiertas de terrenos de acarreo, o vegetación baja, o bosques, que ocultan el subsuelo e impiden la observación directa de las rocas. No hablemos de la enorme extensión de los fondos marinos, enigma cuyo conocimiento, a pesar de su trascendencia, se despeja tan lentamente.

Otras áreas, por el contrario, desnudas de toda cobertura, descarnadas por completo, ofrecen magnífico campo a la observación. No sólo es en ellas la observación perfecta, sino continua.

Hay toda clase de grados intermedios, con observación más o menos perfecta, y más o menos continua.

Por consiguiente, el geólogo, en igualdad de condiciones de capacidad personal, podrá efectuar trabajos de calidad muy distinta, según sean las condiciones de observación del terreno. En unas regiones, o zonas, no necesitará extrapolar. Todo está a la vista. En otras la extrapolación llegará al máximo, apenas tendrá ganchos de los que colgar su argumentación.

Es esta una limitación natural a la calidad del trabajo geológico. Unas regiones sólo exigirán observación profusa y poca o ninguna extrapolación. En otras las extrapolaciones, las hipótesis, habrán de ser la trama del tejido de su conocimiento.

Hay rocas cuajadas de fósiles, y regiones todas ellas profusamente fosilíferas. Hay otras que son, por su esterilidad, la desesperación del geólogo. Es ésta, por consiguiente, otra limitación puesta por la Naturaleza al conocimiento geológico.

El geólogo no se cruza de brazos ante estas limitaciones y los enigmas que plantean.

Si falla la observación directa del suelo, pasará a explorar el subsuelo. Tratará de desentrañar su estructura mediante procedimientos geofísicos, en los que se provocan fenómenos mecánicos, eléctricos, magnéticos, etcétera, etc., en el interior de la corteza, mediante explosiones, corrientes, inducciones, y la medida de las velocidades de propagación, o de las diferencias de la reacción y sensibilidad de los materiales de la corteza profunda a estas acciones pone de manifiesto, por comparación con las constantes físicas conocidas y experimentadas de estos materiales, su índole y disposición. O bien, practicará excavaciones, o perforará sondeos que le permitan llegar a conocerlos. Ciertamente que son procedimientos cuyo alcance está a su vez sujeto a grandes limitaciones, económicas y técnicas de un lado, interpretativas de otro, pero constituyen siempre una ampliación del alcance del campo de la observación de extraordinaria utilidad, y en el sentido en que más valor tiene, en profundidad.

Si se trata de la determinación de edades, recurrirá a seguir las rocas hasta zonas más propicias a ello, o buscará nuevos grupos inexplorados, como los foraminíferos y otros microfósiles, tiempo atrás, los conodontos y los ostrácodos, pongamos por ejemplo, en los tiempos actuales.

No podrá rebasar todas las limitaciones, quizás sólo unas pocas o ninguna, pero tratará de hacerlo por todos los medios a su alcance.

Pero aún en una misma región hay variables naturales en las condiciones de observación, que equivalen, o pueden equivaler, a otras tantas limitaciones.

No es lo mismo observar una región en invierno con

el ramaje desnudo y la cobertura vegetal agostada que en verano o primavera, en que los obstáculos a la observación son mucho mayores.

El geólogo observa, y en el juicio que ha de formar participan en gran medida el relieve y el color. En la definición de los accidentes geológicos y de las rocas mismas, estos factores son muy importantes. Pero sus condiciones de apreciación dependen mucho de la iluminación y de las sombras. Una fractura, un cambio de terreno, una discordancia, pueden ponerse de manifiesto cómo una sombra bien marcada, pueden ser imperceptibles con una iluminación inapropiada. Detalles importantes que se aprecian en un día claro, o con una luz de la mañana, pueden pasar inadvertidos con la luz a plomo del mediodía, o con las sombras de la tarde. Lo mismo el color. Por consiguiente, también la orientación de las superficies de observación es de trascendencia, en relación con la hora, momento y estado atmosférico del momento de la observación.

La observación es recogida por el geólogo a lo largo de recorridos o itinerarios. Un geólogo, o un caminante marcha de X a Z. Pero es sabido que, en la marcha, se observa mejor lo que se tiene delante que lo que queda a la espalda, y se ve además de otra manera. Es una limitación impuesta por nuestro sistema de visión frontal. Cualquier caminante o viajero sabe que no parece lo mismo el paisaje cuando va de X a Z, que cuando va de Z a X. A veces, parecen paisajes distintos. Es sabido de todos que las montañas crecen o se aplastan según la iluminación. Por consiguiente, todos estos factores son variables, y limitantes de la cantidad y calidad de la observación, y por consiguiente de los mismos factores en el trabajo geológico.

En consecuencia, un geólogo debería, en teoría, re-

correr cada itinerario en doble sentido, con iluminaciones distintas, en invierno y en verano, pero ya se comprende que esto no es posible.

Los fósiles no tienen una distribución uniforme en las rocas, dispersos unas veces irregularmente, otras se concentran en nidos. Existe la limitación natural del azar, que supone encontrar, o no encontrar, un fósil perdido en la masa de la roca, o un nido de fósiles entre rocas estériles.

No son de extrañar, por consiguiente, las rectificaciones a geólogos expertos por otros que lo son menos. Unas condiciones favorables de observación, o la suerte de hallazgo de unos fósiles, pueden poner al inexperto en posesión de datos de observación fundamentales, que el experto no pudo recoger porque la Naturaleza se los negaba.

La nieve misma, con su manto continuo, constituye, por lo general, un obstáculo invencible a la observación geológica, y, sin embargo, hay accidentes, matices, en hechos de estratificación, o en los contactos entre las rocas, que son subrayados o puestos de manifiesto por la nieve y que son inobservables de otro modo.

PERFECTIBILIDAD ESENCIAL Y PERMANENTE DEL CONOCIMIENTO GEOLÓGICO

A la idea de las limitaciones naturales va ligada otra, en la que creo firmemente: la de la perfectibilidad permanente del trabajo geológico, según la cual un trabajo geológico puede ser perfeccionado siempre, independientemente de su calidad, en forma asintótica.

Cuando un geólogo llega a una región desconocida para él, o poco conocida, necesita asimilar todos los co-

• nocimientos, todos los datos de observación, como si fueran una novedad; en cambio, en una región que ya le es familiar, en mayor o menor grado, tiene solamente que asimilar nuevos matices.

La capacidad de asimilación del conocimiento es gradual. En su primera visita al terreno el geólogo se halla absorbido, y su atención atraída, por las características más salientes, que pueden ser, o no serlo, las más significativas o importantes, y que en muchos casos no lo son. Sólo después de que ha examinado las características más salientes puede el geólogo pasar a observar otras evidentes, pero que, como anteriormente hemos dicho, pueden ser de mucha importancia. En mi opinión, el proceso se repite más o menos indefinidamente.

Por esto es por lo que cuando el geólogo vuelve a una región, aunque tenga un conocimiento muy profundo de ella, no deja nunca de hallar nuevos datos, nuevos matices, que han pasado inadvertidos anteriormente, incluso inexplicablemente advertidos. Puede haber recorrido y examinado repetidamente la superficie de un frente de montaña con el mayor cuidado, pero muy amenuado si volvemos después a él, notamos que algunos hechos escaparon a nuestra previa observación. En mi opinión esto no constituye un defecto de observación, sino un fenómeno natural debido a la capacidad limitada que el hombre tiene para adquirir conocimientos.

Esta idea, unida a las anteriormente expuestas, indica que hay un factor muy importante en el trabajo geológico, y es el tiempo que se pueda invertir en realizarlo. El tiempo que un geólogo pueda dedicar al estudio de una región determinada, para poderla visitar repetidas veces, después de haber tenido tiempo suficiente para asimilar su conocimiento; ahora bien, el tiempo disponible depende de muchos factores ajenos a su voluntad y entre ellos

destaca, por ejemplo, el factor económico; es decir, la duración, y por consiguiente la calidad de un trabajo depende directamente de los medios económicos puestos a su disposición y también del planeamiento general, es decir, del grado de conocimiento deseado, si es que se acepta como hecho firme que su desarrollo sea gradual. Por consiguiente, un geólogo que llega a una región después de haber asimilado el conocimiento adquirido por un investigador previo, se encuentra en posición de gran ventaja para estudiarlo desde un nivel superior, y de esta manera puede apreciar detalles correspondientes a este nivel y ejercer crítica.

Este razonamiento nos lleva a la conclusión de que el factor tiempo constituye una limitación natural inherente, en forma derivada, a la naturaleza del trabajo geológico.

Es evidente que cada tarea es más perfecta cuanto más tiempo se dedica a ella, pero lo que quiero subrayar, es que en materia geológica no se trata de aplicar una mayor capacidad mental o factor subjetivo, sino de vencer una limitación natural, no subjetiva.

LA EXACTITUD ABSOLUTA OBJETIVO INALCANZABLE EN GEOLOGÍA

La geología no es, y no puede ser, una ciencia exacta, entre otras razones porque la observación no puede ser absolutamente continua; es evidente que el geólogo no puede pisar cada palmo del terreno, por consiguiente ha de extrapolar. Por eso no extraña, ni escandaliza a nadie, que un geólogo encuentre, poco menos que por azar, hechos nuevos, incluso importantes, en terrenos minuciosamente desmenuzados, por ejemplo, para profundos estudios de tesis doctorales.

El estudio de una región extensa empieza por un punto o zona determinada. Al principio se anda a ciegas, se tantean los problemas. Las claves de estos problemas se encuentran en observaciones que radican a lo mejor en otras regiones, contiguas o no. La luz se va haciendo poco a poco, conforme se va explorando la región. A veces, la luz surge de repente ante el hallazgo de unos fósiles, la observación de una discordancia, hechos todos desconocidos en las primeras fases del trabajo. Existe por consiguiente una diferencia básica entre la calidad del conocimiento e interpretación de los hechos observados en las primeras y las últimas fases del trabajo. El geólogo debería volver a visitar aquéllas para poder enjuiciarlas de nuevo a la luz de los conocimientos después. Pero, ¿podrá hacerlo? ¿Dispondrá del tiempo y medios para llevarlo a cabo?

La observación, puesto que es discontinua, exige extrapolación. La calidad y cantidad de extrapolación depende de factores naturales, como son la calidad y densidad de los puntos que suministran información mediante observación; y de factores humanos tales como la densidad de los itinerarios. El primero es incontrolable, el segundo subjetivo, pero sujeto a la limitación del tiempo y medios disponibles.

EJERCICIO DE LOS CRITERIOS DE EXACTITUD

Es de suma importancia que el geólogo tenga el criterio necesario para adecuar la densidad de los itinerarios a los fines del trabajo y a la calidad del terreno: como lo es que elija bien la escala, y que tenga un buen criterio de elección de las observaciones útiles y las indiferentes.

Son todos ellos de la misma índole, y muy difíciles de enseñar desde fuera. Es la práctica la maestra en estas cuestiones.

LOS CORTES GEOLÓGICOS, O TERCERA DIMENSIÓN DE LA GEOLOGÍA

Aparte de la extrapolación en superficie tenemos la extrapolación en profundidad. El mapa geológico no es en sí mismo un fin exclusivo, sino además un medio para poder llegar a obtener de él los cortes geológicos, es decir, la expresión gráfica de cómo se disponen los terrenos bajo la superficie. En realidad, lo que interesa al geólogo es la imagen espacial, el bloque tridimensional que represente también la disposición profunda. El mapa no es más que la intersección de este bloque con la superficie del terreno (factor muy accidental y transitorio en geología) y su proyección sobre una superficie plana.

Por consiguiente ha de completar la observación con una extrapolación a lo profundo.

Las aplicaciones prácticas de la geología, tanto la investigación de minerales metálicos, como de petróleos, sales, hierro, o agua, se apoya sobre todo en los cortes.

La exactitud de los cortes puede ser muy grande, casi matemática, o puede resultar muy incierta. Los cortes geológicos se trazan sobre la base de las medidas de posición de las capas y la fijación de los contactos geológicos. Su exactitud depende, sobre todo, de la densidad de observación y de la calidad de las medidas. La densidad de observación depende de un factor natural, que es la profusión de los afloramientos, y otro humano, la densidad de los itinerarios. La calidad de las medidas depende también de un factor natural, que es la calidad

de los afloramientos (pueden ser abundantes y, sin embargo, de difícil medida), y de otro humano, que es la habilidad del geólogo (en la selección y en la obtención).

Si las condiciones de trabajo son buenas, es decir, si los cortes se apoyan en muchas medidas de confianza y en contactos abundantes y precisos, o sea, en observaciones de buena calidad, un corte puede llegar a ser muy exacto, y hay medios para calibrar esa exactitud. Al extrapolar, en profundidad, un contacto entre dos terrenos, se va guiado por las medidas. Es una línea, prolongación en profundidad de contacto, que en general debe seguir una marcha paralela a la que señalan las medidas de la superficie (estratos de caras paralelas), y como, es natural, este trazado geométrico debe ir a parar exactamente al próximo contacto de la misma índole que esté señalado en el mapa. Si no lo hace, o bien el corte está mal trazado o mal interpretado. El defecto puede residir en que haya fractura o un engrosamiento de los estratos que altera el paralelismo hipotético en que se apoya el trazado de los cortes; cualquier factor en suma, que interrumpa o altere la continuidad o regularidad de las capas. A su vez, estas anomalías pueden deducirse de los cortes. Una región con escasos contactos geológicos da por lo general cortes poco exactos.

VIGILANCIA DE LA EXACTITUD ALCANZADA EN LOS MAPAS MEDIANTE LOS CORTES

Hay, finalmente, una manera de comprobar el grado de exactitud alcanzado en el trazado del mapa. Un enrejado de cortes entrecruzados debe arrojar, en las intersecciones, las mismas profundidades para las mismas capas. Puesto que dos cortes E y M han sido obtenidos

independientemente, y se basa cada uno de ellos en distintos grupos de medidas, sus resultados son también independientes. Se comprueba en el punto de su intersección si cada contacto señalado está en ambos cortes, en efecto, a la misma profundidad. Si no lo están hay error, y entonces se estudia si el error queda en la escala de lo admisible. Se hace esto en todas las intersecciones de corte con corte. Si los cortes son profusos, el control es muy rígido. Si los errores son aceptables se reparten con arreglo al sistema topográfico en los cierres poligonales, y se llega a una solución promedia que se supone que es exacta. Si hay errores que exceden de la escala de lo aceptable es preciso tratar de localizarlos para interpretar de nuevo mapa y cortes, lo que con frecuencia exige la repetición del trabajo en el terreno. Pero al menos queda localizada la zona del error, y muchas veces incluso su índole y punto exacto, de modo que la comprobación, sobre el terreno, no exige, ni mucho trabajo ni mucho tiempo.

Claro que en el trazado de cortes un buen geólogo tiene en cuenta los factores antes dichos, variación de espesores, discordancia, fractura, y los hace jugar en ellos antes de que estos denoten su existencia.

Vemos por consiguiente que las interpretaciones geológicas no son, en manera alguna, libres, sino muy al contrario, siempre que la densidad y calidad de observación sean suficientes.

IMPORTANCIA DE LOS CORTES GEOLÓGICOS

El trazado de cortes geológicos es una de las tareas más importantes del geólogo. En primer lugar por su trascendencia final porque, en las aplicaciones técnicas y

económicas de la geología, es de los cortes de donde se deduce la mayor parte de las consecuencias. En realidad, para muchos informes, el mapa no es sino el medio ineludible para poder trazar los cortes. Los informes geológicos suelen referirse a búsqueda de minerales metálicos o no metálicos, de carbones, o petróleo, de agua o a problemas de una mina, tales como pérdida de una capa o un filón, aclaración de las causas de una esterilidad, problemas de escapes o invasiones de aguas, cubriciones de reservas, etc., etc. Todos estos problemas se apoyan para su planteamiento y resolución, fundamentalmente en cortes geológicos.

TÉCNICA DEL TRAZADO DE LOS CORTES

El trazado de los cortes geológicos exige gran despliegue de criterios geológicos, primero para su selección, para elegir por un lado los que más provecho obtienen de las informaciones que suministra el mapa; por otro los que más aprovechan para la aclaración del problema que se ha de resolver. Después, en el trazado mismo del corte, su mecanismo exige una selección cuidadosa de las medidas que se han de aprovechar y cómo se han de aprovechar.

Cada corte se traza aprovechando las medidas y datos comprendidos dentro de una faja que se extiende a ambos lados de la línea del corte. La anchura de esta faja depende de circunstancias geológicas, sobre todo de la constancia de características a uno y otro lado de la línea elegida. Dentro de la faja elegida, las medidas y datos de más provecho son los que están sobre la línea misma del corte. Pero, a menos que la densidad de datos sea muy grande, suele ser necesario echar mano de otras me-

didadas más alejadas dentro de la faja. Esto supone una extrapolación y por consiguiente una disminución de la precisión. El geólogo ha de decidir hasta qué punto le conviene la extrapolación. A su vez, las observaciones y medidas obtenidas en el campo no tienen todas siempre la misma calidad; unas son excelentes, otras imperfectas, otras dudosas. El geólogo seleccionará entre estas últimas categorías las que conviene usar, mediante empleo, sobre todo, de criterios geológicos. Si los rumbos son perpendiculares a la dirección del corte no hay problema; la única proyección posible es la normal. Pero si son oblicuos pueden proyectarse en la dirección del rumbo, o sea donde el rumbo prolongado interseque a la línea del corte, o bien normalmente a él mediante aplicación del criterio de que las capas situadas por encima y por debajo conservan el paralelismo con aquel rumbo. El primer criterio es válido si la dirección de los rumbos no cambia mucho, y aún en este caso, cabe promediar los que hay a un lado y a otro de la línea del corte. El segundo es válido, con limitaciones, en los casos de cambios rápidos. Un criterio intermedio, de contemporización entre ambos, es pasar la medida, del mapa al corte, al punto medio entre el encuentro de la línea de rumbos y la de pendientes. Un geólogo experimentado lo hace, en cada caso, con criterio geológico basado en la experiencia y en su conocimiento de la región.

Una vez pasadas las medidas del mapa al corte, el trazado del corte mismo de los cortes exige inteligencia y experiencia. El trazado, en teoría, impone el paralelismo de los estratos, pero no es este el caso constante en la Naturaleza; las capas ensanchan y adelgazan, a veces muy rápida y considerablemente, de modo que si se aplica un criterio puramente geométrico no se llega, por lo general a resultados aceptables. Por estas razones, si se

parte de un contacto y se siguen geométricamente las medidas no suele llegarse al contacto correspondiente. De modo que se aplican criterios mixtos geométricos y de libre trazado. Como consecuencia no se llega, por lo general, al mismo resultado, al trazar un corte con criterio puramente geométrico, si se empieza por uno o por otro extremo del mismo. Para evitar esta fuente de error, lo mejor es empezar por los dos extremos y, si el corte es largo, además por puntos intermedios.

Un corte, es por su propia índole, una extrapolación y sólo una aproximación a la realidad. Hay situaciones tales que no admiten representación gráfica como, por ejemplo, un plano vertical dirigido con la misma orientación que la línea del corte. Y las próximas a aquella tales como cortes de gran pendiente y la misma orientación, u orientaciones vecinas.

En general, se huye de estas situaciones procurando elegir los cortes en forma que no se presenten nunca, pero a veces son inevitables.

Un corte geológico debe elegirse procurando que intersecte la mayor cantidad posible de medidas, y lo más perpendicularmente posible a la mayor parte de ellas. Sin embargo, es con frecuencia inevitable el trazado de cortes oblicuos. Hay que corregir entonces, en el corte, las pendientes medidas en el terreno, como consecuencia de la oblicuidad de la intersección diédrica. Existen tablas que dan valores de las pendientes reducidas, de acuerdo con la oblicuidad de la medida con respecto al corte.

INEVITABILIDAD DE LAS CIENCIAS GEOLÓGICAS NO OBSTANTE SUS LIMITACIONES DE FONDO

Explicadas las limitaciones de exactitud inherentes a las teorías, métodos y resultados geológicos, ¿Desconfiaremos por ello de las ciencias geológicas? ¿Llegaremos al desprecio absoluto de todo lo que representan?

A esto propenden las mentes que sólo saben enfocar cuestiones con criterio matemático.

Pero el campo de las actividades científicas y humanas que no tienen expresión ni criterio matemático es por lo menos tan grande como el de las que lo tienen.

Los razonamientos filosóficos, o históricos, legales o artísticos, no son menos válidos ni tienen menor altura porque no tengan expresión matemática.

El organismo humano, con su complejísimo mecanismo biológico y fisiológico no es menos perfecto porque no se halle expresión matemática. Un enfermo no dejará de acudir al médico porque no pueda expresar su mal en una fórmula matemática.

De la misma manera todos, y los mineros en primer lugar, tienen que aceptar las ciencias geológicas, con todos sus logros y limitaciones.

Las ciencias geológicas serán jóvenes, imperfectas, imprecisas, pero son el único medio de llegar al conocimiento de lo que ocurre bajo la corteza terrestre. Por eso, los mineros, los industriales, los economistas, los ingenieros, hacen y harán caso de la geología para resolver sus problemas. Es más, no deberían dar un paso sin ella, si se trata de cuestiones que afecten a los problemas de la Tierra.

Para los mineros es fundamental. Los minerales arman en la corteza terrestre y forman parte de ella. Puede

decirse que la geología es la anatomía de la mina. De la misma manera que un enfermo no pondría su problema en manos de un cirujano poco experto en anatomía, ningún jefe de empresa debería poner su mina en manos de un ingeniero poco experto en geología.

Desgraciadamente, los efectos del desconocimiento sólo suelen notarse a largo plazo, con efecto muy tardío, como consecuencia del lento avance, en general, de las labores mineras.

Es realmente frecuente encontrar ingenieros, a cargo de explotaciones mineras, que se vanaglorian y hacen alarde de su desprecio por la geología. Esto es una estupidéz de tamaño de a folio. Es algo así como si un cirujano hiciese alarde de desprecio por la anatomía y de su desconocimiento de ella.

Un ingeniero de minas que no conoce la disposición de los materiales de la mina que explota, o que los va conociendo a medida que los explota, no dirige la mina, va dirigido por ella. Para resolver los problemas, para orientar y planear las labores, dará, uno tras otro, palos de ciego, enormemente costosos, si se tiene en cuenta lo onerosas que son las labores de investigación minera.

Gastará tontamente miles y miles, o cientos de miles e incluso millones de pesetas en labores tontas, en galerías y sondeos planeados al azar, que no hallarán ni resolverán nada, como cualquier geólogo podría haber predicho.

Con todas sus limitaciones la geología es la única que puede darle orientaciones y normas.

Bastante mejor sería que intentase dominarla en la medida a su alcance, bien para resolver directamente los problemas, pero, sobre todo, para tener criterio, para saber cuándo y por qué debe llamar a un geólogo, y qué clase de especialista: para saber interpretar y medir el

alcance de sus informes y darles el valor y medida precisas; para poder calibrar su grado de exactitud y confianza.

EL DIAGNÓSTICO Y OJO CLÍNICO EN GEOLOGÍA

En cierta manera, la geología tiene grandes parecidos con la medicina, ha de juzgar de un organismo, y de procesos y mecanismos muy complejos, por signos externos, sin que pueda explorar ni observar su interior.

Existe el diagnóstico geológico como existe el diagnóstico médico, y también el ojo clínico. El ojo clínico, en geología, es una mezcla de ciencia, pero más aún de experiencia, que trabajan rápida y subconscientemente, juzgando por los colores, disposiciones, índole y morfología de las rocas y que permiten formar juicio certero y rapidísimo si se dispone de esa cualidad.

LA GEOLOGÍA Y LA ESTADÍSTICA

Se dice que la geología es una ciencia esencialmente estadística, y lo es, pero sólo en cierta medida y en parte de su mecanismo.

Puesto que la geología obtiene su material de trabajo por síntesis de gran cantidad de datos, es una ciencia estadística y utiliza con ventaja sus métodos. Pero en estadística, lo que suele tener valor son los valores promedios, dejando caer los extremos y las excepciones.

En geología, las excepciones tienen, por lo menos, el mismo valor que la regla, y muchas veces más.

No puede omitirse un afloramiento inexplicado e inexplicable, o una disposición o situación extraña de rocas, incluso inverosímil, porque constituya excepción o porque ocupe reducida extensión.

Si en un área donde todos los afloramientos son, por ejemplo, de Mioceno continental, encontramos unos pocos metros cúbicos de materiales del Keuper, o del Cretáceo Inferior, o del Siluriano, desconocidos en la región y que reposan encima, no valdrá decir que como es extrañísimo, y tiene tan poca extensión, no se ha de hacer caso de ello. Muy al contrario, han de ser cartografiados y examinados con todo cuidado y habrá de intentarse una explicación. Se llegará o no a una interpretación verosímil, pero lo que no podrá, de ninguna manera, es omitir el hecho.

En geología, las excepciones tienen más valor que la regla, porque manifiestan muchas veces la existencia de procesos y fenómenos complejos y generalmente trascendentes.

VOLVEMOS AL PUNTO DE PARTIDA: EN GEOLOGÍA LA OBSERVACIÓN ES REINA

Nada puede ir en geología, en contra de lo observado, no hay interpretación que pueda omitir o ir en contra de los datos de observación. De ahí el valor tan grande de la observación en geología. El lema de esta ciencia podría ser: «Todo mediante la observación, nada en contra de lo observado».

* * *

Hemos analizado una serie de principios, criterios, fundamentos y limitaciones de las ciencias geológicas. De ellas se deducen una serie de exigencias para los que quieren especializarse en ellas. Exigencias de posición mental, de conocimientos básicos, de cualidades mentales y físicas, innatas o adquiridas, y desarrolladas al máximo grado. Estos puntos de partida y una larga experiencia de campo son los factores que hacen un geólogo.

En este trabajo se ha incorporado una colección de publicaciones del mismo autor, en que se tratan algunos problemas de la misma indole, se ha reformado y armonizado su contenido y se ha completado con una serie de ideas y comentarios nuevos. Los trabajos incorporados son los siguientes:

Resolución práctica de las operaciones auxiliares en los trabajos geológicos (con A. Almela y Garrido). «Bol. R. S. E. de H. N.», t. XLI, Madrid, 1943.

Recogida y clasificación ordenada de muestras en los trabajos de geología. «N. y C. del I. G. y M. de España», num. 11. Madrid, 1943.

Esto es la Geología (Una geología de divulgación). «N. y C. del I. G. y M. de España», num. 19. Madrid, 1948.

Acerca del criterio geológico. «Cantera». Revista del S. E. U. de la E. E. de I. de M., num. 2, 1952. Reeditado en la misma revista en el número 11. Madrid, 1953.

Algunas ideas acerca de la enseñanza de la Geología y un experimento interesante: Campos de entrenamiento para geólogos noveles. «Simposio de geología aplicada del Próximo Oriente», U. N. E. S. C. O. Ankara, 1955. Publicado en 1960 por U. N. E. S. C. O. Reproducido en «N. y C. del I. G. y M. de España», num. 45, Madrid, 1957.

Algunas ideas acerca de la enseñanza de la Geología. «Cantera». Revista del S. E. U. de la E. E. de I. de M. Madrid, 1957.

Criterios cartográficos en la geología del petróleo. «Publicaciones de la E. T. S. de I. M. de Madrid», 1960 (en prensa).

MOUTERDE, R. (1) y LINARES, A. (2)

NUEVO YACIMIENTO FOSILIFERO DEL LIAS
SUPERIOR, CERCA DE IZNALLOZ (PROVINCIA
DE GRANADA, CORDILLERA SUBBETICA)

(NOTA PRELIMINAR)

R E S U M E N

Se da a conocer un nuevo afloramiento fosilífero del Lias superior. Se distinguen en él dos niveles: del Toarcense medio, uno; del Toarcense superior-Aalenense, el otro.

R É S U M É

Un affleurement inédit du Lias supérieur est décrit. Les ammonites qu'il fournit permettent d'y distinguer deux niveaux: l'un appartenant au Toarcien moyen; l'autre, au Toarcien supérieur Aalénien.

A B S T R A C T

A new Upper-Liassic outcrop is described. Two layers are distinguished, from ammonitic faunae supplied by them: middle Toarcian, and upper-Toarcian-Aaalenian.

En la trinchera del ferrocarril Granada-Madrid, en el kilómetro 18,3 de la línea Moreda-Granada, se encuentra un afloramiento, poco extenso, de calizas y margo

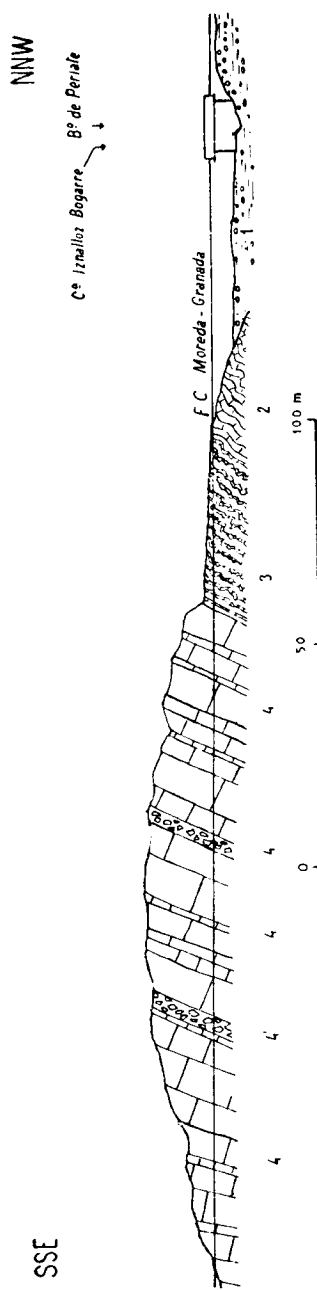
(1) Laboratorio de Geología de la Facultad Libre de Ciencias. Instituto Católico de Lyon.

(2) Laboratorio de Geología de la Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.

calizas rosadas y rojas respectivamente, cuyo conjunto alcanza una potencia superior a 30 metros. Se observa marcado buzamiento de fuerte componente S., con inflexiones locales. Las primeras nos han dado una fauna de Ammonites, en general mal conservados, entre los que hemos podido determinar: *Polyplectus discoides* Zieten, *Phylloceras cirse* Hebert, algunos *Erycites* gr. *fallax*, *Pleydellia aalensis* Zieten (un fragmento mal conservado) y *Pseudogrammoceras* gr. *fallaciosum* Bayle (varios fragmentos).

Las margo-calizas, color rojo ladrillo, se presentan en bancos de grosor variable, de diez a quince cm. frecuentemente, alternando con lechos arcillosos. Inmediatamente al S. viene un potente paquete de calizas grises amarillentas, en el cual se intercalan algunos niveles de brechas monogénicas. La edad de este paquete es ciertamente liásica, pero no podemos precisar más por el momento. Dado el buzamiento general, el conjunto se muestra, por tanto, ligeramente invertido.

La serie margo-caliza nos ha dado una riquísima fauna de *Hildoceras sublevisoni* Fucini, numerosas variedades de la misma y de *Hildoceras bifrons* Brug., entre las que podemos citar: *H. sublevisoni* Fuc. var. *varicostata* Mitzopoulos, *H. sublevisoni* Fuc. var. *sulcosa* Mitz., *H. bifrons?* Brug. var. (Meneghini, lám. I, figs. 7 y 8), *H. bifrons* Brug. var. *acarnica* Mitz., y otras que por ahora no podemos determinar, hasta no disponer de mayor número de ejemplares. También han sido determinadas: *Hildoceras* cf. *semipolitum* Buckman, *Lillia elegans* Merla, *L. mercati* Hau., *L. skuphoi* Mitz., *Mercaticeras rursicostatum* Merla, *M. dilatatum* Menegh., *Dencmannia iscrensis* Opperl, *Brodiceras gradatum* Merla, *B. bayani* Dum., *Coeloceras* cf. *broilii* Mitz., *Coeloceras* sp., *Hammatoceras porcarense* Bon., *Hammatoceras*



1. Derrubios y aluviones; muy cerca del corte aparece, debajo de los mismos, el Flysch nummulítico. 2. Calizas rosadas del Toarcense superior-Aalenense, fosilíferas. 3. Margocalizas rojas, alternantes con lechos arcillosos, también rojos; nivel también fosilífero. 4. Calizas compactas grises, a rimbles, con seguridad, al Liás. 4'. Brechas monogénicas que se intercalan con las anteriores calizas.

sp., *Hildoccratoides* gr. *serpentinus* Rein., *Lytoceras* sp. y numerosos *Phylloceras* gr. *milsoni* Heb.

Los niveles más fosilíferos son los arcillosos; los ejemplares aparecen con bastante frecuencia deformados.

El conjunto de las especies halladas nos permite atribuir estas capas al Toarcense medio, quedando perfectamente representado desde la base, *zona de bifrons*, hasta la cima, *zona de Lillia*.

El nivel calizo nos da formas correspondientes al Toarcense superior *Polyplectus discoides*, *Pseudogrammoce- ras* gr. *fallaciosum* y por otra parte, el grupo de *Erycites* y *P. aalensis* nos pone en evidencia el Aalenense. Hasta que nuevos datos nos permitan separar estos dos pisos, hablaremos, para este nivel, de un Toarcense-Aalenense indiferenciado.

Recibido 15-II-1960.

MANUEL MARIA DE ALVARADO Y ARILLAGA

FOTOGEOLOGIA

RESUMEN

Como ya indiqué en el último artículo, es completamente necesario, que el fotogeólogo conozca algo de los fenómenos ópticos que se presentan al mirar estereoscópicamente. Por esto, trato aquí de explicar brevemente las leyes fundamentales que gobiernan la visión tridimensional y los errores más importantes que pueden afectar al modelo estereoscópico.

SUMMARY

As I said in the last report, it is quite necessary that the photogeologist knows something about optic phenomena when seeing stereoscopically. It is, because of that, in this paper I try to explain briefly the fundamental laws ruling the tridimensional view and the most important errors which may affect the stereoscopic model.

II. ESTEREOSCOPIA

La visión estereoscópica es un proceso complejo aún no bien entendido, ya que en él intervienen fenómenos físicos que obedecen a leyes geométricas y fenómenos psicológicos difíciles de explicar. En realidad se trata de engañar a nuestra imaginación y hacerle ver una cosa que no existe: relieve. Como nuestro principal objeto es el de la interpretación geológica, procuraremos explicar los problemas de la visión en relieve de

un modo lo más sencillo y superficial posible, aunque sin embargo, debemos detenernos algo en ellos, pues el fotogeólogo debe saber qué deformaciones existen en la imagen del terreno que está mirando.

En breve síntesis, se trata de imitar el proceso de la visión tomando dos fotografías de un mismo objeto

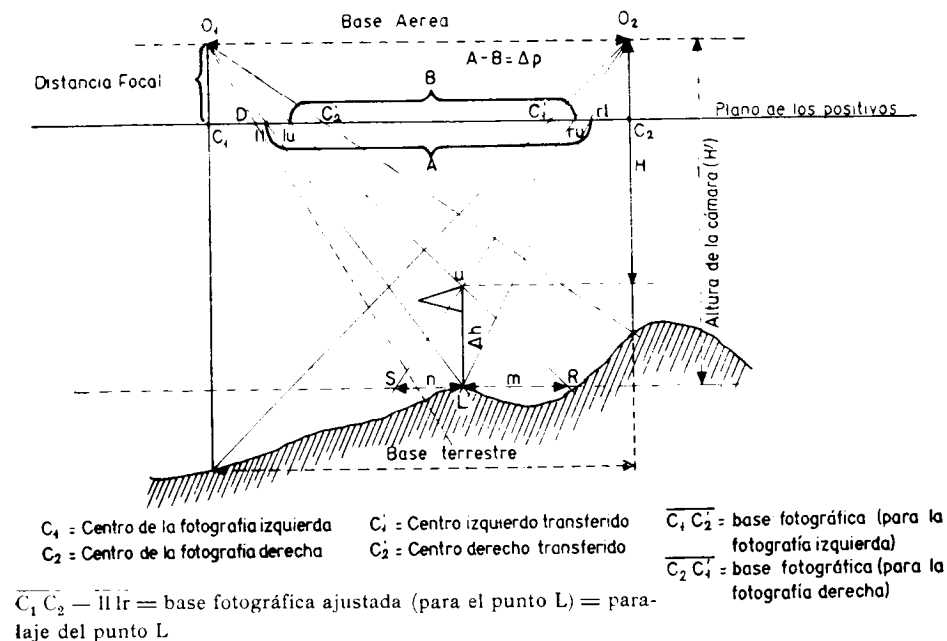


Fig. 1.

o lugar desde puntos distintos y luego reproducir en el laboratorio las condiciones que reinaban en el campo, a escala reducida y con las alteraciones convenientes o inevitables.

Nos referiremos a menudo a la figura 1, que refleja la situación al tomar las dos fotografías necesarias de un mismo objeto; en éste caso, una bandera vertical Lu. Se supone que el avión vuela a una altura constante sobre el nivel del mar y O_1 y O_2 son las dos posiciones

de la lente de la cámara al tomar las fotografías. La bandera queda representada en las fotografías que nosotros tenemos que estudiar según los segmentos $\overline{ll'lu}$ y $\overline{ru'rl}$, respectivamente. En general, Lu no estará en el plano vertical definido por las rectas O_1C_1 y O_2C_2 y los segmentos $\overline{ll'lu}$ y $\overline{ru'rl}$ no estarán sobre la misma recta, sino que se cortarán, pero trabajaremos siempre proyectando todo sobre dicho plano vertical definido por O_1C_1 y O_2C_2 y los razonamientos conservarán su validez.

Vamos a continuación a introducir algunos términos de uso frecuente:

Eje óptico.—Es la perpendicular al plano de la lente de la cámara, que pasa por el centro de dicha lente.

Marcas de referencia o de colimación.—Son cuatro marcas negras que aparecen en la parte central de cada uno de los cuatro lados de la fotografía.

Punto central o principal.—Es el punto de intersección de las líneas definidas por las marcas de referencia.

Centro transferido o conjugado.—Es la imagen del punto central de una fotografía en la fotografía contigua.

Desvío.—Es el ángulo del eje óptico con la vertical. Los americanos emplean para este ángulo la palabra «tilt», y precisando más llaman «tilt» a dicho ángulo, según un plano normal a la trayectoria de vuelo y «tip» al mismo ángulo, según un plano vertical, pasando por la línea de vuelo. Actualmente se consigue que el 90 por 100 de las fotografías tengan menos de 1° de desvío y el 50 por 100 menos de 2° .

Nadir.—Es el punto del terreno directamente debajo de la cámara.

Solape.—Es el área común de dos fotografías conse-

cutivas de la misma línea de vuelo. Esta superficie común no puede ser menos del 50 por 100 de la foto, pues habría parte del terreno que no se podría ver en relieve, pero tampoco debe ser menor de un 60 por 100, ya que en los bordes del modelo estereoscópico no se deben hacer interpretaciones.

Solape adyacente.—Es el área común de dos fotografías adyacentes, pero pertenecientes a distintas líneas de vuelo. Es decir, que no fueron tomadas por el avión consecutivamente en el tiempo, como en el caso anterior, sino en pasadas distintas. El solape adyacente suele abarcar el 30 por 100 de la fotografía.

Par estereoscópico.—Es el formado por dos fotografías con las cuales es posible obtener la visión en relieve. No tiene por qué estar compuesto necesariamente por dos fotografías consecutivas, sino que puede consistir en una fotografía y la que está situada dos lugares más lejos.

Modelo estereoscópico.—Es la impresión tridimensional obtenida a partir de un par estereoscópico.

Modelo nítido.—Es aquella parte del modelo estereoscópico limitada por rectas paralelas que pasan por el centro de la fotografía y por el centro conjugado, y por otras dos rectas que bisectan los dos solapes adyacentes. Únicamente en el modelo nítido se deben hacer interpretaciones geológicas, pues en los bordes del modelo estereoscópico los factores de perturbación actúan con gran intensidad.

Desplazamiento por relieve del punto u en la fotografía de la izquierda de la figura 1 es el segmento \overline{DLu} , tomando como cota de referencia la del centro de dicha fotografía.

Paralaje del punto u (fig. 1) es $\overline{c_1 l u} + \overline{c_2 r u}$.

Diferencia de paralaje entre dos puntos u y L es

$\Delta p = A-B$, que es igual a la diferencia de desplazamientos por relieve entre u y L en la fotografía izquierda más la diferencia de desplazamientos por relieve entre u y L en la fotografía derecha. No se olvide que trabajamos proyectando todo sobre el plano vertical definido por las rectas $O_1 C_1$ y $O_2 C_2$. La situación real está indicada en la figura 2, en la cual tenemos las dos fotografías representadas en planta y u, l, u', l' son las imágenes de los puntos u y L en cada una de ellas. Para obtener la diferencia de paralaje mediríamos A y B y tendríamos $\Delta p = A-B$.

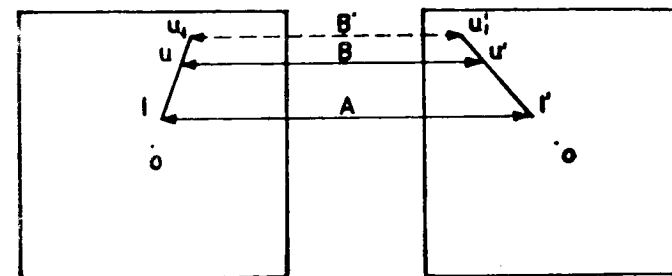


Fig. 2.

El desplazamiento por relieve de un punto es directamente proporcional a su distancia al centro de la fotografía y a su altitud con respecto a dicho centro.

La altura de un objeto, como por ejemplo un poste Lu (fig. 2), puede ser medida por diferencias de paralaje, ya que a un aumento de altura $\overline{uu_i}$ corresponde un aumento en la diferencia de paralaje $\Delta' p = A-B'$, pero ya veremos esto con más detalle más adelante.

Es también obvio por simples razones geométricas que todo objeto vertical viene representado en la fotografía por una recta que pasa por el centro.

Exageración vertical.—Es aquella propiedad en virtud de la cual el modelo estereoscópico aparece con una es-

cala de verticales mayor que la de horizontales; así los montes quedan estirados hacia arriba, semejando más altos y picudos de lo que son.

La exageración vertical y el desplazamiento por relieve son en el fondo entes muy complejos, porque en realidad aún no sabemos dónde se forma la imagen al mirar un par de fotografías a través de un estereoscopio. La figura 3 nos puede ayudar algo, ya que por experiencia comprobamos que cambios en la fracción $\frac{\tan \alpha}{\tan \theta}$ son proporcionales a cambios de la exageración vertical. Otras conclusiones que pudieran sacarse de la figura 3, como la de obtener una imagen infinitamente alta al se-

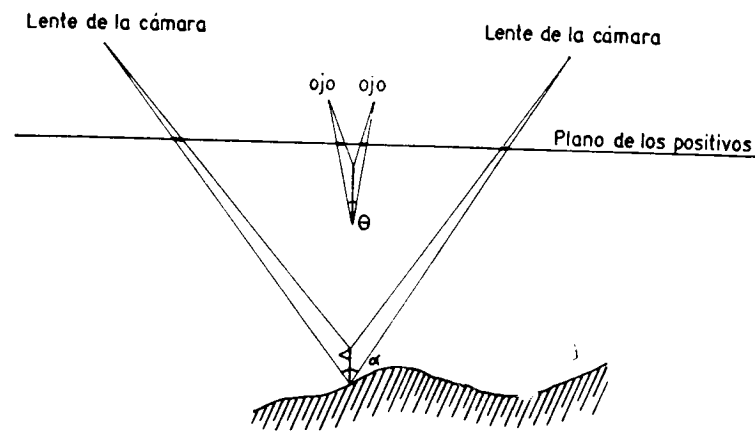


Fig. 3.

parar las fotografías e incluso obtener el relieve invertido al seguir separando cuando los rayos que lleguen a los ojos sean divergentes, no se verifican en la realidad.

Volviendo a la figura 1, tenemos que $s = \frac{f}{H}$, siendo s la escala de la fotografía, f la distancia focal de la cámara y H la altura de la cámara sobre el terreno. Resulta, por tanto, que en cada fotografía tenemos un infinito número de escalas de acuerdo con las variaciones de H .

Así, pues, sólo podemos hablar de «escala aproximada» de una fotografía, ya que en cada punto hay una escala distinta.

Es muy conveniente que el fotogeólogo pueda ver en relieve una par estereoscópico sin necesidad de ningún aparato óptico, porque no siempre tendrá uno a mano, y porque la imagen lograda a vista desnuda, teniendo algo de experiencia, es muy clara y sujeta a menos errores que los que se cometen con un estereoscopio de bolsillo, por ejemplo. Para lograr visión estereoscópica sin estereoscopio, es necesario enseñar a los ojos a realizar un proceso diferente al que están acostumbrados a hacer. La convergencia de la mirada y la actuación de los músculos ciliares para aumentar la curvatura de la lente y poder enfocar, son esfuerzos que en las personas normales se encuentran estrechamente unidos (aunque como diremos más adelante, hay ciertos fenómenos que vienen a complicar notablemente esta teoría), es decir, cuando un objeto se acerca a nosotros, nuestros ojos van convergiendo a medida que se aproxima y las curvaturas de sus lentes van aumentando para enfocarlo. Cuando se aleja, sucede lo contrario. En la visión tridimensional de un par estereoscópico tenemos que separar ambos esfuerzos. Cada ojo debe mirar una de las imágenes, de modo que el ángulo de convergencia de la mirada debe ser pequeño, o sea, como si en la visión normal estuviésemos viendo algo lejano, y sin embargo, los músculos ciliares deben hacer bastante esfuerzo para lograr una curvatura considerable y poder enfocar las imágenes, es decir, como si en la visión normal estuviéramos mirando algo cercano. Aparte de otros importantes cometidos como amplificación, visión simultánea de todo el modelo estereoscópico, etc., la misión fundamental del estereoscopio es evitar esta visión «anormal», para lo cual

el factor que más se modifica es el de la convergencia de la mirada, quedando el ángulo de la convergencia muy aumentado con respecto al de la visión desnuda. En los buenos estereoscopios se incrementa también la distancia del objeto por medio de prismas y espejos.

La visión estereoscópica desnuda debe ser practicada, sobre todo al principio, durante períodos de tiempo muy cortos: dos o tres minutos, porque si no se producen fuertes dolores de cabeza y en general nunca puede ser considerada como un método normal de trabajo en el que pueden invertirse horas. Haciendo periódicamente y con precaución ejercicios de visión desnuda, la claridad de la imagen y la amplitud de campo mejoran con el tiempo de un modo notable. Como es lógico, con este procedimiento no se consigue ninguna ampliación de la imagen; no obstante, la exageración vertical es por el estilo que mirando a través de un estereoscopio.

Vamos a tratar a continuación de los factores más importantes, que producen alteraciones en el modelo estereoscópico que contemplamos. Sintetizando, obtenemos el cuadro de la figura 4, que vamos a explicar un poco.

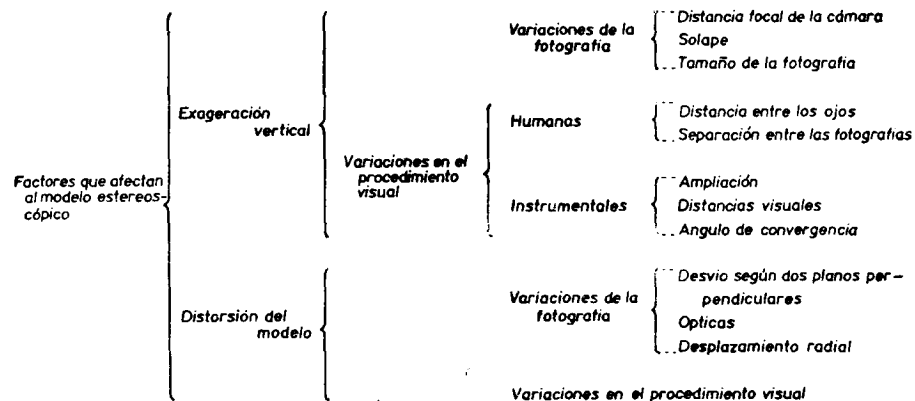


Fig. 4.

Los distintos factores que afectan al modelo pueden agruparse en dos conjuntos principales: exageración vertical y distorsión del modelo. El más importante de los dos es la exageración vertical. Se introduce deliberadamente para lograr una mejor interpretación, y su magnitud puede ser controlada, variando la distancia focal de la cámara o el solape entre las fotografías o la manera de mirarlas. Como puede imaginarse, la exageración vertical falsea el buzamiento de los estratos. La exageración vertical es constante en todo el modelo. Por el contrario, la distorsión varía de un punto a otro del modelo y su presencia no es deseada, sino que se presenta en mayor o menor grado como resultado de varias imperfecciones inherentes al método. Afortunadamente, la distorsión, cuando es importante, es fácilmente detectable y si no corregible, al menos puede ser tenida en consideración.

Exageración vertical.

Supongamos para comenzar (fig. 5), que O_1 y O_2 son las dos posiciones de la cámara al tomar las fotografías que componen el par estereoscópico y sean $A_1 B_1$ y $A_2 B_2$ las imágenes en cada fotografía respectivamente del poste vertical $A B$. Es muy fácil demostrar que $\overline{A_1 B'} = \overline{A_2 B''}$, de modo que si trasladamos el triángulo $O_1 A_1 B_1$ paralelamente a sí mismo hasta que A_1 coincida con A_2 , obtenemos la figura 6. Así, pues, si suponemos que tenemos las fotos solapadas de tal manera que las dos imágenes $A_1 B_1$ y $A_2 B_2$ están de la misma forma que en la figura 6, estando nuestros ojos en O_1 y O_2 (exactamente en las verticales de los centros de las fotografías y separados de ellas por una longitud igual a la distancia fo-

cal) y suponemos también que podemos ver una fotografía debajo de la otra y mirar con el ojo derecho el seg-

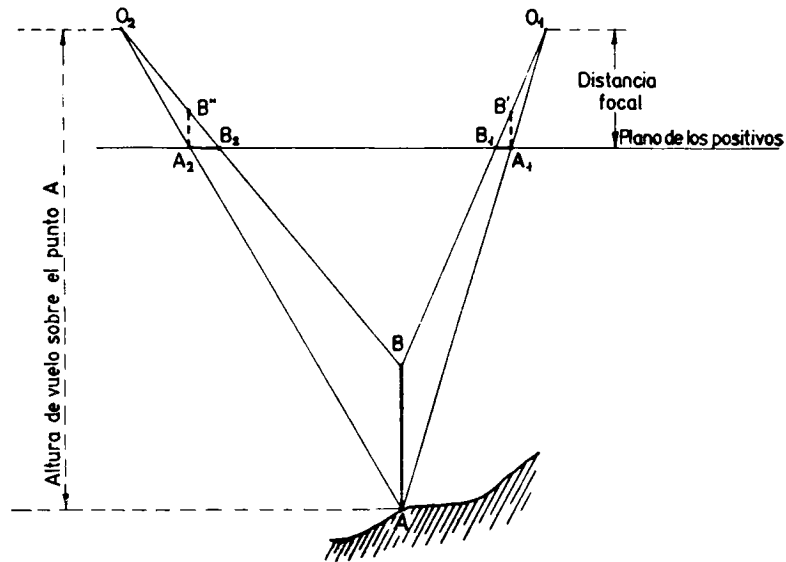


Fig. 5.

mento de la izquierda y con el izquierdo el de la derecha. resultaría que la imagen estereoscópica que vemos no tendría ninguna exageración vertical.

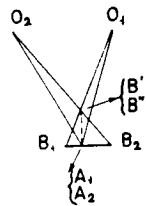


Fig. 6.

En la práctica las cosas suceden, por supuesto, de muy distinta manera. Supongamos (fig. 7) dos fotogra-

fías que compongan un par estereoscópico y sobre cada una de ellas respectivamente dos imágenes $\overline{A_1 B_1}$ y $\overline{A_2 B_2}$ de un poste vertical. Estamos mirando a través de un estereoscopio y tenemos los ojos justamente encima de las dos imágenes en O_1 y O_2 , como sucede cuando utilizamos estereoscopios de bolsillo o los binoculares del este-

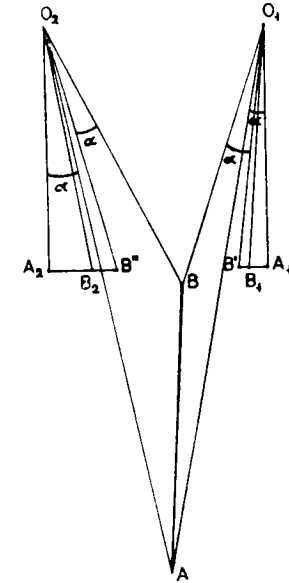


Fig. 7.

reoscopio Ryker, por ejemplo. A causa de la amplificación originada por las lentes del instrumento, nosotros vemos en realidad las imágenes $\overline{A_1 B'}$ y $\overline{A_2 B''}$ en vez de las $\overline{A_1 B_1}$ y $\overline{A_2 B_2}$ y además de esto debido a los sistemas de espejos y prismas, que los aparatos buenos suelen tener, los rayos son desplazados un ángulo α , de modo que en lugar de llegar a los ojos desde A_1, B', A_2 y B'' lo hacen desde A y B , siendo, por tanto \overline{AB} la imagen que observamos. Así, pues, la imagen vertical es exagerada según la amplificación $\overline{B_1 B'}$ o $\overline{B_2 B''}$ y según el

ángulo α y como ambos factores varían según el estereoscopio utilizado, podemos ya sacar la conclusión de que «la exageración vertical depende del estereoscopio».

«La exageración vertical depende de la distancia focal de la cámara». En efecto, considerando la figura 5 vemos que si disminuimos la distancia focal, conservando constantes la altura de vuelo y el solape (el solape suele especificarse en las condiciones de vuelo), tenemos que separar O_1 y O_2 . El resultado es que las líneas $O_1 A, O_1 B, O_2 A, O_2 B$, disminuyen su inclinación y las imágenes $A_1 B_1, A_2 B_2$ son más grandes, aumentando por consiguiente la exageración vertical.

De la misma figura 5 es fácil deducir que «cuanto menor es el solape, mayor es la exageración vertical», conservando las demás condiciones invariables, y también que «a mayor tamaño de las fotografías corresponde mayor exageración vertical», porque también habría que separar O_1 y O_2 para conservar el mismo solape.

Entre estos factores que forman el grupo de Variaciones de la Fotografía, el que suele afectar más a la exageración vertical es la distancia focal de la cámara. De menos importancia son el solape y el tamaño de la fotografía.

Otros factores que influyen en la magnitud de la exageración vertical son las variaciones en el Procedimiento Visual, que pueden dividirse en Humanas e Instrumentales (fig. 4). Los factores humanos son la Distancia entre los Ojos y la Separación de las Fotografías. La distancia entre los ojos, base visual, o distancia interpupilar, oscila en la mayoría de los individuos entre 60 y 65 mm., y dentro de este margen las variaciones resultantes de la exageración vertical son despreciables.

La separación de las fotografías se mide entre dos

imágenes de un mismo punto, cuando las dos fotografías que componen el par están colocadas en posición de visión estereoscópica. Aunque es posible variar considerablemente esta separación y seguir viendo en relieve, hay para cada individuo una separación óptima para lograr una visión cómoda. En el caso del estereoscopio de bolsillo se ha calculado que esta separación óptima se encuentra alrededor de los 7,5 mm., que es menor que la distancia interpupilar. Puede establecerse, que las variaciones de la exageración vertical, consecuencia de diferencias normales en la separación de las fotografías, cuando se usan estereoscopios de bolsillo, no son graves y pueden ser ignoradas al estimar buzamientos. En el caso de estereoscopios de espejos, la separación de las fotografías está controlada por la separación artificial, generalmente fija, introducida por los espejos laterales; sin embargo, debido a la construcción de estos instrumentos, el margen de separación para una visión cómoda es mucho mayor que en los estereoscopios de bolsillo, alcanzando en algunas personas de 4" a 10". La variación de la exageración vertical dentro de estos límites es importante, siendo varias veces mayor con una separación de 10" que con 4". No obstante, con el estereoscopio Ryker M-11, la mayoría de los observadores obtienen una visión fácil con una separación de fotografías entre 8" y 8,5" y en este margen los cambios de la exageración vertical son insignificantes.

Entre las variaciones instrumentales tenemos la Amplificación, las Distancias Visuales y el Angulo de Convergencia.

Los efectos de la amplificación sobre la exageración vertical varían con el aparato empleado. Con el estereoscopio de bolsillo la exageración vertical aumenta al incrementar la amplificación, mientras que con el Ryker

disminuye. En el caso del Ryker la convergencia de los binoculares de aumento contribuye a elevar en el espacio la imagen estereoscópica, acortándola y disminuyendo la exageración vertical; por el contrario, en los estereoscopios de bolsillo la amplificación produce una elevación únicamente de la parte de arriba de la imagen, quedando fija la parte baja, debido a la posición de los ojos casi directamente encima de la imagen, y así la imagen resultante queda alargada.

La distancia óptica de los ojos del observador a las fotografías tiene muy poca influencia sobre la exageración vertical. Su principal efecto tiene lugar sobre la escala del modelo, y así afecta a la claridad del objeto y a la anchura del campo visual. En el estereoscopio Ryker esta distancia es de 11,4" y en el de bolsillo 4,5" y por ello el primero cansa mucho menos la vista.

El ángulo de convergencia se obtiene sumando la convergencia normal causada por la diferencia entre la distancia interpupilar y la separación de las fotografías, y la convergencia adicional introducida por el aparato. Como vimos anteriormente, la importancia de la convergencia en la exageración vertical es fundamental.

Vamos ahora a decir algo de los factores que producen distorsiones en el modelo. También ellos pueden ser clasificados en Variaciones de la Fotografía y Variaciones en el Procedimiento Visual. Entre los primeros tenemos lo que en inglés se denomina «tilt» y «tip». El primer defecto se introduce en la Fotografía cuando un ala del avión está más baja que la otra, y el segundo cuando la proa está más baja o alta que la cola. Ambas situaciones son, desde luego, involuntarias, y actualmente la fotografía aérea es de buena calidad y relativamente desprovista de ambos errores. Se puede suponer con bastante seguridad que las pequeñas cantidades existen-

tes de estos «desvíos» no tienen efecto sobre buzamientos de más de 5°.

Defectos de fabricación de las lentes de los estereoscopios son también causa de distorsiones en el modelo estereoscópico, dando lugar a que una zona que debe aparecer plana se vea con ondulaciones (fig. 8). Este efecto es importante si la amplificación es grande, de modo que con un aumento de cinco veces pueden llegar a produ-

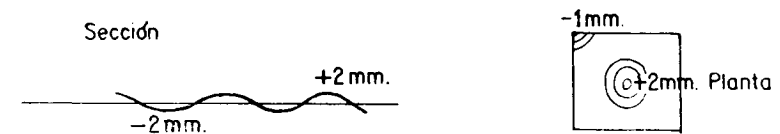


Fig. 8.

cirse elevaciones o depresiones de unos 2 mm. allí donde no las hay. Las lentes de distancia focal corta, que tienen la gran ventaja de sacar fotografías de pequeña escala sin volar muy alto, presentan, sin embargo, el inconveniente de realzar los efectos de distorsión. Las lentes «metrogón» de 6" producen muy poca distorsión, y las nuevas lentes «planogón» no producen ninguna; por consiguiente, modernamente es un problema que puede considerarse resuelto, aunque en general no conviene hacer interpretaciones en las esquinas del modelo. Los estereoscopios de bolsillo originan fuerte distorsión, provocando un fenómeno que se conoce con el nombre de «efecto de salsera», por el cual un área horizontal se muestra como cóncava.

Desplazamiento radial.

A la vista de las figuras 5 y 7, observamos que un objeto vertical, nunca aparecerá vertical, sino inclinado al mirar estereoscópicamente las fotografías, a menos que

se encuentre en la línea que bisecta el modelo estereoscópico. Si está situado más cerca del centro de la fotografía izquierda que del de la derecha, la imagen sobre la fotografía derecha será mayor y será visto inclinado hacia la izquierda. Esto lleva consigo un interesante efecto estructural, que es el de disminuir los buzamientos aparentes de las capas que buzan hacia el centro del modelo estereoscópico, y de aumentar dichos buzamientos en aquellas otras que buzan hacia afuera. Así la presencia de un domo en el centro del modelo es realzada por este fenómeno, mientras que una cubeta sinclinal es suavizada. Es en capas muy levantadas donde esta distorsión debe ser tenida en cuenta, ya que puede hacer que aparezcan verticales o incluso volcadas; en cambio, en aquellas que buzan menos de 35° , no merece mayor consideración. Entiéndase bien que este efecto sólo se produce cuando como en la figura 7 tenemos los ojos situados aproximadamente encima de las respectivas imágenes; por el contrario, cuando se encuentran sobre los centros de las fotografías correspondientes, como sucede con el estereoscopio Ryker, sin usar el aumento, no existe, ya que reproducimos a escala las condiciones reinantes en el terreno al tomar las fotografías y cada cosa vuelve a su posición correcta.

Variaciones en el procedimiento visual.

Excluyendo la variación en la separación de las fotografías debida a la distancia interpupilar de cada individuo y a la forma del estereoscopio, sólo hay una manera correcta de colocar el par estereoscópico con el propósito hacer una buena interpretación. Las dos fotografías deben estar dispuestas en forma que los centros y

los centros transferidos estén sobre una misma recta, que es la proyección de la línea de vuelo. Cuando se utiliza el estereoscopio de bolsillo, el procedimiento correcto es situarlo justamente encima de las imágenes que se quiere observar, como indica la figura 7, porque si no, el «efecto de salsera» es muy notable. Como ya dijimos, cuando se emplea el Ryker, el centro del modelo estereoscópico debe caer, directamente debajo de la línea de los ojos y entre éstos. Con el Old Delft y similares cada fotografía debe tener su centro en la vertical que pasa por el centro del espejo correspondiente.

Como final de esta discusión de los factores que afectan al modelo estereoscópico diremos que, para fines geológicos, la mayoría de ellos pueden ser considerados como constantes o despreciables. En general, sólo suelen tener importancia la distancia focal de la cámara, el solape, el tamaño de la fotografía y el desplazamiento radial.

Los bordes de las fotografías no son sólo las zonas donde el desplazamiento radial es mayor, sino también donde los efectos de las distorsiones son más acusados.

* * *

Hasta este punto hemos tratado de razonar ateniéndonos a lo que llamaremos teoría del Principio de Convergencia, pero como ya advertimos al comienzo de este capítulo, los fenómenos de la visión son muy complejos porque intervienen en ellos factores psicológicos y esta teoría es a todas luces insuficiente para explicar todos los hechos. En un artículo titulado *El modelo estereoscópico, cómo está formado y deformado*, Henri Raasveldt, del Instituto Geológico de Colombia, hace muy interesantes observaciones a este respecto:

«Es obvio suponer, antes que nada, que la localización de la imagen plástica proyectada mentalmente, obtenida con estereogramas, ocurre de acuerdo con el principio telemétrico que llamaremos «principio de convergencia» o más brevemente C P. Si la imagen está regida por este principio, se hallará en la intersección de los ejes visuales. Esta teoría parece ser bastante antigua, ya que von Frijtag Drabbe la atribuye a Ch. Wheatstone (1838) y se refiere a la tesis de Wheatstone. La tesis de Wheatstone, no obstante, no puede ser completamente correcta, pues es incapaz de explicar la visión estereoscópica con ejes visuales paralelos o divergentes.

Existe otro principio que es el «principio de acomodación» (brevemente A P). Cuando acomodamos la vista para enfocar un objeto cercano, los músculos ciliares tienen que contraerse; así similarmente a la sensación física de convergencia, tenemos otra de acomodación.

Finalmente, tenemos otro denominado «principio de la experiencia de la lente de aumento» o M G P. Al observar un objeto, por ejemplo un dedo, a través de una lente de aumento, aparecerá, por supuesto, amplificado, pero, aparte de esto, nosotros poseemos una impresión definida de su colocación en el espacio. El hecho notable es que vemos el dedo aproximadamente a la distancia real del ojo, es decir, un poco más alejado de F, distancia focal de la lente, suponiendo que tenemos la lente próxima al ojo y el dedo en su plano focal. En este caso los ojos estarán acomodados para infinito, pero en vez de ver el dedo infinitamente lejos, aparece muy cerca. El principio de la experiencia de la lente de aumento es por tanto independiente del principio de acomodación. Es así mismo independiente de las lentes, ya que existe incluso cuando miramos a ojo desnudo. No

se puede dudar de la realidad de este fenómeno: sin embargo, el autor no ha encontrado ninguna referencia bibliográfica de él, ni puede dar más indicaciones para explicarlo.

Supongamos que miramos los estereogramas con una separación igual a la distancia interpupilar y que además se encuentran en el plano focal de las lentes del estereoscopio. Los haces de rayos divergentes de luz que provienen de puntos de los estereogramas, se convierten al atravesar las lentes en haces de rayos paralelos que penetran en los ojos desde diversas direcciones. Los ojos se acomodan pues para infinito. Ambos A P y C P sugieren que el modelo está infinitamente distante; sin embargo, el M G P mantiene que la imagen está situada en el plano focal de las lentes. Este último principio es muy fuerte (porque es cierto que las fotografías están cerca), más fuerte que las fuerzas fisiológicas combinadas de los otros dos. Así el modelo estereoscópico se encuentra mentalmente proyectado entre infinito y el plano focal de las lentes, pero mucho más cerca de este último. Cuando la separación de las fotografías aumenta, C P aleja la imagen, mientras que la tendencia de los otros dos principios permanece constante. Análogamente el modelo se acerca a nuestros ojos cuando la separación de las fotografías es disminuída.

Mirando a través de un estereoscopio con los ejes visuales paralelos y acomodando la vista para infinito resulta que A P y C P están en armonía, y en lo que a ellos atañe es como si estuviésemos oteando un paisaje distante, razón por la cual este procedimiento es considerado como el más confortable para la vista. Podemos también examinar los estereogramas cuando se hallen más cerca de la distancia focal de las lentes, como W. A. Treece considera que debe ser el método correc-

to. Así, rayos divergentes de luz llegan a los ojos, que se acomodan para la distancia de la imagen virtual, distancia (d_1) que puede calcularse con la fórmula mencionada en el artículo de Treece. Cuando las fotografías están colocadas a tal separación que los ejes visuales se cortan a la distancia d_1 , entonces ejercemos la visión natural de un objeto situado a dicha distancia d_1 (visión próxima). Este es también un modo fácil de ver, pero no tan cómodo como la visión distante. Igualmente cuando acomodamos la vista para la distancia d_1 , podemos variar independientemente la convergencia, incrementando o reduciendo la separación de las fotografías. El modelo se alejará o acercará, pero al mismo tiempo se sentirán molestias en los ojos.»

Independientemente de todo lo dicho, y para la salud de nuestros órganos visuales, debemos tener en cuenta que, puesto que la visión distante es siempre más descansada que la cercana, es muy conveniente levantar la vista del estereoscopio con cierta frecuencia y enfocar un punto muy lejano o lo suficientemente cercano para que sea imposible enfocarlo y automáticamente la vista se relaje, y con esta disposición volver al estereoscopio y hacer los ajustes ópticos necesarios para conservarla.

Las condiciones físicas necesarias para llevar a cabo una muy buena interpretación fotogeológica, no son nada extraordinarias; cualquier individuo con una vista normal puede realizarla. En cambio, respecto a las condiciones geológicas, no podemos decir lo mismo; para lograr una excelente interpretación fotogeológica es preciso ser un excelente geólogo y eso ya no es tan fácil. Para ser fotogeólogo es condición absolutamente necesaria ser geólogo.

Recibido el 15-II-1960.

MANUEL ALÍA MEDINA

SOBRE LA TECTONICA PROFUNDA DE LA FOSA DEL TAJO (1)

RESUMEN

Del estudio de detalle realizado en la zona occidental de Aranjuez, se llega a la conclusión de que los sedimentos de estas áreas corresponden a tres conjuntos diferentes: uno constituido por arcillas sabulosas y yesos sacaroides, del Paleogeno o Mioceno inferior; un Mioceno integrado por un Vindoboniense con margas, calizas, arcillas y areniscas, y un Pontiense, fundamentalmente calizo y silíceo y, finalmente, por un Plioceno inferior o medio correspondiente a las areniscas arcósicas y arcillas facies Madrid. En estos sedimentos se distinguen: dos discordancias de erosión, una entre Plioceno y Mioceno, y otra inferior al Pontiense. Tales sedimentos, en especial los más antiguos, están afectados por una tectónica de fallas y por deformaciones plásticas de adaptación a las mismas. La actividad posterior de estas fallas ha producido además escalonamientos topográficos o morfológicos, los cuales han desempeñado un papel importante en la siguiente evolución geológica del conjunto. Por sus especiales características se interpreta que esta tectónica de superficie, es el reflejo de una más profunda que afecta al basamento rígido sobre el cual descansan estas series sedimentarias.

Sobre la base de estas conclusiones y de los datos recogidos en áreas circundantes, se hace un ensayo de interpretación tectónica del conjunto de la denominada Fosa del Tajo. Se considera en esta interpretación que el basamento rígido y fracturado de fondo, está más elevado en las zonas orientales de la Sierra de Altomira y más deprimida en las situadas cerca del borde meridional de la Cordillera Central. Esta disposición es consecuencia de una tectónica de fracturación en bloques del basamento, con procesos de compresión y acunamiento hacia el ma-

(1) Pensábamos haber presentado este trabajo para su publicación en el tomo que recientemente se ha editado como homenaje al Profesor don Maximino San Miguel de la Cámara, pero diversas circunstancias retrasaron su presentación. Al publicarlo ahora, lo dedico con el mejor afecto y reconocimiento a tan distinguido profesor, a quien tanto deben los estudios geológicos y en particular petrográficos en nuestra Patria.

cizo levantado de la Cordillera Central. En la cubierta sedimentaria se ha producido una tectónica de revestimiento, como reflejo de la actividad de los rasgos tectónicos de profundidad. Esta actividad de las estructuras de fondo, ha condicionado igualmente gran parte de las circunstancias de depósito en los materiales sedimentarios, así como también la especial distribución que en superficie se observa para los mismos, que lleva desde los mesozoicos más orientales de la Sierra de Altomira hasta los del Plioceno, más próximos a la Cordillera Central, pasando por los intermedios del Paleogeno y Mioceno.

SUMMARY

After a detailed study in the Aranjuez western region, we arrive at the conclusion that the sediments on this area are composed of three different groups: the first one constituted by argiles and saccharoidic gypsum, Paleogene or lower Miocene in age; one medium Miocene composed of marles, limestones, and sandstones; a upper Miocene mainly composed of limestones and siliceous beds and, finally, one lower or medium Pliocene, the so called «facies Madrid», of arcose sandstones and argiles. In these sediments two disconformities may be differentiated, one in between Pliocene and Miocene and the other laying lower than the upper Miocene. Such sediment, specially the oldest, are affected by faults and by plastic deformations, the later caused by adaptation processes. The later activity of the faults has produced different topographic or morphological features, which have played an important part in the following geological evolution. It may be explained that this shallow tectonic is the reflection of a deeper one, which affects the rigid basement on which these sedimentary series rest.

Based on these conclusions and on the data obtained on the surrounding areas, a tentative tectonic interpretation of the whole of the so called «Fosa del Tajo» is made. The assumption has been made that the rigid and fractured basement remains higher in the eastern or «Sierra de Altomira» region and deeper in the western zones, near the southern border of the «Cordillera Central». This pattern is consequence of a fracture tectonic in the basement together with compression and wedge processes towards the raised-up block of the «Cordillera Central». In the Sedimentary cover has been created a shallow tectonic as a reflection of the activity of the tectonic features in depth. This activity has likewise conditioned a part of the circumstances for the deposition of the sedimentary materials, as well as their special surface distribution which brings us from the easternmost mesozoic sediments in the «Sierra de Altomira», to the Pliocene ones closer to the «Cordillera Central», passing through the Paleogene and Miocene sediments.

Para orientar una campaña de prospección en los sedimentos terciarios de Castilla la Nueva, dentro del área

que en general corresponde con la depresión tectónica de la denominada Fosa del Tajo, nos vimos obligados a efectuar una serie de reconocimientos geológicos previos, especialmente encaminados a determinar la existencia de posibles accidentes tectónicos, de ciertas variaciones de facies, y de otros particulares rasgos geológicos.

La localización de accidentes tectónicos dentro de los sedimentos del Terciario, era del mayor interés para los fines de la prospección que pensábamos orientar, y por esto que iniciásemos nuestro trabajo con tales determinaciones. Para ello, empezamos por aplicar las normas que habíamos obtenido de nuestros estudios tectónicos en los territorios del Sahara español, donde las especiales circunstancias geológicas de aquel país permiten establecer, con gran claridad, la influencia de las estructuras del basamento rígido en el revestimiento sedimentario y las distintas formas de manifestarse esta repercusión de la tectónica profunda en la superficie.

Con este punto de partida iniciamos el estudio de la planimetría, acompañado con reconocimientos sobre el terreno, lo cual nos llevó en principio a suponer que, ciertos rasgos morfológicos de estas áreas de Castilla la Nueva podían también ser consecuencia del reflejo, en superficie, de los accidentes que afectan al basamento rígido y profundo de la Fosa tectónica del Tajo. Así fué como interpretamos muchos de los trazos que presenta la red fluvial de estas áreas, interpretación que en su fase primera, fué amablemente recogida en publicación reciente (2). En efecto, estudiando el trazado que siguen los cursos de los ríos principales, se observa que, en

(2) RIBA, O.: *Terrasses du Manzanares et du Jarama aux environs de Madrid*, «INQUA», V Congrès International, Madrid, Barcelona, 1957.

bastantes ocasiones, éste no corresponde al desarrollo normal morfológico que debería presentarse si únicamente las condiciones de pendiente y variaciones litológicas imperasen, puesto que, en muchos casos, estos ríos siguen direcciones rígidas rectilíneas y diversamente orientadas, las cuales no son fácilmente explicables por las simples circunstancias litológicas y morfológicas que concurren en cada caso. Así, observados en conjunto vemos, por ejemplo, que el río Henares, desde Guadalajara hasta su confluencia con el Jarama, sigue una dirección general NE.-SO., paralela por cierto a la del frente de la próxima Sierra, y que más al Este, el Tajuña y el mismo Tajo, presentan parte de sus cursos orientados según esta misma dirección general. El Jarama, desde Vaciamadrid hasta Aranjuez, sigue una orientación NNE.-SSO., en tanto que el Tajo, desde Aranjuez hasta Villamanrique, se tiende según E.-O. Las desviaciones y cambios bruscos de dirección son también frecuentes, como se ve, por ejemplo, en la confluencia del Manzanares con el Jarama, o en el reticulado que presenta la red del Tajuña y de sus cortos afluentes en la Hoja 583 de Arganda. Muchos otros ejemplos, además de los citados, podrían indicarse, pero es fácil deducirlos de la simple observación detallada de la planimetría de estas regiones.

El hecho de que tales direcciones correspondiesen con accidentes tectónicos profundos, que al repercutir en la cobertura habrían sido aprovechados por la misma red del Cuaternario, permitía pensar en la posibilidad de que estos accidentes de cobertura viniessen representados por verdadera fallas visibles sobre el terreno, o en coincidencia con variaciones de facies y discordancias dentro de los depósitos sedimentarios, con basculaciones o plegamientos de las capas, y aun con los mismos

límites de depósitos de edades diferentes. Esto sucedería si los accidentes o fallas de profundidad funcionaron y dejaron sentir sus efectos en distintos momentos del período de depósito de la cobertera sedimentaria, pues, en este caso, se producirían escalonamientos que condicionarían variaciones de facies en los sedimentos que se depositaron después de las formaciones de los accidentes, y basculaciones, roturas o plegamientos, según la cuantía del movimiento y plasticidad de los materiales, en los que ya estaban sedimentados. Podía también suceder que algunos de estos frentes de escalonamiento, al ser más elevados, hubieran servido de límites de expansión para los depósitos posteriores.

Las observaciones que en este sentido efectuamos, nos sirvieron para confirmar, en varios lugares, los anteriores supuestos y, al tiempo, nos llevaron a establecer diversas conclusiones por lo que a la edad de los diferentes depósitos se refiere. Los datos ya recogidos son abundantes, pero su exposición detallada nos llevaría demasiado espacio y nos situaría, además, ante cuestiones de mayor amplitud y complejidad que las que ahora tratamos de abordar. En esta primera comunicación sólo pretendemos exponer algunas de las conclusiones obtenidas, indicando para ello los datos de observación precisos. Por esto, nos referimos principalmente a los recogidos en las zonas de los alrededores de Borox y Esquivias, al Oeste de Aranjuez, complementándolos con los de algunos otros lugares.

CONJUNTOS LITOLÓGICOS

Aparte de los depósitos del Cuaternario y aluviales, en nuestros recorridos por esta región hemos distingui-

do varias unidades litológicas, cuya distribución puede verse en el plano de la figura 1.^a. Para no prejuizar sobre su edad, agruparemos principalmente estas unidades en los siguientes conjuntos: a) capas de yesos, en su

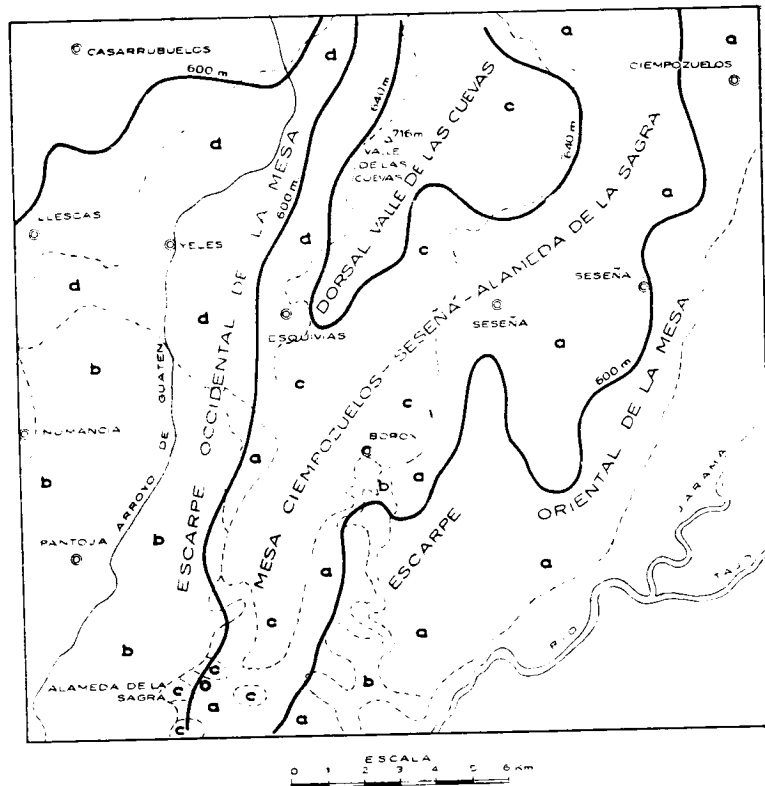


Fig 1.—Plano esquemático de la región estudiada, en el que se señalan los principales rasgos topográficos y la distribución de los diferentes conjuntos litológicos (a, b, c, d).

mayoría sacaroideos; b) arcillas sabulosas; c) calizas y margas blancas del Pontiense; d) areniscas y margas y, c) arcosas y arenas.

El conjunto a) de yesos, está constituido por las capas de yesos, fundamentalmente sacaroideos, que forman la mayor parte de los escarpes marginales de los

rios Tajo, Jarama y Tajuña, en estos lugares. Sus características litológicas son bien conocidas por descripciones anteriores. En la margen derecha de la línea Jarama-Tajo, la mesa que llamaremos de Cienpuzuelos-Seña-La Alameda de la Sagra, está constituida en superficie por estos materiales, cubiertos localmente por someros depósitos recientes y cuaternarios. La altitud media de esta mesa es de 610-620 metros.

Este conjunto de capas de yesos, que hacia las zonas septentrionales del citado escarpe de la margen derecha del Jarama-Tajo se presenta con mayor potencia, descansa concordante sobre capas, también horizontales en su disposición general, de arcillas sabulosas friables con algunas intercalaciones yesíferas. Este segundo conjunto b) puede verse con mayor desarrollo en las zonas meridionales del mencionado escarpe, donde los yesos, por el contrario, muestran menor potencia. Las arcillas se caracterizan por su monotonía litológica y están formando capas potentes de coloraciones marrón rojizas o grises con tonalidades algo oscuras. Hacia las partes superiores se inician las intercalaciones de capas yesíferas que, al hacerse más abundantes, toman finalmente el predominio para formar la cobertura del yeso acabado de mencionar. En las zonas occidentales, de los alrededores de Pantoja, la cobertura protectora de los yesos no existe y las arcillas aparecen rebajadas por la erosión y cubiertas frecuentemente por depósitos someros de derrubios.

El conjunto c) de calizas y margas blancas, constituye la dorsal de mayor elevación, divisoria topográfica que con dirección general NE aparece representada en la figura. El punto más alto de la región correspondiente al vértice del Valle de las Cuevas, con 716 metros de altitud, se encuentra situado en esta dorsal. En la

zona septentrional, donde el conjunto muestra un mayor desarrollo, tiene una potencia de unos 60 m. y está constituido por una serie de capas de calizas y margas blancas, con intercalaciones de algunos niveles de sílex oscuros. En la base, entre las calizas y margas blancas, se intercalan capas delgadas de arcillas y margas grisáceas que, por contraste de color, dan un típico aspecto fajeado a estos niveles. En las zonas meridionales de la citada dorsal, el conjunto presenta una menor potencia y, finalmente, en los alrededores de La Alameda de la Sagra, queda reducido a retazos de la serie que se apoyan sobre los yesos de la mesa antes mencionada.

Varios hechos conviene destacar sobre este conjunto. En primer lugar, que a todo lo largo de su borde oriental, descansa sobre las capas yesíferas de la mesa de Ciempozuelos-Seseña; restos de materiales de la dorsal, los cuales no aparecen cartografiados, se encuentran destacados hacia el E., especialmente en la zona de los alrededores de Ciempozuelos. Por el lado occidental de la dorsal, este conjunto *c*) se apoya sobre materiales diversos; desde el Sur hasta la latitud aproximada de Borox, descansa principalmente sobre los yesos de la mesa, excepto en algún corto recorrido, como sucede en las inmediaciones del vértice Daragebal, donde aparecen las arcillas sabulosas con intercalaciones yesíferas inmediatamente por debajo del conjunto. Desde la latitud de Borox hacia el N., los materiales que constituyen la base del escarpe topográfico de la dorsal, son de diferente naturaleza. Corresponden al conjunto *d*) que después mencionamos.

Otro hecho de interés por lo que se refiere a esta serie del conjunto *c*) es que sus capas se encuentran frecuentemente onduladas y plegadas, con direcciones de buzamiento que se indican en la figura 5 y ángulos variables,

aunque por lo general no muy elevados. Este plegamiento es más fuerte y acusado hacia el borde occidental de la mencionada dorsal. Por otra parte, las distintas capas que constituyen esta serie son en general de poca potencia y bien diferenciadas, en contraste con lo que sucede para el conjunto de yesos y arcillas inferiores, donde las capas son más potentes y con escasa diferenciación entre ellas. Finalmente debemos indicar, que en las zonas septentrionales, donde el conjunto *c*) presenta una mayor potencia, entre las capas blancas de calizas y margas, aparecen algunos niveles silíceos, muchas veces de sílice oscura. En relación con estos niveles hemos encontrado algunos fósiles de moluscos, que en opinión del profesor don Bermudo Meléndez corresponden al Pontiense. Con anterioridad fué mencionada la existencia de estos fósiles por Royo Gómez (3), quien también atribuyó edad pontiense a la formación.

El conjunto *d*), como puede verse en la figura, se encuentra en la zona Norte de la región, donde constituye la base del conjunto *c*) en estos lugares. En el escarpe occidental de la dorsal topográfica y aproximadamente desde la latitud del vértice Garrido, hacia el Norte, se ve cómo las capas antes citadas del conjunto pontiense pasan hacia abajo a capas de areniscas con algunas intercalaciones de niveles calizos y margosos. Estas areniscas toman el predominio en las zonas medias del citado escarpe y están constituidas por niveles de areniscas finas, grisáceas o verdosas, y otros, muy poco consolidados, de arenas también muy finas y muy ricas en pequeñas láminas de biotita. Hacia la base del accidente topográfico, las capas de areniscas son sustituidas por otras de

(3) ROYO Y GÓMEZ (J): *Edad de las formaciones yesíferas del Terciario Ibérico*, «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», t. XXVI, pp. 259-279. Madrid, 1926.

margas con algunas intercalaciones de calizas, de tonalidades marrón claro o grisáceas. Estos materiales se extienden por la plataforma baja comprendida entre el arroyo Guaten y la base del escarpe. En la zona de los alrededores de Yeles estas capas se cargan de yeso. Se trata de yesos laminares o concrecionados, en capas que alternan con otras de arcillas grisáceas. El aspecto de estos yesos es diferente al de los sacaroideos de la mesa Ciempozuelos-Seseña. Al Oeste de Yeles, en las pequeñas elevaciones de Cerro Blanco, se encuentran una serie de capas de arcilla y margas grisáceas con alguna intercalada de caliza blanca, que por su aspecto y situación, también corresponden al conjunto que ahora describimos. Estas capas de Cerro Blanco están buzando unos 10° al NE.: la de areniscas de las zonas medias del escarpe oriental de la dorsal topográfica, en el área de los alrededores de Esquivias, unos 15° en la misma dirección.

Es de destacar que este conjunto *d*), al igual que indicábamos para el anterior, se caracteriza por estar constituido en general por capas de poca potencia y bien diferenciadas, lo cual le presta un típico aspecto fajeado. Por este aspecto general del conjunto y por las mismas diferencias litológicas, y aún de coloración, se puede establecer sobre el terreno el límite entre estos sedimentos y los más monótonos de las arcillas sabulosas meridionales, no obstante el frecuente recubrimiento de derrubios y tierra de labor que existe en estas áreas rebajadas de la cuenca del Guaten. En las antes citadas elevaciones de Cerro Blanco se puede ver el contacto entre uno y otro conjunto.

El conjunto *c*), representado con mayor extensión en el ángulo NO., corresponde con las areniscas arcósicas de la facies Madrid. Son los mismos materiales que forman la mayor extensión del terreno sobre el que se asien-

ta la capital y que, como es bien sabido, se caracteriza por su aspecto de conjunto masivo, coloración marrón anaranjada de tonos claros y predominio de las areniscas arcósicas, entre las que se intercalan horizontes, menos abundantes, de material más arcilloso o arenoso. Estos sedimentos que aparecen en el extremo occidental de la Hoja de Aranjuez, se continúan ampliamente por el Oeste, hacia las elevaciones de la Sierra. El conjunto *c*) aparece en la zona del estudio, superpuesto tanto sobre las arcillas sabulosas como sobre la serie fajeada, como puede verse en los alrededores de los pueblos de Illescas y de Torrejón de Ardoz. En las inmediaciones de este último, las arcosas engastan en su base pequeños cantos de las margas y calizas del conjunto *c*), sobre el que reposan.

RELACIONES ENTRE LOS CONJUNTOS LITOLÓGICOS

Por los hechos observados, consideramos que los anteriores conjuntos se deben integrar en tres unidades estratigráficas.

La más antigua de estas tres unidades está constituida por el conjunto *a* y *b*, es decir, por las capas de yesos y las arcillas sabulosas basales. La continuidad evidente en la sedimentación y los tránsitos litológicos entre los niveles superiores de las arcillas y las capas de yesos, indican se trata de una misma formación.

Los conjuntos *c* y *d*, de las calizas pontienses y de las capas de areniscas, margas y arcillas que se encuentran en el escarpe occidental de la mesa citada y en la depresión del Guaten, parecen ser concordantes.

Finalmente, la tercera unidad está constituida por el conjunto *e*), de arcosas facies Madrid que, como luego

indicaremos, constituyen una formación distinta y más moderna que las anteriores.

Veamos ahora las relaciones que entre sí guardan estas tres unidades. Como acabamos de decir, las calizas y margas del Pontense, montan en continuidad estratigráfica, al menos aparente, sobre las capas del conjunto *d*) en la parte Norte del escarpe de la mesa, pero hacia el Sur y hacia el Este, descansan directamente sobre las capas de yesos de la primera unidad y aún, en algunos lugares, sobre las mismas arcillas sabulosas. Podría interpretarse esta desigualdad entre los materiales de base del conjunto pontense, como motivada por cambios laterales de facies en los horizontes de yesos y arcillas inferiores, pero diversas observaciones nos hacen pensar que las circunstancias deben ser aquí más complejas.

En varias de las canteras de yesos de los alrededores del pueblo de La Alameda de la Sagra y en otras situadas más al Norte, en el camino desde este pueblo al de Borox, se puede ver con claridad el contacto entre las capas de arcillas, margas y calizas, de la base del conjunto pontense y las capas de los yesos sacaroideos. Lo primero que destaca en estos lugares, es el fuerte contraste que existe entre ambas series de materiales, pues mientras los yesos se encuentran en capas potentes y de gran monotonía litológica, las arcillas, margas y calizas que sobre ellos directamente descansan, forman una serie rítmica de capas delgadas. Las capas de yesos, horizontales o subhorizontales, se presentan como un conjunto de mayor rigidez y en algunos lugares están afectadas por fracturas de distinto desarrollo, a favor de las cuales se han producido a veces cortos desplazamientos en la vertical. Las capas superiores se muestran, por el contrario, como un conjunto plástico, en el que son

frecuentes las ondulaciones de pequeño radio y hasta replegamientos muy acusados.

Pero el hecho más significativo a este respecto viene dado, por la existencia de una superficie de erosión que separa los citados yesos sacaroideos de la base, de las arcillas y margas del Pontense. Tal superficie de erosión la hemos observado en la mayoría de los lugares donde aparece al descubierto el contacto entre los yesos y el conjunto plástico superior, no sólo en las canteras mencionadas de la zona de La Alameda de la Sagra, sino también en otros puntos más distanciados, especialmente al Este del río Tajo y en los alrededores de Huerta de Valdecarábanos. En estos lugares se observa que la masa de los yesos se levanta a diferentes alturas y en detalle se ve en los cortes, que los yesos aparecen delimitados por una superficie que corta irregularmente las capas yesíferas y que con frecuencia presenta una forma escalonada, por adaptación en ciertos de sus tramos al entrecruzado de los planos horizontales de las capas y los de diaclasas subverticales. La existencia de esta super-

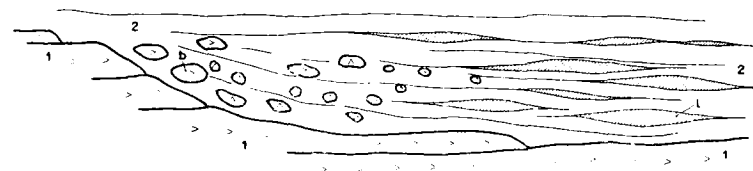


Fig. 2.—Frente de una de las canteras de yeso de La Alameda de la Sagra. 1, capas subhorizontales de yesos sacaroideos; 2, conjunto plástico mioceno; *b*, holos y cantos de yesos sacaroideos engastados en el conjunto plástico; *l*, lentejones de margas y yeso en cristales de pequeño y mediano tamaño.

ficie erosiva queda además demostrada por la presencia de cantos más o menos rodados de yesos sacaroideos, los cuales quedan engastados en la masa del conjunto plástico y en las proximidades de las capas de yesos. Estos

conglomerados de yesos los hemos encontrado en las canteras del Norte de La Alameda de la Sagra (lám. I, fig. 1) y también en una de las que se encuentran en las afueras de este pueblo. A lo largo del frente de esta última cantera, se observa bien la disposición de este conglomerado (fig. 2 y lám. I, fig. 1 y lám. II, figs. 1 y 2). En uno de los extremos del corte, las capas de los yesos sacaroideos, menos erosionadas, se levantan a mayores alturas; sobre ellas y especialmente en las inmediaciones del antiguo talud de erosión que fué fosilizado por los materiales plásticos del Pontiense, se encuentran engastados en estos materiales los dichos cantos de yesos sacaroideos. Los cantos presentan formas redondeadas, con detalles frecuentes de procesos de disolución en la superficie; a veces alcanzan el tamaño de gruesos bloques, siendo entonces de contornos más angulosos. La distinta orientación de sus planos de estratificación denuncia el movimiento de transporte a que fueron sometidos. A mayores distancias del talud fosilizado en los yesos sacaroideos, los cantos se hacen de menor tamaño y son menos frecuentes; entonces son sustituidos por grandes lentejones de yesos de disolución que se interestratifican entre las capas típicas del conjunto plástico del Pontiense. Estos lentejones están constituidos por una mezcla del material margoso y de yeso cristalizado en pequeños cristales, lo cual les diferencia claramente de los yesos macizos y sacaroideos de cuya disolución deben proceder.

Todos estos datos nos confirman en lo dicho anteriormente, de que las capas de yesos en estos lugares están coronadas por una superficie de erosión, la cual se debió formar, al menos con los perfiles que hoy la reconocemos, durante los tiempos anteriores a los del depósito de los sedimentos del Pontiense que actualmente la fosilizan. Y, en relación con la formación de esta super-

ficie y con los procesos de disolución acompañantes y subsiguientes, es como suponemos originados muchos de los replegamientos que se observan en las capas plásticas que descansan sobre las de los yesos sacaroideos.

Para explicar este proceso nos valdremos de los esquemas dibujados en la fig. 3, los cuales han sido trazados de acuerdo con las abundantes observaciones efectuadas sobre el terreno. Las fotografías 1 y 2 de la lámina III, son dos ejemplos que corresponden a los dibujos de la figura. En el corte superior de ésta aparece la sección transversal de un paleocauce labrado en los yesos sacaroideos; el relleno del paleocauce muestra, en el fondo, yesos de disolución mezclados con margas y, por encima, unos niveles de margas más oscuras que se engruesan hacia las zonas centrales del paleocauce y que están suavemente onduladas, por adaptación plástica a la depresión que rellenan. Más arriba, continúan las capas de margas y calizas en disposición prácticamente horizontal.

En el corte inferior de la misma fig. 3, aparece representada la sección transversal de otro paleocauce. En este caso, las aguas que labraron el mismo encontrarían en el fondo una grieta en los yesos que ampliarían por disolución, formando así un desagüe de fondo, cuyo funcionamiento continuaría después del depósito de las primeras capas de relleno del paleocauce, como lo demuestra el hecho de que los restos de las mismas se encuentran en forma de fragmentos englobados en la masa de los yesos de disolución que aparecen en el fondo. En el caso representado en la figura, el proceso de desagüe debió terminarse pronto por el cegamiento del sumidero de fondo, puesto que las capas que siguen en el relleno de la depresión se encuentran sin fragmentar y sólo afectadas por replegamientos de origen gra-

vitacional, motivados por la adaptación plástica de las capas al hundimiento de la entrada del desagüe de fondo y a las laderas inclinadas de las márgenes del cauce.

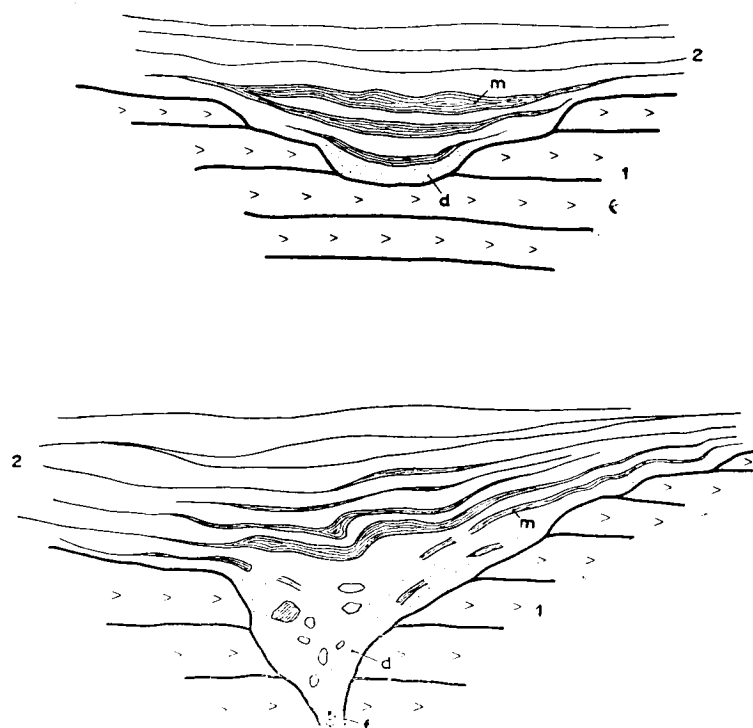


Fig. 3.—Canteras de yeso de La Alameda de la Sagra. Paleocauces labrados en los yesos sacaroideos. 1, conjunto plástico mioceno; 2, *d*, margas y cristales de yeso de disolución; *m*, margas oscuras; *f*, desagüe de fondo con fragmentos englobados de las capas superiores. El corte superior y el inferior corresponden, respectivamente, a las figuras 1 y 2 de la lámina III.

Cuando el cauce de erosión fué de mayor desarrollo y profundidad, las formas de replegamiento que se produjeron en las capas plásticas del relleno debieron ser naturalmente más acusadas y así es posible observar una deformación mayor en muchos lugares (lám. IV). En estos casos consideramos que bastantes de tales estructu-

ras mayores son además el reflejo de fracturas y fallas que afectaron a los yesos, las cuales, por otra parte, condicionarían el emplazamiento de los principales cursos de la red fluvial que originó la superficie topográfica fósil a que nos venimos refiriendo. Como luego indicaremos, algunos de estos accidentes tectónicos de mayor importancia, se han reactivado en tiempos posteriores y han condicionado ciertos rasgos morfológicos.

Como resumen de lo acabado de exponer, podemos decir, que muchos de los fenómenos de replegamiento y basculación que actualmente se observan en las citadas capas del Mioceno, en nuestra opinión no han sido originados únicamente por simples procesos de disolución profunda en la masa de los yesos infrayacentes, por fenómenos de hundimientos análogos a los que se producen, por ejemplo, en las distintas fases de desarrollo de un ciclo cárstico, sino que, por el contrario, están en gran parte relacionados con la formación de una topografía de erosión de edad prepontense y con la existencia de una serie de accidentes tectónicos de profundidad. La reactivación posterior de estos accidentes y los procesos erosivos más recientes, así como también fenómenos de disolución, han podido producir, localmente, el retoque y la acentuación de las antiguas formas.

Establecida la existencia de dicha topografía de erosión sobre las capas yesíferas, debemos ahora tratar de interpretar su significado. Podríamos suponer que corresponde a un episodio menor de erosión, a un diastema que se produjo en una serie única sedimentaria, la constituida por las arcillas sabulosas de la base, las capas de yeso y las más elevadas del Pontense. Sin embargo, los datos de observación nos llevan a concederle un mayor significado puesto que, como anteriormente dijimos, en el escarpe occidental de la dorsal de mate-

riales del Pontense y desde la latitud del vértice Garrido, hacia el Norte, las mismas capas que fosilizan por el Sur la superficie topográfica labrada en los yesos, se continúan hacia abajo con las capas del conjunto *d*) anteriormente citado. En este conjunto *d*) no hemos encontrado indicios de discordancias, ni tampoco de tránsito lateral con las capas de yesos sacaroideos que más al Sur se sitúan a mayores alturas; antes por el contrario y como ya se ha indicado, el paso entre unos y otros materiales es brusco. A falta de datos paleontológicos, que nos permitirían resolver en detalle el problema, debemos admitir que en estas zonas más septentrionales de la mesa, la discordancia erosiva observada en el Sur se transforma bien en una paradiscordancia, como consecuencia del hundimiento tectónico que, según luego indicaremos, se da en estas zonas del Norte, o bien, podemos igualmente suponer, que la discordancia se encuentra aquí situada en niveles más profun-



Fig. 4.—Representación esquemática de las relaciones que guardan entre sí los diferentes conjuntos litológicos a lo largo del frente occidental de la mesa de La Alameda de la Sagra-Seseña-Ciempozuelos. *a*, conjunto de los yesos sacaroideos; *b*, arcillas sabulosas; *c*, calizas y margas del Pontense; *d*, areniscas y margas del Vindoboniense. *Sf*, superficie de erosión labrada en los yesos y fosilizada por los materiales del Pontense.

dos, no visibles en el corte topográfico. En el primer caso, parte de la serie *d*) correspondería a la base del Pontense y las capas más bajas a niveles superiores a los yesos sacaroideos, capas inferiores que en el Sur habrían desaparecido por la erosión. En el segundo caso

sería todo el conjunto *b*) el que deberíamos integrar en el Vindoboniense. Pero, en ambos supuestos, nos encontramos con una intercalación de nuevos sedimentos entre el Pontense y los yesos sacaroideos, lo cual nos permite insistir en la importancia y significado de la discordancia establecida en las zonas meridionales.

Por lo que se refiere al último conjunto, el *e*) de las arcosas y arenas facies Madrid, hemos encontrado, en varios lugares, datos que nos indican se trata de una formación sedimentada posteriormente a las anteriores.

En las proximidades y al Este del pueblo de Torrejón de Velasco, en algunos cortes, se puede observar el contacto entre las arcosas y las margas gris-verdosas del conjunto *d*). Las arcosas se superponen a estas margas y quedan separadas de las mismas mediante una superficie irregular; en la base de las arcosas aparecen engastados pequeños fragmentos de las margas. Entre el kilómetro 10 y 11 de la carretera de Navalcarnero a Torrejón de Velasco, en un pozo que se encuentra próximo a dicha carretera, se observa la misma disposición. Las arcosas engastan además cantos de calizas de tipo pontense.

En los alrededores del pueblo de Illescas se observa análoga disposición. El contacto mismo entre arcosas y los materiales margosos y calizas que aparecen en las zonas inmediatas de Cerro Blanco, no es posible observarlo directamente, por el recubrimiento de depósitos cuaternarios y materiales de obras, pero en algunos socavones hechos en la base, aparecen los mismos materiales del citado Cerro Blanco, los cuales, por su constitución litológica, fina estratificación y hasta coloraciones, son completamente distintos de las arcosas amarillentas y monótonas que las recubren.

En los alrededores de la elevación correspondiente

al vértice Cantueña, situada al Norte del pueblo de Torrejón de Velasco, existen en la base una serie de pozos, en algunos de los cuales es posible observar una disposición análoga a la anteriormente citada: margas y calizas en el fondo y materiales arcósicos en las partes altas, que a veces engastan cantos de calizas pontienses.

Pero quizás el ejemplo más demostrativo de esta superposición y discordancia, lo hemos encontrado en el corte de la trinchera del ferrocarril en construcción que, aproximadamente en el kilómetro 10 de la carretera de Madrid a Barcelona, pasa por debajo de esta carretera. A lo largo del corte se ven, en la parte inferior, capas bien diferenciadas de calizas y margas y, sobre ellas, el conjunto de arenas y arcosas facies Madrid. Una clara superficie de erosión de irregular trazado, separa ambos materiales (lám. V, figs. 1 y 2).

Estos datos y los que anteriormente publiqué sobre el particular (4), así como abundantes observaciones que últimamente hemos realizado en diversos lugares de la fosa del Tajo y cuya descripción monográfica pensamos hacer en posteriores publicaciones, nos llevan a concluir que, en efecto, el conjunto de las arenas y las arcosas facies Madrid, corresponden a una serie sedimentaria distinta y más moderna que las constituidas por yesos y arcillas basales de una parte y la de las calizas pontienses y areniscas y margas inferiores por otra.

(4) ALÍA, M.: *Notas morfológicas de la región toledana*, «Las Ciencias», año, X, núm. 1. Madrid, 1945.

— — *El Plioceno en la comarca toledana y el origen de la región de la Sagra*, «Estudios Geográficos», año VI, núm. 19. Madrid, 1945

INTERPRETACIÓN ESTRATIGRÁFICA Y TECTÓNICA LOCAL

Establecidas estas dos discordancias y, por consiguiente, tres conjuntos sedimentarios diferentes, debemos tratar ahora de determinar la edad de cada uno de éstos. El punto de partida lo hemos de tomar en las capas de calizas de la coronación de la mesa antes citada, únicas en las que se han encontrado fósiles, los cuales le asignan una edad pontiense. Las areniscas y margas del conjunto *d*), por su posición, continuidad estratigráfica con las anteriores y analogías litológicas con las capas que en lugares próximos contienen restos fósiles, las debemos considerar, al menos en parte, como del Vindoboniense.

Como acabamos de decir, estos sedimentos del Mioceno fosilizan una antigua topografía labrada en los yesos y también en las arcillas sabulosas que los sirven de base. Este hecho nos lleva a la conclusión de que estos últimos materiales corresponden a un período de sedimentación anterior. Podríamos suponer que yesos y arcillas sabulosas fueran los representantes de algún piso del Mioceno inferior, pero si tenemos en cuenta la importancia de las formas fosilizadas, la altura a la que se sitúan las capas de yesos en zonas más orientales a la estudiada, en los bordes de la Mesa de Ocaña, podríamos también admitir que tales capas de yesos y arcillas sabulosas son el representante de un Paleogeno, más posiblemente de un Oligoceno, y podrían ser en este caso el equivalente de las capas yesíferas de la zona de Torrelaguna o de las que se encuentran en las zonas circundantes, aunque más detríticas, de la Sierra de Altomira. Con este supuesto volveríamos a la idea que hace años mantuvo y defendió Royo Gómez en numerosas publicaciones.

Por lo que se refiere a las arenas y arcosas facies Madrid, hemos demostrado anteriormente que son posteriores en su formación a las capas del Mioceno, puesto que descansan sobre ellas, quedan separadas de las mismas por una superficie de erosión y engastan además en su base, cantos de materiales miocenos. En los últimos años se ha venido suponiendo por algunos autores, que estos materiales no representarían sino las facies detrítica y marginal, más próxima a la Cordillera Central, de los sedimentos químicos o evaporitas miocenas que se encuentran en las zonas interiores de la depresión del Tajo. Sin embargo, y además de los datos anteriormente expuestos, debemos decir, en apoyo de nuestra idea, que en ciertas zonas de la base de la Cordillera, como sucede en la región de Torrelaguna, es posible ver, y con suficiente claridad, la diferencia que existe entre las arcosas del borde, muy análogas en su conjunto a las que se encuentran en las zonas más alejadas, por ejemplo en las mismas de Madrid, y los sedimentos detríticos de borde propiamente miocenos, mucho más compactados y, sobre todo, con estratos de diferente constitución litológica y coloraciones, lo cual los diferencia claramente de la masa monótona y poco diferenciada de las arcosas, las cuales descansan en muchos lugares sobre dichas capas detríticas del Mioceno de borde.

Por otra parte, en la zona de Colmenar Viejo y en ciertos retazos de estas capas marginales miocénicas, hemos localizado huesos fósiles cuya clasificación esperamos, pero que, en la primera impresión del paleontólogo a quien los hemos remitido para su estudio, parecen pertenecer a fósiles del Vindoboniense. Por último, algunos de los autores que consideran de edad miocena a las citadas arcosas facies Madrid, en unos casos, establecen un contacto neto entre dichos sedimentos y los de fa-

cies química, mientras que, en otros, señalan tránsitos graduales. Los contactos bruscos entre materiales litológicos de tan diversa naturaleza, son difíciles de explicar como debidos a tránsitos laterales de facies y, en realidad, están en desacuerdo con el concepto de transición. En los casos en que este tránsito gradual se señala, creemos puede tratarse más bien de ejemplos de contaminación en las arcosas pliocenas. Nosotros mismos hemos observado en varios lugares esta contaminación, la cual se pudo producir en dichos sedimentos arcósicos que proceden de la destrucción de los materiales de la Cordillera Central, cuando en sus bordes de expansión más alejados de la Cordillera se pusieron en contacto con elevaciones del Mioceno, las cuales, además de suministrarles los cantos que se encuentran engastados en las citadas arcosas, proporcionaron también sustancias en disolución que contaminaron parcialmente a los referidos sedimentos arcósicos. Otros ejemplos de contaminación lateral en las proximidades de escarpes morfológicos en materiales más antiguos, los hemos encontrado igualmente en los mismos sedimentos miocenos.

Por el contrario, otros autores, principalmente Hernández Pacheco, E. y F., supusieron ya en anteriores trabajos (5), que las citadas arenas y arcosas serían representantes probables de un Plioceno, y se basan para ello en las diferencias litológicas que encontraban entre tales materiales y los sedimentos miocenos, datados paleontológicamente, de Castilla la Vieja. Nosotros mismos, en las publicaciones anteriormente citadas y por diversas discordancias encontradas, les asignamos también edad plio-

(5) HERNÁNDEZ PACHECO (E.): *Síntesis fisiográfica y geológica de España*. «Trab. Mus. Ciencias Nat.», Serie Geol. núm. 38. Madrid, 1932.

HERNÁNDEZ PACHECO (F.): *Observaciones respecto al Paleoceno continental hispánico*. «Soc. Esp. para el Progreso de las Ciencias», Madrid, 1943.

cena. Las observaciones y datos que en el presente trabajo hemos expuesto, creemos son lo suficientemente convincentes para insistir en la edad pliocena de la formación. En varios lugares del borde de la Cordillera y también en los alrededores de Talavera de la Reina, hemos visto que sobre dicha formación se extiende la de las «rañas». Como las rañas en estas regiones son consideradas de edad Villafranquiense, debemos admitir, en definitiva, que el conjunto sedimentario de arenas y arcosas de facies Madrid, corresponden a un Plioceno medio o inferior.

Establecida la edad probable de estas diferentes formaciones y ante el plano geológico de la figura 5, trataremos ahora de fijar las circunstancias tectónicas de la región estudiada, basándose para ello en las relaciones que en su distribución guardan dichas formaciones y en los datos de observación.

En primer lugar encontramos (figs. 1 y 5), que lo que hemos llamado mesa de Ciempozuelos-Seseña-La Alameda de la Sagra, está limitada hacia el Este y el Oeste por dos frentes morfológicos, con cuevas bien definidas, cuya orientación en ambos casos es en su conjunto la NNE. Del lado oriental, dando frente al Valle del Tajuña y Tajo, son los escarpes en los yesos y arcillas sabulosas los que limitan, de forma brusca, la citada mesa; del lado occidental, el escalón morfológico, igualmente bien definido, se levanta sobre el valle del arroyo Guaten y se labra tanto en los sedimentos miocenos de la zona septentrional como en los yesos y arcillas de la zona más meridional. Por otra parte, las capas del Pontense de la coronación de la citada mesa, están plegadas y hundidas, preferentemente a lo largo de una banda que se orienta también según NNE., situada cerca del borde occidental de la mesa. Esta coincidencia entre las direc-

ciones de los ambos bordes marginales de la citada mesa, la orientación de la banda perturbada de las capas pontenses, y la misma que presenta el conjunto de los sedimentos de esta edad, nos permite establecer la posibilidad de que todos estos fenómenos sean debidos a la existencia de accidentes tectónicos de la misma dirección. Por otra parte, el valle del Tajuña y Tajo en estas zonas, se presenta también como una amplia depresión, comprendida entre escarpadas laderas, y con dirección igualmente NNE.

La localización directa de los accidentes tectónicos sobre el terreno es, por lo general, y como fácilmente se comprende, difícil de establecer en estos tipos de materiales, por la poca consistencia de los mismos, los frecuentes recubrimientos por derrubios o por sedimentos posteriores y por la falta o escasez de cortes recientes. Sin embargo, en algún lugar hemos podido observarlo con claridad. Así, por ejemplo, sucede en una antigua cantera de yeso que se encuentra en las proximidades de Borox, al E. de la carretera que une este pueblo con el de Seseña. El frente de la cantera, de 10 m. de altura aproximadamente, viene a corresponder en uno de falla en el que aparecen los yesos sacaroideos con estriamientos en el plano de falla; encima de los yesos hay una cubierta poco potente de capas de margas y calizas que fosilizan una antigua topografía. En el labio inferior del accidente aparecen también capas calizas y margas y, en un socavón próximo, de unos 8 m. de profundidad, por debajo de estos sedimentos de la parte superior del labio hundido, se encuentran las capas de areniscas micáceas, sin que aparezcan los yesos. La dirección del accidente es NNE., y parece corresponder a una falla inversa de gran ángulo.

Accidentes parecidos pueden reconocerse en los alre-

dedores del pueblo de La Alameda de la Sagra, Seseña, Sur de Esquivias, Yeles, etc. Posteriormente a estas localizaciones sobre el terreno y al levantamiento del plano geológico, se hizo, independientemente y por la Srta. María de la Concepción Bonet, el estudio fotogeológico de la región. Se confirmaron entonces las anteriores determinaciones y se ampliaron con la localización de nuevos accidentes tectónicos, los más importantes de los cuales aparecen representados en el plano de la figura 5.

De la observación de este plano se deduce que los accidentes dominantes se orientan según dos direcciones principales, las en general NE. y ONO. Otras de menor desarrollo N.-NO., condicionan el cauce de los arroyos que pasan por las inmediaciones de Seseña y Borox. Las fracturas dominantes, a su vez, están en relación manifiesta con destacados límites morfológicos y estratigráficos. Así, con las NE. coinciden en sus trazos generales, las dos zonas de cuesta, oriental y occidental, de la que denominamos Mesa de Ciempozuelos. A ambos lados de esta Mesa, ciertos tramos del río Tajo y del Arroyo Guaten, parecen estar igualmente condicionados por accidentes de la misma orientación. De las fracturas ONO., la que pasa por el pueblo de Borox tiene un especial significado, puesto que en su parte occidental corre a lo largo del límite entre las arcillas sabulosas con yesos que se encuentran al Sur, y los sedimentos reputados como del Vindoboniense, de más al Norte. Este importante accidente tectónico debe, pues, corresponder a una falla con labio levantado en el Sur y hundido en el Norte.

Finalmente, hemos de fijar también la atención en el hecho de que las capas del Pontiense y algunas del Vindoboniense inmediato, se encuentran plegadas y basculadas en la región de Esquivias, vértice del valle de Las

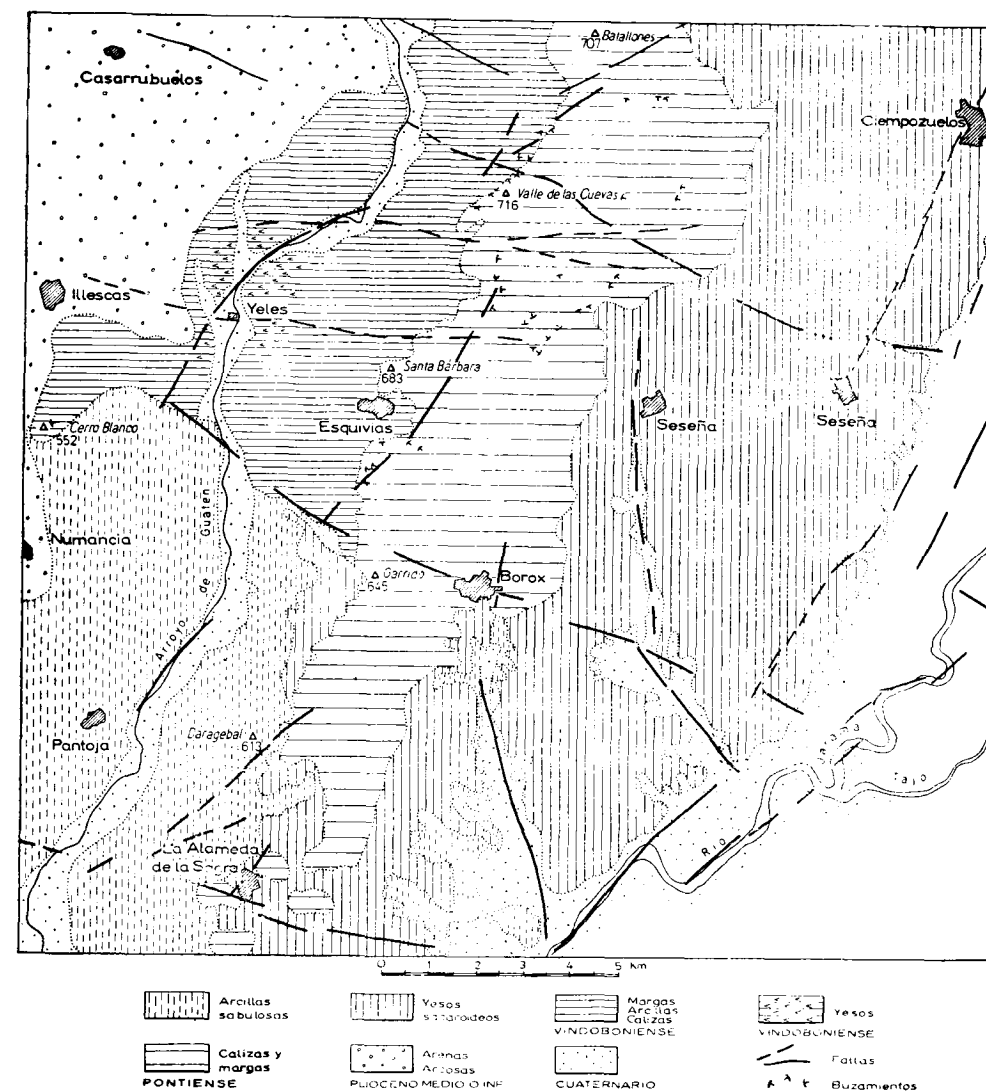


Fig. 5.—Plano geológico estructural de la zona. Confirmado por el levantamiento fotogeológico realizado por la Srta. M.^a de la Concepción Bonet.

Cuevas, como así se indica con los buzamientos representados en la citada figura. Y hemos de ver que esta zona de trastorno en el Mioceno, está emplazada en un área donde las fracturas visibles en superficie son abundantes. Es por consiguiente lógico admitir, sobre todo después de lo indicado anteriormente, que estas perturbaciones en las capas miocenas sean debidas fundamentalmente a la presencia y actividad del sistema de fallas existentes. Algunas de estas fallas se manifiestan como tales en superficie, pero otras, de desarrollo en profundidad, sólo han producido el plegamiento y basculación de las capas miocenas por un proceso de adaptación plástica, en una tectónica que pudiéramos asimilar a la de revestimiento. Este fenómeno lo hemos observado en detalle, no solamente en los ejemplos anteriormente citados, sino también en otros diversos lugares, tanto en la zona que ahora describimos como fuera de ella.

De acuerdo con estas observaciones y datos es como hemos trazado el corte transversal de la figura 6, el cual, salvo ciertos aspectos en la interpretación tectónica, coincide en gran parte con los establecidos anteriormente para esta zona por Royo y Gómez (6). En este corte se señala la adaptación del conjunto mioceno a las principales fracturas en los yesos sacaroideos; los yesos de la zona del arroyo Guaten, por las características de facies de las capas en que se encuentran, los consideramos como miocenos. Finalmente, el Plioceno en la zona de Illescas se extiende como manto sobre el Vindoboniense, para detenerse poco antes del escarpe de la Mesa de Seseña donde está afectado por la erosión del arroyo Guaten.

La simple observación de este corte, con los rasgos

(6) ROYO Y GÓMEZ (J.): Op. cit. (figs. 7 y 8).

tectónicos que en él se manifiestan, nos hace concluir que estos rasgos han influido de manera decisiva en la sedimentación de las sucesivas series y en la disposición actual de las mismas. Interpretando este corte y los diversos datos anteriormente expuestos, podemos establecer el siguiente esquema de evolución regional:

Durante el Mioceno inferior o Paleogeno, sedimentación del conjunto situado por debajo de la discordancia de erosión antes citada.

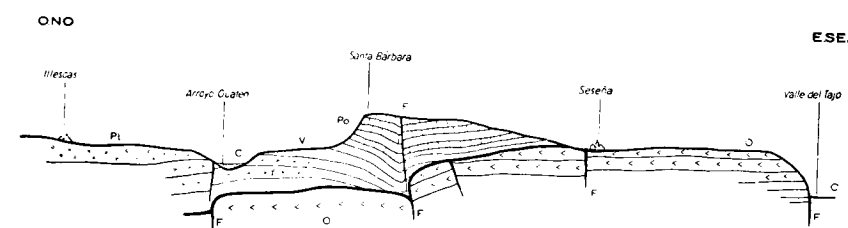


Fig. 6.—Corte geológico desde Illescas hasta el valle del Jarama-Tajo. O: yesos sacaroideos y arcillas sabulosas yesíferas; V, Vindoboniense: margas, areniscas y arenas; Y, yesos; Po, Pontienne: margas, calizas margosas y sílex; Pi, Plioceno medio o inferior: areniscas y arcosas; C, Cuaternario; F, fallas.

Deformación de este conjunto por la formación de pliegues de muy amplio radio y fracturas acompañantes. Se generarían así áreas diferencialmente elevadas y deprimidas.

Erosión en las zonas elevadas y depósito en las deprimidas que terminaría, en el Pontienne, con la sedimentación de las conjunto calizas-margas-sílice, el cual llegaría a cubrir, en estos lugares, los restos erosionados de las antiguas áreas elevadas. Sobre estas zonas quedaría fosilizada la referida superficie de erosión.

En el Plioceno inferior o medio volverían a funcionar parte de las antiguas estructuras, con lo cual se produciría un rejuvenecimiento topográfico y con ello se inicia-

ría un nuevo ciclo erosivo. Los sedimentos miocenos sufrirían deformaciones por adaptación a las estructuras inferiores rejuvenecidas y en algunos casos serían afectados por roturas. Al mismo tiempo, y como consecuencia de la elevación del marco montañoso de la Cordillera Central, se generarían los sedimentos detríticos de las arcosas y areniscas facies Madrid, los cuales se extenderían como aureola circunmontana. Al superponerse sobre los sedimentos miocenos erosionados, darían lugar a la formación de la segunda discordancia. En ciertos lugares, estos sedimentos serían detenidos en su avance centrífugo a partir de la Cordillera, por los accidentes topográficos motivados por la activación última de las estructuras, como sucede en el caso particular acabado de señalar en el corte de la figura 6. Se producirían entonces fenómenos de contaminación de las arcosas en estas zonas de contacto.

La evolución terminaría con una elevación de las áreas positivas durante el Villafranquiense y la consiguiente formación de las aureolas fanglomeráticas de las rañas y, finalmente, con el establecimiento de la red fluvial del Cuaternario.

Al considerar en conjunto esta evolución vemos, en definitiva, que gran parte de los rasgos fundamentales vienen condicionados por la existencia de destacadas directrices tectónicas, que con su presencia y reactivación durante los últimos tiempos, han orientados muchas de las peculiaridades geológicas de la región. Y vemos, por otra parte, que muchas de estas directrices se presentan como accidentes tectónicos, cuyo emplazamiento ha permanecido en general invariable desde tiempos más antiguos hasta los actuales. La destacada importancia de estos accidentes tectónicos y la constancia en su emplazamiento, nos lleva a la idea de que tales directrices

corresponden en realidad a accidentes que son el reflejo, en la deformable cobertera sedimentaria, de otros más profundos que cuartejan el basamento más rígido sobre el que descansan dichos sedimentos. Se trataría, por consiguiente, de una tectónica de revestimiento en la cubierta sedimentaria, que respondería, en sus rasgos fundamentales, emplazamiento y actividad, a las directrices fundamentales y actividad de las unidades más profundas.

Este punto de vista e interpretación, no sólo lo hemos establecido sobre la base de los datos anteriormente expuestos para el área descrita, sino también teniendo en cuenta un conjunto de observaciones que hemos realizado en el ámbito de la denominada Fosa del Tajo y regiones contiguas. Las conclusiones a que hemos llegado en estos diversos reconocimientos, son análogos a las expuestas y por ello nos decidimos a avanzar el ensayo de interpretación tectónica general que se sigue.

ENSAYO DE INTERPRETACIÓN TECTÓNICA DE CONJUNTO

Los datos antes expuestos para la zona del Oeste de Aranjuez los hemos complementado con observaciones y recorridos efectuados, tanto en las áreas sedimentarias de la depresión tectónica, como en las de la margen meridional de la Cordillera Central, frente de Toledo-Navalmoral de la Mata y Sierra de Altomira. Los resultados obtenidos hasta ahora como consecuencia de tales reconocimientos y estudios son abundantes, pero su exposición y discusión, evidentemente rebasarían los límites e intención que se ha seguido al redactar la presente nota, la cual sólo tiene un carácter de antecedente para los trabajos relacionados que después pudiéramos presentar.

Sin embargo, basándonos en lo antes expuesto, en la dicha información recogida en las áreas contiguas y, también, en los conocimientos geológicos y determinaciones geofísicas anteriores a nuestros trabajos, hacemos ahora un rápido ensayo de interpretación geológico-tectónica del conjunto de la depresión tectónica del Tajo, de acuerdo con nuestros resultados.

Hemos llegado anteriormente a la conclusión, que en la zona de Aranjuez pueden distinguirse un conjunto más antiguo, Paleogeno o del Mioceno inferior; otro del Mioceno alto, principalmente Pontiense, y, finalmente, los sedimentos del Plioceno. Los reconocimientos en las áreas contiguas nos ha permitido ver que los materiales del conjunto más antiguo, principalmente los yesos sacaroideos, se encuentran más ampliamente representados y a mayores alturas, en las regiones orientales, donde aparecen en los escarpes de erosión de los valles fluviales, por bajo de la relativamente delgada cubierta de la caliza pontiense que en estas zonas constituyen los páramos. El Paleogeno aparece finalmente en superficie, en una banda relativamente estrecha, a lo largo del borde occidental de las alineaciones del Mesozoico de la Sierra de Altomira.

Los sedimentos del Vindoboniense, con o sin el recubrimiento de calizas pontienses, se distribuyen por el contrario y aparte otras representaciones más locales, a lo largo de una banda que aproximadamente se tiende paralela a la orientación general de la Sierra de Guadarrama, o sea, según NE.-SO. y que queda situada al O. de Aranjuez y se continúa al NE. de Madrid.

Finalmente, los sedimentos de arenas arcósicas y arcillas del Plioceno, se prosiguen desde los bordes occidentales de dicha banda miocena hasta la base misma de la Cordillera. Con litología semejante se encuen-

tra otra aureola pliocena detrítica adosada al frente septentrional del macizo antiguo toledano y, sobre las calizas de los páramos, en las plataformas orientales, igualmente se encuentran extensiones, más o menos amplias, ocupadas por sedimentos del Plioceno, pero estos depósitos, de diferente litología que los anteriores, puesto que proceden en gran parte de la destrucción de materiales calizos, son de poco espesor y por su escaso significado no los tendremos en cuenta para esta interpretación de conjunto.

En definitiva observamos, que en la distribución general de los grandes grupos de sedimentos que se encuentran como relleno de la depresión tectónica del Tajo, es posible establecer una interesante seriación que lleva desde los más antiguos, en las zonas más alejadas de la Cordillera Central, hasta los más modernos, que se sitúan en las proximidades de la misma. De esta manera, si hiciésemos un recorrido desde las elevaciones de la Sierra de Altomira, de materiales mesozoicos, hasta los primeros contrafuertes de la Sierra de Guadarrama, pasaríamos primero por el dominio del Paleogeno, en ciertas extensiones oculto bajo la delgada cubierta Pontiense-Plioceno; después por la banda antes citada donde predominan los sedimentos del Mioceno, especialmente los del Vindoboniense, y finalizaríamos nuestro viaje de aproximación a la base de la Sierra, avanzando durante largo recorrido sobre la monótona masa de los sedimentos detríticos del Plioceno.

Estos grandes grupos litológico-estratigráficos se disponen, por otra parte, en bandas que en sus grandes rasgos son aproximadamente paralelas a la orientación general de la Cordillera Central en estas zonas, es decir, en bandas alargadas según NE.-SO. En la tectónica estudiada se ve también que, al igual que sucede para la re-

gión descrita al Oeste de Aranjuez, en las regiones contiguas las fracturas dominantes se orientan de preferencia con análoga dirección, si bien pueden existir otros sistemas complementarios, que se manifiestan con diverso desarrollo según las distintas zonas. En muchos casos, son estos accidentes tectónicos o su repercusión morfológica los que condicionan los límites laterales de formaciones de distinta edad.

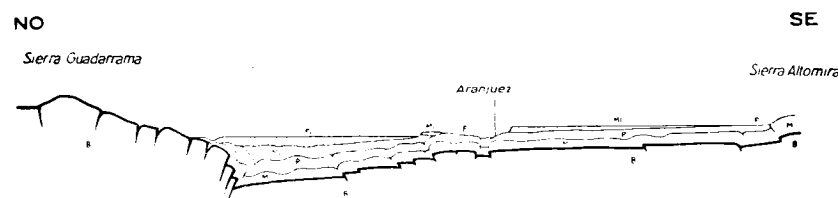


Fig. 7.—Corte geológico-estructural de la depresión tectónica del Tajo, según una transversal NO.-SE. B, basamento antiguo rígido y fuertemente fracturado; M, Mesozoico, principalmente Cretácico; P, Paleogeno y Mioceno inferior, en parte; Mi, Mioceno; Pl, Plioceno.

Esta serie de hechos nos hace pensar que la interpretación dada para el caso particular de la zona del Oeste de Aranjuez, puede generalizarse y hacerse válida para el conjunto de la gran unidad de la depresión tectónica del Tajo, de la cual dicha zona forma parte, y sobre estas bases es como hemos construido el corte esquemático y general de la figura 7. Según esta interpretación, la especial seriación que en superficie se observa para los grandes conjuntos estratigráficos, responde y es consecuencia de la accidentación tectónica del basamento rígido sobre el que dichas series se apoyan. Este basamento debe estar compartimentado por grandes fallas en distintos bloques o unidades, las cuales han debido funcionar con diferentes tendencias tectónicas, positivas o negativas, durante el transcurso de los últimos tiempos geológicos. Las zonas más elevadas de este basamento

sumergido deben corresponder a las de la base de la Sierra de Altomira, donde los materiales mesozoicos aparecen al descubierto; al Oeste de Altomira, las superficies tranquilas y extensas de los páramos de las Mesetas, parecen corresponder a un basamento de tectónica profunda poco accidentada. En las zonas intermedias, de la región de Aranjuez y contiguas, la mayor accidentación estratigráfica, tectónica y morfológica que se observa en superficie parece, por el contrario, ser el reflejo de una zona profunda más intensamente fallada. Esta zona corresponderá a la de inflexión mayor y tránsito a la más deprimida del conjunto, que según nuestra interpretación y conclusiones, se encuentra adosada al borde meridional de la Sierra de Guadarrama. Concepto éste que está en contradicción con las ideas mantenidas hasta ahora sobre el particular, pues en general se ha venido considerando a la fosa tectónica del Tajo, como una depresión de profundidad creciente hacia las zonas más alejadas de la Sierra del Guadarrama, lo cual motivaría un depósito preferente de las evaporitas miocenas en tales lugares y de los sedimentos detríticos, igualmente miocenos, en las regiones más occidentales de la depresión.

Pero esas anteriores interpretaciones están en gran parte basadas en el supuesto de que el conjunto de los sedimentos que rellenan la depresión del Tajo, son todos ellos de edad miocena, y nosotros hemos visto que, en realidad, corresponden a depósitos de distintos períodos del Terciario. Otros datos apoyan además nuestra interpretación como es, por ejemplo, que el contacto entre sedimentos y materiales antiguos del borde meridional de la Sierra de Guadarrama, se produce por lo general mediante fallas inversas en los materiales antiguos, como hemos podido observar en varios lugares, lo cual está

de acuerdo con nuestra interpretación. Y también con firman nuestro supuesto, las conclusiones obtenidas por V. Kindelán y J. García Siñeriz en las investigaciones gravimétricas y sísmicas que realizaron en estas áreas (7), de las que llegaron a establecer la existencia, dentro de la extensa cuenca terciaria comprendida entre la Sierra de Altomira y la Cordillera Central, de una cuenca parcial de mayor profundidad, de forma sensiblemente ovalada y con eje mayor según la dirección Monte de El Pardo-Valdetorres, que se sitúa en las cercanías de la base meridional de la Cordillera Central. La mayor de presión dentro de esta subcuenca la emplazan en las proximidades de Valdetorres, donde la caliza cretácica parece encontrarse a una profundidad de 1.850 m. Estos resultados están, por consiguiente, de completo acuerdo con las conclusiones a que nosotros hemos llegado por las determinaciones stratigráfico-tectónicas antes indicadas.

Podemos en definitiva concluir, después de todo lo expuesto, que los grandes rasgos geológicos de la denominada depresión del Tajo en estas áreas, parecen estar fundamentalmente definidos y condicionados por las directrices impuestas por la tectónica de fondo que afecta al basamento. Los rasgos que dominan en esta tectónica del basamento son los propios de un proceso general de compresión contra la Cordillera Central, lo cual ha motivado un acuñaamiento de las estructuras de fondo contra el bloque levantado de la Cordillera y la localización de

(7) KINDELÁN, V. y GARCÍA SIÑERIZ, J.: *Estudios geofísicos en las provincias de Madrid y Guadalajara*. Datos para el estudio de la geología de la provincia de Madrid, Hoja 560 (Alcalá de Henares). «Inst. y Geol. y Min. de España», Madrid, 1928.

GARCÍA SIÑERIZ, JOSÉ: *La interpretación geológica de las mediciones geofísicas aplicadas a la prospección*. «Mem. Inst. Geol. y Min. de España», Madrid, 1933.

las depresiones de mayor profundidad, en las proximidades del borde meridional de dicha Cordillera. Este proceso de compresión y acuñaamiento, debe estar en relación, en sus distintas fases, con las de emersión del bloque de la Sierra de Guadarrama; posiblemente, la mayor carga de sedimentos que se produciría, una vez iniciado el acuñaamiento de fondo, en la depresión más profunda del borde meridional de la Cordillera, motivaría un progresivo aumento del acuñaamiento por composición de esfuerzos, con la consiguiente abertura en abanico de las fallas delimitadoras del borde meridional de dicho bloque.

Finalmente, la particular distribución de los sedimentos de la depresión, condicionada en gran parte por las estructuras y actividad de la citada tectónica del basamento, ha repercutido también en el desarrollo morfológico y distribución de la red fluvial del Cuaternario. La masa de arcosas y arcillas del Plioceno, más reciente en su génesis que los restantes sedimentos del relleno de la depresión, menos influenciada por la tectónica de fondo y, por otra parte, emplazada sobre la zona de mayor profundidad del basamento, ha actuado como amortiguadora en superficie de las influencias de dicha tectónica profunda y, por ello, los ríos que discurren sobre esta masa pliocena, principalmente el Guadarrama y Manzanares, siguen en sus trazados cursos que pudiéramos decir normales, sin que en ellos puedan apreciarse, de forma manifiesta, rasgos fundamentales que puedan ser atribuidos a una imposición tectónica. Por el contrario, los ríos Tajo, Tajuña y Jarama, éste en su curso inferior, por discurrir sobre sedimentos más antiguos del Terciario y más afectados por la tectónica de fondo, muestran en sus trazados orientaciones que vienen condicionados en gran parte por la repercusión en superficie de dicha tectónica profunda y así se tienden con orientaciones generales NE -

SO. y con variaciones de detalle que, en muchos casos, están también en relación con accidentes tectónicos. De igual manera, el trazado del río Alberche en estas zonas de la depresión, viene impuesto por la adaptación a las estructuras de fallas inversas que jalonan en estos lugares el borde meridional de la Cordillera Central.



Fig. 1.—Cantera Daragebal, al norte de La Alameda de la Sagra. Cantos rodados de yesos sacaroideos engastados en arcillas del Mioceno superior.



Fig. 2.—Cantera de yesos en La Alameda de la Sagra. En la parte inferior, bancos de yesos sacaroideos que a la izquierda ocupan todo el frente de la fotografía, mientras que en la parte central y derecha, aparecen rebajados por una antigua superficie de erosión fosilizada por el conjunto plástico del Mioceno. En este conjunto se encuentran engastadas bolas de diversos tamaños de yesos sacaroideos. (Esta fotografía y las dos siguientes corresponden al frente de la cantera representada en el corte de la figura 2).

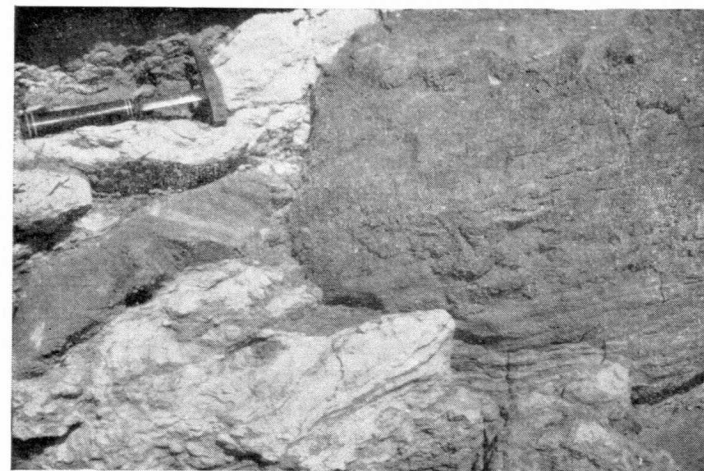


Fig. 1.—Detalle, en la fotografía anterior, de los bloques de yesos sacaroideos engastados en los materiales del Mioceno, con planos de estratificación distintamente orientados.

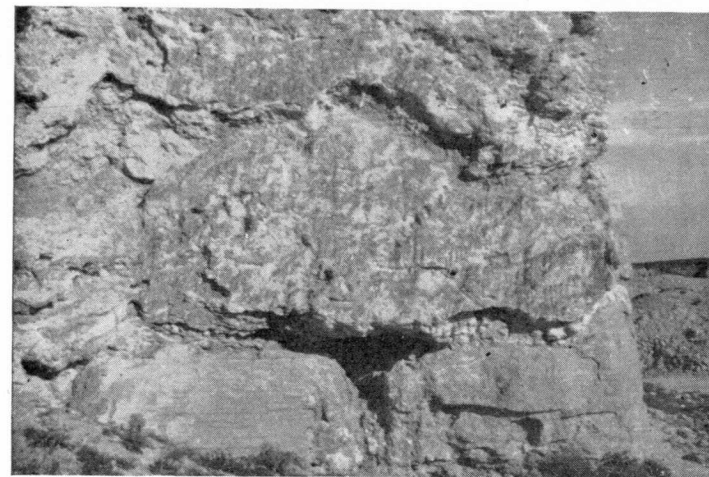


Fig. 2.—Frente de la misma cantera, en zona más alejada del escarpe de los yesos sacaroideos de la parte izquierda de la figura 2, lámina I. En la base, bancos compactos de yesos sacaroideos; encima, conjunto del Mioceno con grandes lentejones de margas y yesos en pequeños cristales.



Fig. 1.—Cantera de yesos en La Alameda de la Sagra. Paleocauce de los yesos sacaroideos. Corresponde al esquema superior de los cortes representados en la figura 3.

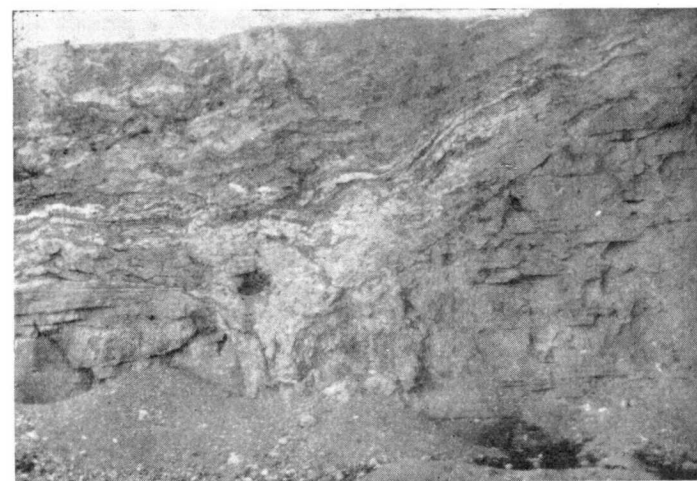


Fig. 2.—Cantera de yesos en La Alameda de la Sagra. Paleocauce de los yesos sacaroideos, con «desagüe de fondo». Corresponde al esquema inferior de los cortes representados en la figura 3.

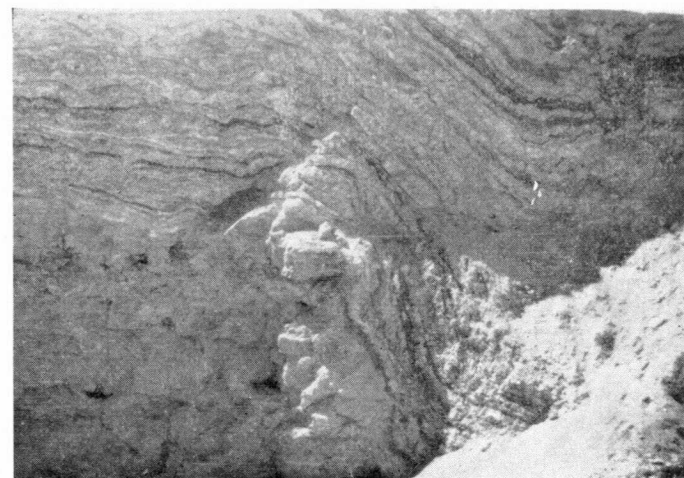


Fig. 1.—Frente de otra cantera de yesos en los alrededores de La Alameda de la Sagra. Conjunto plástico del Mioceno superior plegado sobre los yesos sacaroideos, en relación con una falla en los yesos de la base.

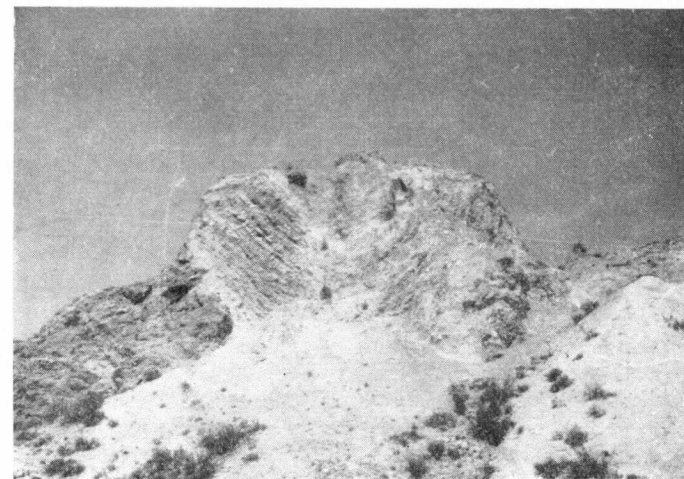


Fig. 2.—Cantera de yesos al este de Aranjuez. Sinclinal del conjunto plástico miocénico sobre los yesos sacaroideos.

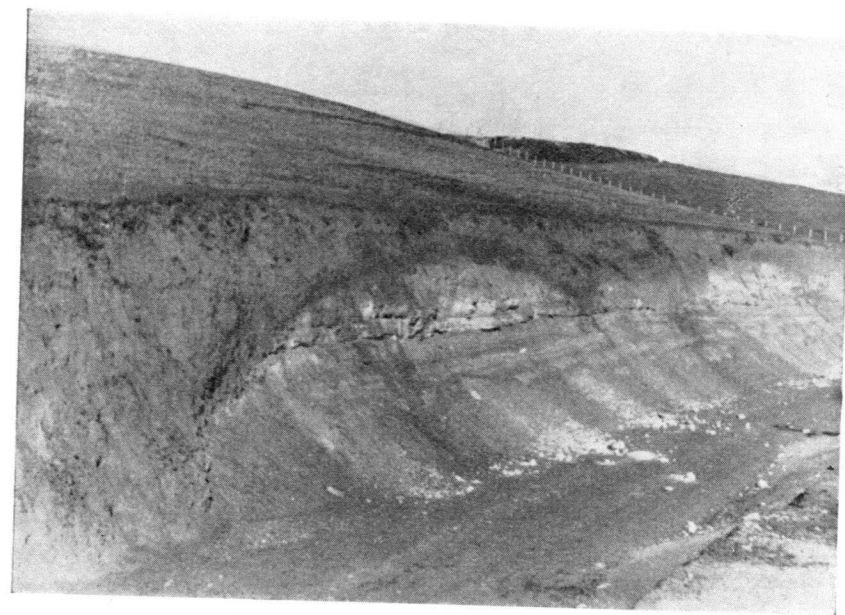


Fig. 1.—Trinchera de ferrocarril en construcción en el kilómetro 10 de la carretera Madrid-Barcelona. Capas de calizas y margas del Mioceno y sobre ellas las arcosas y arenas «facies Madrid» separadas por una discordancia de erosión.

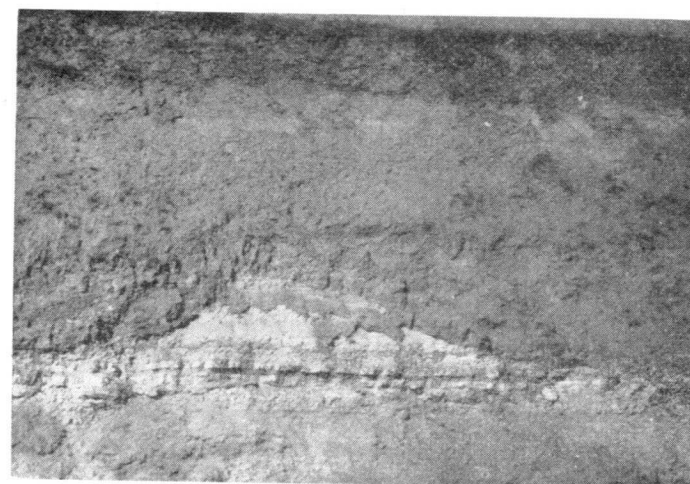


Fig. 2.—Otra fotografía de la trinchera de la figura anterior.

A. QUESADA GARCIA

FALLA DE DESGARRE EN EL S.-W. DE LA PENINSULA IBERICA

R E S U M E N

El presente artículo da cuenta de un rápido estudio sobre el terreno que ha permitido comprobar la existencia de una gran falla de desgarre, de dirección NE.-SW., en el SO. de la Península Ibérica, recorrida en una longitud de unos 90 kilómetros.

El examen de la falla en distintos puntos y las alineaciones de cuarcitas en las cercanías de ella, parece afirmar que tal accidente sea debido a la orogénia hercínica.

Basado en las teorías de Moody and Hill «Wrench Fault Tectonics», el autor hace un análisis de las numerosas fracturas halladas en las proximidades de la falla.

S U M M A R Y

This article gives us a quick study about the land which has allowed to prove the existence of a big thrust fault, towards the northwest S.-W. direction on the SO. of the peninsula Iberica, following a length of about 90 kms.

The examination of the fault in different point and the raws of quartzites next to them, it seems to confirm that such an accident is due to theorogeny hercinic.

According with Moody and Hill's theories «Wrench Fault Tectonics» the author make an analys o the several thrust found next to the fault.

En el número 56, del pasado año, de NOTAS Y COMUNICACIONES DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO Y MINERO DE ESPAÑA, nuestro compañero señor Del Valle publica una *Breve nota sobre la existencia de una importante falla en el S.-W. de nuestra Península*. Por la Dirección del Instituto hemos sido encargados de comprobar sobre el

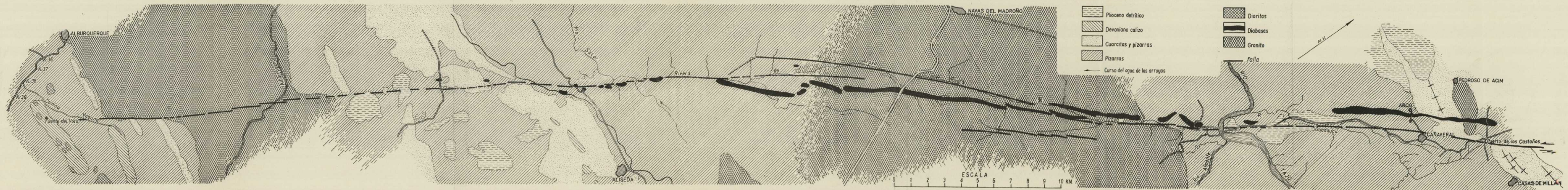


Fig. 1.

terreno la existencia del supuesto accidente, llevando a cabo un estudio somero, pero efectivo, que decida la conveniencia de realizar, en su día, una investigación más concienzuda o, por el contrario, abandonar tal estudio, aun en su primera fase. Con este objeto hemos efectuado una primera expedición, de diez días de duración, que comprende las Hojas, 1/50.000, de Alburquerque, Arroyo de la Luz, Navas del Madroño y Cañaveral. De las dos últimas nos ha sido posible utilizar fotografías aéreas.

Esta primera expedición ha permitido comprobar la existencia de la fractura (fig. 1), y en próximas salidas se pretende recorrer la zona por donde, más al Norte, se estima posible que continúe la falla.

A continuación, damos un resumen de las principales características que contribuyen a afirmar la existencia de esta falla, siendo muchas de ellas confirmación de lo previsto por el señor Del Valle en su nota anterior. Los lugares a que nos referimos, en el presente artículo, están tomados de las Hojas topográficas o geológicas correspondientes, en las que puede consultarse su situación.

Hoja de Alburquerque.

Las pizarras silúricas de la zona comprendida entre los kilómetros 56 a 59 de la carretera de Badajoz a Alburquerque, junto con los enclaves devónicos de la parte S. E., de la Hoja, poseen, en general, rumbos hercínicos, N. 60/80° W., con buzamientos variables, pero de tendencia a la vertical, excepto en las cercanías de la Fuente del Voto y Fuente de la Leona, donde adquieren, localmente, rumbos entre N. 50° E. y N. 70° E. En las

proximidades de esta zona existe bastante cuarzo interestratificado, y las pizarras que conservan el rumbo hercínico están fuertemente diaclasadas en la última dirección. En general, siguiendo el camino de la Vaguna, que parte del kilómetro 39 de la carretera de Badajoz, los diques de cuarzo son muy abundantes.

En el cruce del anterior camino con el arroyo de Elvira, el granito porfiroide se pone en contacto con pizarras mosqueadas; el primero está muy descompuesto y las pizarras, muy replegadas, se encuentran atravesadas por numerosos diques de cuarzo.

Algo al Sur y Oeste, las pizarras tienen rumbos N. 70/80° W., con buzamientos suaves al Sur, quizá formando parte de algunos pliegues de arrastre debidos a la falla. Hacia el Norte, e inmediatamente junto al cruce, el granito está milonitizado.

Las cuarcitas de la Sierra de Santiago, cuya alineación es hercínica, se interrumpen, hacia el Oeste, por el granito, y en sus proximidades, donde no las recubre el aluvión, poseen un fuerte diaclasamiento N. 40° E., siendo casi verticales con tendencia al Oeste.

Siguiendo la dirección probable de la falla, y ya en el seno del granito, la existencia de tal accidente sólo se hace visible por una faja arenosa suelta y algunos cantos, sin rodar, de hierro brechoso. El Laboratorio Petrográfico del Instituto ha estudiado, al microscopio, algunas muestras de estos últimos, y de una de ellas dice:

«La roca representa una brecha filoniana impregnada de óxidos de hierro (oligisto). Los fragmentos se pueden considerar brechoides por sus contornos rodados e incluso angulosos. (Los principales y únicos componentes, son: cuarzo alfa y oligisto). Están compuestos de cuarzo filoniano, de baja temperatura, y muestran

secciones prismáticas y exagonales de distinto tamaño. La matriz contiene también fragmentos, de menor tamaño, de un solo cristal generalmente y áreas de cuarzo microcristalino. Toda ella está impregnada de óxidos de hierro. El oligisto es también de origen filoniano (ascendente) de relleno. No se observa metasomatismo alguno. Las secciones de cuarzo, incluidas en la masa metálica, tienen contornos angulosos bien definidos, sin la menor corrosión.»

Más al Norte, en las proximidades del Cortijo de la Arenosa, continúa la zona arenosa, correspondiente a la fractura, y en la zona granítica, en contacto con pizarras, las diaclasas fundamentales responden a dos sistemas: N. 50/60° E. con buzamiento 75/85° N. y N. 60/70° W. con buzamiento 80° N. La pizarra del contacto es mosqueada.

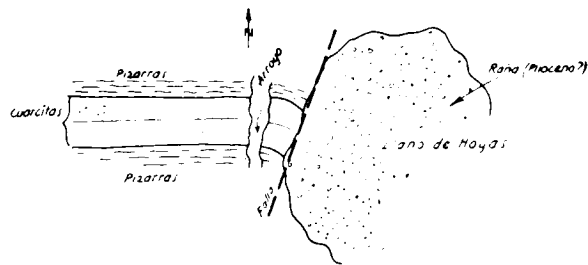


Fig 2.

En la esquina N. E. de la Hoja, la sierra cuarcitosa de Santa María queda interrumpida, bruscamente, al Este (Hoja topográfica núm. 728), por el arroyo de las Murtas. En la prolongación de la sierra, al otro lado del arroyo, se encuentran una zona llana, Llano de las Hoyas, de altitud poco menor a la de aquella, y formada, en su casi totalidad por cantos más o menos rodados de cuarcita, cuarcita arenosa y cuarzo, que constituye, al

parecer, una formación típica de esta región, rañas, que, probablemente pertenece al Plioceno.

Achacamos a la presencia de la falla, la interrupción brusca de esta alineación cuarcitosa, de rumbo hercínico.

Hoja de Arroyo de la Luz.

Como más resistentes, las alineaciones de cuarcitas silúricas reflejan mejor la zona de fractura, al romperse, desplazarse y presentar muchas diaclasas y pequeñas fracturas paralelas a la dirección N. 40/50° E.

Las sierras de cuarcitas de esta Hoja se encuentran muy trastornadas en la zona de fractura y sus elementos, aislados y muy fracturados, se arquean adaptándose al desplazamiento.

Probablemente, la anomalía de rumbo en la alineación del Cerro de Media Cacha y Sierra Pajonales se deba al paso de la falla al Oeste de la Sierra del Algibe, y la parte más oriental de esta sierra, Morrón de los Cabezones, sólo presenta ligera desviación de rumbo con la dirección normal.

La zona pizarro-cuarcitosa comprendida entre el Cerro de Media Cacha, Pajonales y Puertollano, tiene orientación caótica y en el cauce de los arroyos se ven las pizarras atravesadas por muchos diquecillos de cuarzo. Todo ello está muy replegado y roto.

En las alternancias de pizarras y cuarcitas arenosas, próximas al ferrocarril, existen unos pliegues de arrastre muy violentos, que se aprecian bien en la trinchera de aquél, entre los kilómetros 354 y 358. En las proximidades, algunas bancadas pizarreñas y de cuarcitas poseen orientación N. 50/70° E.

Hacia el Norte, entre los kilómetros 32 a 37, de la

carretera de La Aliseda, la orientación de pizarras y areniscas varía entre E.-W., N. 20/30° W., y N. 40/50° E. y buzamientos variables, entre los kilómetros 32 y 33 se encuentran bastantes diques de cuarzo, a veces replegados. Aunque en este tramo hay trechos en que se conserva cierta orientación, lo normal es el trastorno. En general, los rumbos son más uniformes antes de llegar al kilómetro 32 y después de pasar el 37.

A medida que nos alejamos hacia el Norte, se insinúa, cada vez más, una dirección privilegiada, N. 40° Este y se van formalizando los apuntamientos diabásicos.

El río Salor, en la zona de fractura, sufre un cambio en su curso orientándose al N.-E., en un tramo de dos a tres kilómetros y el arroyo Rivera de Araya se orienta en la dirección de la fractura hasta su confluencia con el río Tajo, por el Norte, ya en la Hoja de Cañaverál.

Las sierras de cuarcitas de la Hoja de San Vicente de Alcántara (al Oeste de la de Arroyo de la Luz), después de una zona dislocada, en su extremidad oriental, sigue de nuevo la directriz hercínica, aunque hay «desenganches» transversales, con desplazamiento mínimo, debidos a fracturas de tipo análogo al que describimos en esta nota. Los autores de la Hoja geológica correspondiente marcan unas fallas de descompresión, hercínicas, paralelas al rumbo de las sierras, que, en algunos casos, ponen a tope cuarcitas ordovicenses con pizarras de tramos más altos.

La zona fracturada comprendería desde la parte más occidental de la Sierra del Algibe (Hoja de Arroyo de la Luz) hasta la más oriental del Morrón de Calabazones (Hoja de San Vicente de Alcántara), es decir, unos tres kilómetros en dirección normal a la falla.

Hoja de Brozas (Navas del Madroño).

El último apuntamiento diabásico que se observa en la parte norte de la Hoja de Arroyo de la Luz, continúa, en esta otra, de manera casi ininterrumpida, en dirección al N.-E.

La zona de fractura queda marcada, claramente, por el curso del arroyo Ribera de Araya y por la existencia del dique de diabasas; también existen algunas fracturas paralelas próximas.

De una de las muestras, que hemos tomado en la zona de falla, nuestro Laboratorio Petrográfico, dice:

«Roca de relleno de falla profunda, lo que indica la transformación y recristalización de los componentes. No se le puede dar ningún nombre adecuado, puesto que representa un conjunto de material de relleno, muy modificado. Los componentes principales, son: Cuarzo, clorita, muscovita, biotita y óxidos de hierro, y, como componentes accesorios, presenta titanita, apatito, sericita y feldespatos (plagioclasas totalmente alterados).

El cuarzo sufrió varios cambios; fué triturado, por lo visto nuevamente depositado y recristalizado, formando parte del cuarzo secciones de gran tamaño, automórficas, de configuración exagonales, extinción ondulosa correspondiente al cuarzo alfa, de baja temperatura. La otra parte muestra secciones de tamaño reducido con residuos de calcedonia. La muscovita y biotita muestran láminas de buen tamaño, agrupadas en nidos; la sericita sustituye al feldespato, el apatito muestra secciones prismáticas y exagonales de gran tamaño; la titanita forma secciones pequeñas, distribuidas generalmente en los agregados laminares de clorita.»

Junto al lugar donde se tomó la muestra anterior, existe, en la zona de contacto con el granito, corneanas de cordierita, que indican fuerte metamorfismo de contacto.

En la zona de fractura, que estamos considerando,

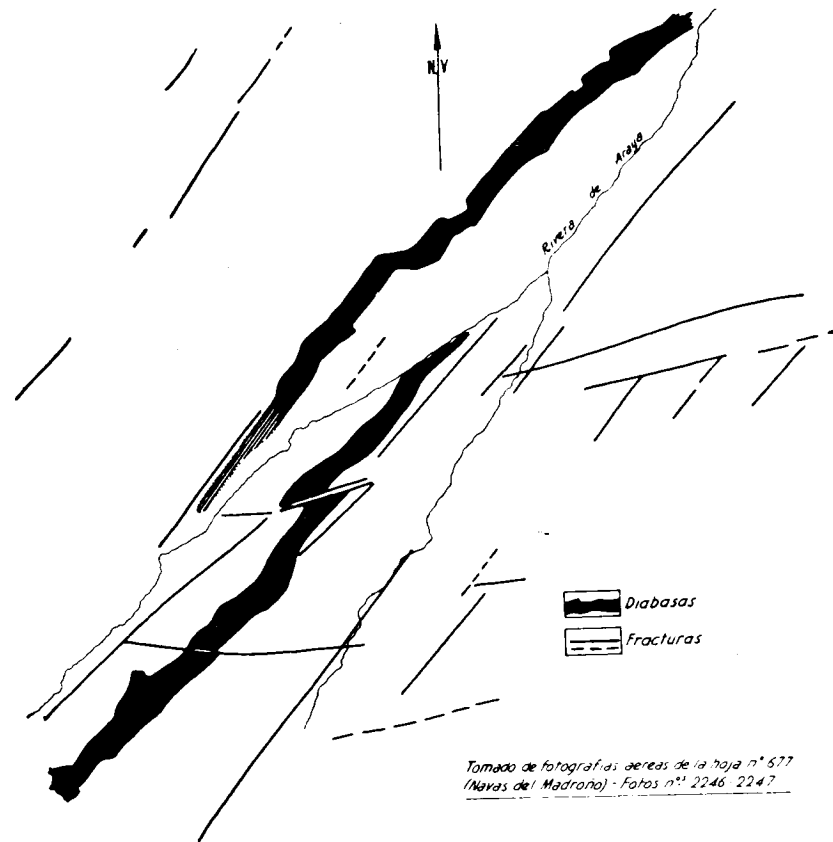


Fig. 3.

las diaclasas del granito llevan la dirección N. 40/50° E. y poco al Oeste, las pizarras metamórficas presentan orientación N. 40/50° W. Con la primera dirección, también existen diques aplíticos, en el seno del granito.

Cerca del cruce del arroyo Ribera de Araya con el

Cordel de Ganados, y algo hacia el Norte, el dique diabásico se encuentra roto y desplazado, siendo intrusivo entre pizarras, pero más al Norte, atraviesa granito porfiroide.

El contacto del dique con el granito se aprecia bien en la carretera de Portugal, kilómetro 17,200, donde éste presenta dos sistemas de diaclasas muy bien marcados: N. 60° W. y N. 50° E.

Hoja de Cañaveral.

Agradecemos a los señores Pérez Regodón y Sos Baynat, que actualmente estudian la geología de esta Hoja, los datos que nos han proporcionado, que complementan nuestras propias observaciones.

La falla atraviesa probablemente esta Hoja en su extremo S. W., por la Rivera de Araya, y aunque en ciertos tramos no es visible, su paso debe corresponder al agudo meandro que forma, en esta zona, el río Tajo, y a los arroyos paralelos a la carretera y de dirección N. E.

Un grueso dique de cuarzo, que se encuentra junto al cruce de un arroyo con la carretera de Cañaveral, parece indicar el paso de la falla en las proximidades del kilómetro 171 de aquella carretera.

Al norte de Cañaveral y algo al N.-W. del kilómetro 164, la falla interrumpe bruscamente la alineación de cuarcitas, bastante milonitizadas y recristalizadas, poniéndolas en contacto con pizarras. Algo análogo ocurre al N.-E del Puerto de los Castaños, donde las cuarcitas de las Sierras de Marimorena y Casas de Millán se estrellan con la falla.

En la carretera de Cañaveral al Puerto de los Casta-

ños, entre los kilómetros 164 y 165, se aprecian pliegues de arrastre, en alternancia de pizarras y cuarcitas, cuyos ejes buzan unos 60° al S. E.

En la Sierra de Cañaveral, las cuarcitas presentan una serie de fracturas transversales, más o menos paralelas a la dirección N. 45° E., que producen ligeros desplazamientos del mismo sentido que el de la falla que consideramos.

El dique diabásico que venimos siguiendo desde la Hoja anterior, sufre algunas interrupciones, teniendo su tramo más continuo entre las carreteras del Portezuelo y las del Puerto de los Castaños a Coria.

Resumen.

Nuestros trabajos de campo parecen confirmar la existencia de una falla, con su consiguiente zona de fractura orientada N. 30/45° E., que ha motivado un desplazamiento horizontal, de unos 2,5 a 3 kilómetros, hacia el Norte, del bloque Este con relación al Oeste. Su existencia queda delatada por desplazamientos, roturas y dobleces en las alineaciones de cuarcitas de las Hojas de Cañaveral y Arroyo de la Luz, principalmente.

Cuando la falla atraviesa regiones pizarreñas, sólo una observación cuidadosa, en las zonas en que debe hallarse aquella, proporciona determinadas características (pliegues, diques de cuarzo, distinta orientación de las pizarras, fracturas de pequeño salto...), que evidencian su paso.

En las zonas graníticas, la fractura ha originado líneas de debilidad y la roca está muy descompuesta y arenosa, lo que da lugar a estrechos encajonamientos de los arroyos, según directrices rectilíneas. En el grani-

to próximo, existen, en general, dos sistemas de diaclasas, uno de ellos paralelo a la dirección de la falla, y el otro al rumbo hercínico.

La componente vertical del desplazamiento, si existe, debe ser mínima. Apenas hay diferencia de altitud en las alineaciones de cuarcitas a ambos lados de la fractura y, por otra parte, la amplitud transversal de dichas alineaciones, que en general corresponden a sinclinales, se mantiene, aproximadamente igual a uno y otro lado. Así pues, el desplazamiento ha sido casi exclusivamente horizontal y, por ello, consideramos esta falla como rumbo-deslizante lateral izquierda (wrench fault left lateral).

Se puede asegurar que ha existido más de un movimiento a lo largo de la zona cizallada, véanse figs. 1 y 3. El dique de cuarzo (80/90 cm.), a que nos hemos referido al hablar de la Hoja de Cañaveral, está en ciertos tramos fuertemente replegado sobre sí mismo, aunque conserva su directriz rectilínea. El dique diabásico, que atraviesa la Hoja de Navas del Madroño, y que probablemente se inyectó aprovechando la zona cizallada anteriormente, se ha fracturado localmente debido a empujes posteriores. El estudio microscópico de una brecha ferruginosa, en el seno del granito de Albuquerque, en la zona de fractura y que transcribimos al hablar de la Hoja correspondiente, indica un relleno de cuarzo aprovechando la primera fractura, trituración de ese cuarzo debido a movimiento posterior y ascensión de soluciones mineralizadoras, que englobaron los fragmentos cuarzosos.

Consideraciones teóricas.

Siguiendo las teorías de Anderson y de Moody and Hill, para este tipo de fallas, el eje máximo de esfuerzos principales de compresión estaría situado horizontalmente, formando un ángulo de unos 30° con la dirección de la falla, es decir, que en nuestro caso iría aproximadamente, en la dirección N.-S. a N. 15° E. El eje de esfuerzos intermedios sería vertical y paralelo a la falla. El eje de esfuerzos mínimos, horizontal y normal a los anteriores (fig. 4).

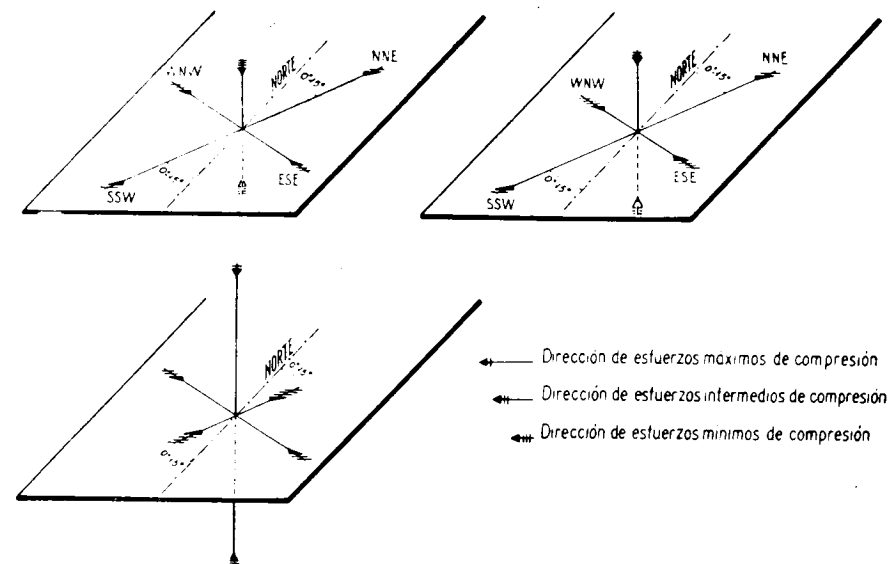
Dada la orientación hercínica N. $60/80^\circ$ W., de las alineaciones cuarcitasas, los esfuerzos máximos de compresión de esta orogenia, estarían orientados aproximadamente paralelos a los esfuerzos máximos de compresión causantes de la falla; en todo caso, la diferencia sería de pocos grados.

En los plegamientos hercínicos, la orientación de los esfuerzos podrían ser: Dirección principal de esfuerzos máximos de compresión, horizontal y dirigida N.-E./S.-W.; dirección principal de esfuerzos de compresión intermedios, horizontal y normal a la anterior, y, dirección principal de esfuerzos mínimos de compresión, vertical y normal a los anteriores.

Esta orientación se refiere a la fase más violenta y, de acuerdo con ella, sería de esperar pliegues arrumbados como las alineaciones de cuarcitas actuales y cabalgamientos o fallas inversas, de rumbo paralelo a las alineaciones anteriores y buzamientos al N.-E. o S.-W., de unos 30° , aproximadamente (fig. 4).

En una fase más moderada, con igual dirección para los esfuerzos máximos, el alivio en la compresión hori-

zontal, normal a la anterior, puede llegar a ser tal que los esfuerzos intermedios pasen a ser verticales y los mínimos queden horizontales y normales a los anteriores. Serían de esperar, entonces, fallas de desgarre, como la estudiada (en la zona reconocida, están mejor representadas las fallas lateral izquierda que las de serie conjugada) y pliegues de arrastre de ejes aproximadamente verticales (fig. 5).



Figs. 4, 5 y 6.

En la etapa final de la orogenia, existe una disminución general de la compresión, es decir, una descompresión, y los esfuerzos máximos son verticales, por corresponder a la gravedad, mientras que los intermedios serán horizontales y paralelos a las directrices hercínicas; los mínimos, horizontales y normales a los anteriores. Serán de esperar fallas normales y los consiguientes reajustes (fig. 6).

De cuanto llevamos dicho, se deduce que los acci-

dentes encontrados en la zona estudiada, responden a las tectónicas hercínica y posthercínica, en su totalidad, y que las orientaciones al N. E. de ciertos tramos de las alineaciones de cuarcitas, son debidas igualmente a movimientos hercínicos más o menos tardíos, por desplazamientos consiguientes a fracturas de desgarre.

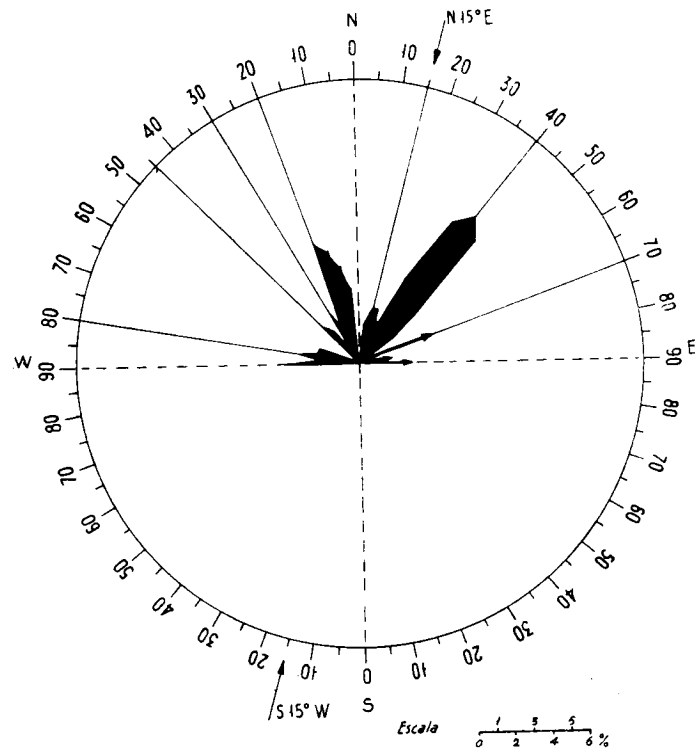


Diagrama de 267 fracturas, tomadas de fotografías aéreas de la hoja de Cañaverál

Fig. 7.

Diagramas de frecuencia de rumbos.

Al estudiar las fotografías aéreas de las Hojas de Cañaverál y Navas del Madroño, se observa que las zonas próximas a la falla que estamos estudiando, pre-

sentan gran número de fracturas. Sin tener en cuenta su tipo o magnitud, hemos hecho una clasificación estadística, basada solamente en el rumbo.

Hemos medido 267 fracturas en la Hoja de Cañaverál, y 417 en la de Navas del Madroño, y dibujado

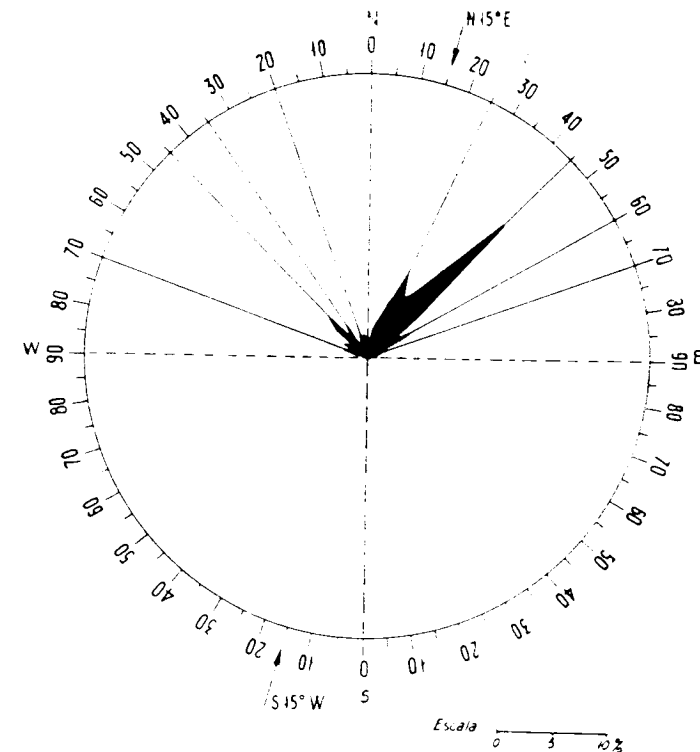


Diagrama de 417 fracturas tomadas de fotografías aéreas de la hoja de Navas del Madroño

Fig. 8.

los diagramas de frecuencia de rumbo para estas Hojas, por separado y en conjunto (figs. 7, 8 y 9).

En estos diagramas se observan ciertas direcciones privilegiadas. Así, en el diagrama de frecuencia de rum-

bos de Cañaveral, los picos más acusados, corresponden a:

- N. 70° E.
- N. 40° E.
- N. 15° E.
- N. 20° W.
- N. 45° W.
- N. 80° W.
- E. — W.

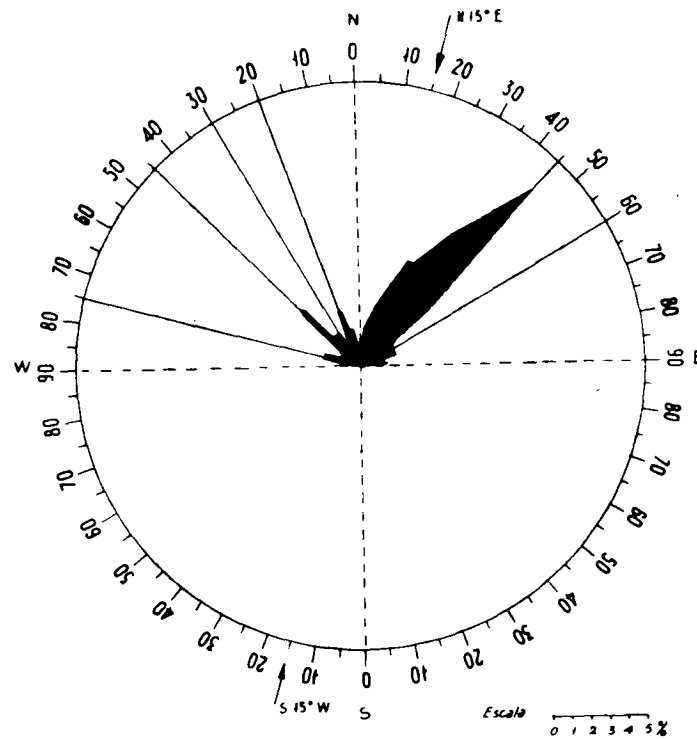


Diagrama de 684 fracturas tomadas de fotografías aéreas de las hojas de Navas del Madroño y Cañaveral

Fig. 9.

y en el de Navas del Madroño:

- N. 60° E.
- N. 45° E.
- N. 25° E.
- N. 45° W.

En el que contienen la totalidad, los picos más acusados se encuentran a:

- N. 45° E.
- N. 20° W.
- N. 45° W.
- N. 75° W.

Para la falla que estamos estudiando, la dirección de máxima compresión correspondería, aproximadamente, a N. 15° E./S. 15° W., y, puesto que la zona más fracturada es la más próxima a la falla, suponemos que dichas fracturas se deben, principalmente, a los empujes responsables de aquélla. Así, en esta hipótesis, consideramos dicha dirección como principal en los diagramas.

Según J. D. Moody and M. J. Hill, el esquema general de fallas de desgarre (wrench faults) para una compresión principal dirigida según N. 15° E./ S. 15° W sería el de la figura 10. Las «ocho direcciones principales que no se repiten» serían:

Fallas de desgarre

	Lateral derecha	Lateral izquierda
1.º Orden	N. 15° W.	N. 45° E.
2.º »	N. 60° W.	N. — S.
	N. 30° E.	E. — W.
3.º »	N. 75° E.	N. 45° W.

y la dirección de plegamiento y/o de fallas inversas

- N. 75° W.
- N. 30° W.
- N. 60° E.
- N. 15° E.

(Moody and Hill, siguiendo también a otros autores, son de la opinión que la reorientación de los esfuerzos

SCHMIDT-TOMÉ (P.): *Basamento paleozoico y cobertura moderna en la parte occidental de España Central* (provincias de Salamanca y Cáceres). Publicaciones extranjeras sobre Geología de España.

MOODY (J. D.) and HILL (M. J.): *Wrench Faults Tectonics*, «Bulletin of the Geological Society of América», vol. 67 (1956).



La falla se delata por el dique de cuarzo.



Pliegues cuyos ejes buzan más de 60° hacia la falla.

J. M.ª RIOS

ALGUNAS AREAS ESPECIALES DE LAS ZONAS SUB-PIRENAICAS Y DE LA CUENCA DEL EBRO(*)

A B S T R A C T

The marginal mountain chains that frame the Ebro Basin, on the N. and N. E. of the Iberian Peninsula show the existence of some special areas where the sedimentation affects peculiar characteristics. Among them the most marked one is the existence of series more complete, more continuous in their sedimentation and more thick.

The origin of these special areas is, probably, far reaching, and related, in the first place, to the development of the Hercynian folding; second, and more clear and immediately, to the movements of upper Jurassic times; the final tectonic conformation is reached with the Alpine folding during oligocene times.

A manifest relationship of cause to effect is apparent between the location of these areas and that of extensive diapiric phenomena around them. In one case the forces involved are mainly gravitative, and diapirism is more clearly related to the sedimentary than to the tectonic processes; the diapirs are of the salt plug or columnar type. In others, on the contrary, the reverse is certain, and the diapirs follow, in most cases, lines of faulting.

One of these diapirs, near Pamplona, inedit, of recent discovery, has the shape of a very elegante laminar outcrop of saline materials of the Keuper, and constitutes a novel type among the more classic diapiric manifestations of the región.

(1) La versión original de este trabajo titulada *On some special zones of the Sub-Pyrenean areas and the Ebro Basin in Spain*, fué presentada a la Reunión Anual de «The American Association of Petroleum Geologists», que se ha celebrado en Atlantic City durante los días 25-28 de abril de 1960 y leída en la sesión del día 27 en el salón del Steel Pier Casino. Su publicación en versión española ha sido amablemente autorizada por la A. A. P. G.

I. CARACTERES GEOGRÁFICOS Y GEOLÓGICOS GENERALES DEL VALLE DEL EBRO

a) Descripción geográfica.

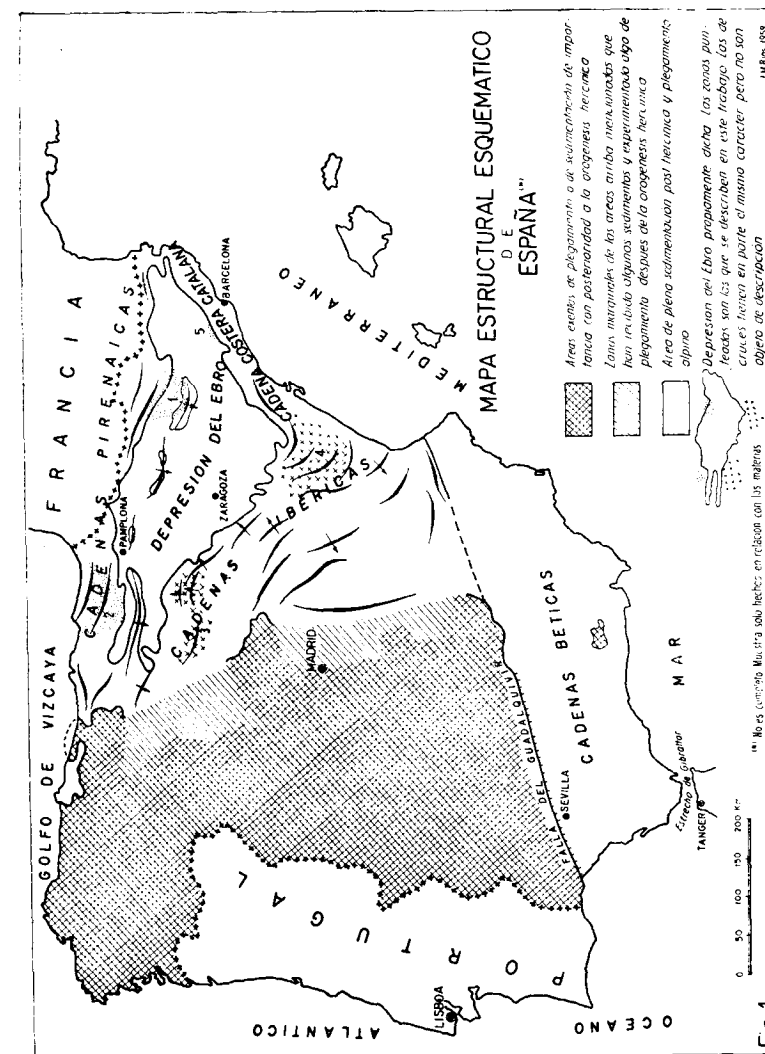
El Valle del Ebro, en su actual expresión geográfica, está situado en la esquina NE. de la Península Ibérica (fig. 1). Tiene forma triangular y está limitado al N. por las Cadenas Pirenaicas, a lo largo de la frontera francesa; al E. por las Cadenas Costeras Catalanas, y al SO. por las Cadenas Ibéricas.

b) Descripción geológica.

La parte triangular corresponde a una fosa rellena por sedimentos eocenos y oligocenos, que están mucho, poco o nada plegados, según sea su situación marginal o central dentro de la fosa, y más o menos ocultos por un ligero recubrimiento parcial mioceno en disposición horizontal. Las cadenas enmarcantes están constituidas, esencialmente, por series mesozoicas más o menos completas, entre las que afloran núcleos paleozoicos de diversa importancia.

La cobertura eoceno-oligocena, antes de ser atacada por la erosión, se extendía también sobre una parte de las cadenas enmarcantes, donde se encuentran aún restos aislados de ella. Y a su vez, entre los sedimentos eoceno-oligocenos del valle propiamente dicho, asoman estratificaciones de las cadenas enmarcantes.

Las tres cadenas son más o menos de la misma edad y deben su origen a plegamientos alpinos ocurridos en-



tre finales del Eoceno y finales del Oligoceno, y su relieve a alzamientos posteriores. De las tres cadenas de montañas, la Pirenaica es la más importante, y su categoría tectónica varía entre la de los plegamientos jurásicos violentos y las de los alpinos moderados; la Ibérica es intermedia y corresponde a la categoría jurásica típica; la Costera Catalana es la de plegamientos más moderados y en su estructura han preponderado los alzamientos. Los núcleos paleozoicos de éstas cadenas están plegados con violencia y su fase de plegamiento principal, hercínica, tuvo lugar hacia el Carbonífero Superior. En el Pirineo y en la Cordillera Costera existen, dentro de los núcleos paleozoicos, intrusiones graníticas correspondientes a las fases magmáticas sinorogénicas hercínianas. Su acción metamórfica regional es de reducido alcance, al menos si se la compara con los importantísimos efectos metamórficos de las intrusiones graníticas contemporáneas del Oeste de la Península, intrusiones que fueron de gran importancia para la futura conformación geológica de la Península.

II. HISTORIA GEOLÓGICA DE LA PENÍNSULA

a) *Historia pre-hercíniana.*

La historia pre-hercíniana de la Península es relativamente homogénea. Dominan durante ella los regímenes de sedimentación marina, que es bastante continua desde el Cambriano hasta el Carbonífero Superior.

Los plegamientos hercínianos afectaron (a juzgar por los elementos de juicio actuales) de manera parecida a todo el ámbito geográfico de la actual Península, la

cual formaba parte entonces de un elemento paleo-geográfico mucho más extenso, constituido por una masa continental, hoy desmembrada.

b) *Historia post-hercíniana.*

Pero a partir del fin de los plegamientos hercínianos, en el Carbonífero Superior alto, el ámbito Peninsular se divide en dos zonas de comportamiento esencialmente distinto. La occidental, limitada al Sur por la naciente falla (¿o flexura?) del Guadalquivir, y por el Este por supuestas flexuras (hoy ocultas bajo sedimentos más recientes), tiene en adelante una historia continental, salvo pasajeras y parciales invasiones marinas (transgresión cretácea). La parte meridional (al Sur de la falla del Guadalquivir) y la oriental (al Este de las flexuras) van a funcionar de nuevo como geosinclinal, y a recibir potente sedimentación, unas veces de carácter continental, otras marino.

No vamos a considerar aquí los complicados problemas de las Cordilleras Béticas, por lo que no haremos mención de ellas en adelante. Baste decir que tienen una historia sedimentaria variada y compleja, no esencialmente distinta de las demás áreas peninsulares de sedimentación alpina, pero su historia orogénica es más larga, ya que los plegamientos duran hasta bien avanzado el Mioceno; y más violenta, ya que entre las cadenas de edad alpina de la Península las Béticas son, con bastante diferencia, las más complicadas, y corresponden a tipos de tectónica netamente alpina.

Concentraremos nuestra atención en el ángulo NE. de la Península.

III. HISTORIA GEOLÓGICA DEL VALLE DEL EBRO

a) *Historia pre-herciniana.*

El conocimiento de la historia sedimentaria y tectónica pre-herciniana y herciniana de esta zona es incompleto e imperfecto, y se ha reconstruido, por síntesis, a partir de una serie de observaciones sobre afloramientos que con frecuencia son discontinuos y distantes los unos de los otros. Pero todo parece indicar que fué, en lo esencial, idéntica a la de la porción occidental de la Península. ¿Cuál puede ser entonces la razón de tal diferencia en el comportamiento post-herciniano?

Seguramente reside en el hecho de que la orogénesis herciniana fué acompañada, en la zona occidental, por intenso magmatismo de tipo ácido, granítico sobre todo, que originó un metamorfismo intenso y muy extenso. De este modo, la porción occidental quedó cratonizada e incapaz de funcionar tectónicamente en adelante, salvo en régimen de fracturas.

b) *Intrusiones hercinianas.*

En la región oriental, por el contrario, que es la zona que vamos a describir, los fenómenos magmáticos debieron ser mucho menos intensos. De entre las cadenas que enmarcan el Valle del Ebro, las cadenas Pirenaicas muestran intrusiones graníticas hercinianas (figuras 2 y 3), pero su extensión, en relación con la superficie que ocupan las formaciones pre-hercinianas en el Oeste de la Península es mucho más reducida y su acción me-

tamórfica, además, de menor alcance. Las Cordilleras Costeras Catalanas son las que muestran más intenso magmatismo herciniano. Las Cordilleras Ibéricas no muestran afloramientos graníticos, pero hay que hacer notar que, en general, ofrecen en superficie formaciones mesozoicas y cenozoicas, que se desarrollan en los tiempos actuales a niveles de erosión que son más altos estratigráficamente que los de los Pirineos.

c) *Movilidad post-herciniana.*

Es, sobre todo, la consideración de que la porción oriental de la Península no ha quedado inmovilizada, sino que ha sido capaz de funcionar de nuevo como futura zona orogénica (con hundimiento prolongado, recepción de nuevos y, a veces, muy potentes sedimentos marinos y continentales y con creación, finalmente, de potentes cordilleras), lo que nos hace pensar que la razón del diferente funcionamiento posterior reside en que las formaciones pre-hercinianas de la mitad peninsular no fueron afectadas por los magmas, sino en mucho menor grado. Por consiguiente, no experimentaron cristalinización ni adquirieron rigidez.

d) *Historia triásico-jurásica. Uniformidad.*

Si se examina la constitución de las formaciones post-hercinianas que constituyen el Valle del Ebro y sus cadenas enmarcantes, llama la atención en seguida un hecho: las características sedimentarias son heterogéneas y variables, pero lo son, sobre todo, a partir del tránsito Jurásico-Cretáceo.

De modo que, desde que quedaron completos los plegamiento hercinianos, hasta que finaliza el Jurásico, las características sedimentarias del Permiano, Triásico, Liásico y Jurásico, son relativamente uniformes en sus facies litológicas; algo menos uniformes en sus espesores (2).

Durante ese periodo de tiempo, los fondos sedimentarios funcionan con relativa uniformidad y no hay grandes diferencias regionales.

e) *Historia cretácica. Movilidad. Variedad.*

Pero a partir de los tiempos finales del Jurásico y hasta la parte media del Cretáceo Superior, los fondos sedimentarios adquieren una gran movilidad, y sobre todo una gran variación en su movilidad, de modo que unas zonas se hundieron profundamente y reciben series sedimentarias muy continuas y potentes; otras emergen y ofrecen a la erosión una parte mayor o menor de los depósitos sedimentarios; otras oscilan en alzamientos y descensos, que originan series muy discontinuas e irregulares.

La imagen sedimentaria de las formaciones geológicas comprendidas entre el Jurásico superior y el Cretáceo medio es sumamente variada y compleja; unas series son muy completas y de carácter enteramente marino; en otras, por el contrario, no solamente no hay

(2) Decimos relativamente, porque, en comparación con lo que ocurre en otros ámbitos, africanos y americanos, las circunstancias geológicas de todos órdenes son extraordinariamente cambiantes en España, país extraordinariamente rico, dentro de su área, en variedad y cantidad de problemas stratigráficos y tectónicos, lo que es consecuencia de la rapidez de los cambios. España, en grandes extensiones, es un país mosaico.

sedimentación alguna correspondiente a esas épocas, sino que, además, una parte mayor o menor de las formaciones jurásicas, liásicas, e incluso triásicas y permotriásicas, anteriormente sedimentadas, desaparece arrastrada por la erosión; en otras la sedimentación continúa en régimen continental, entrecortado o no, por episodios marinos.

Como no sólo se origina (a partir de ese momento crítico a finales de la época jurásica), una gran movilidad de los fondos y variabilidad sedimentaria, sino que se registran, además, discordancias, e incluso formaciones conglomeráticas basales, puede considerarse que el fenómeno se clasifica en la categoría de plegamiento, de débil intensidad, pero plegamiento al fin y al cabo.

Más difícil es discernir si estos movimientos son debidos a juegos de dovelas en la infraestructura paleozoica, acompañados por desplazamientos verticales, o a una reforma tectónica de su estructura. O quizás, como causa final, a movimientos magmáticos profundos.

Lo cierto es que a partir de finales de la época jurásica, la estructura del ámbito del Ebro y de sus cordilleras enmarcantes queda profundamente modificada. El fondo, relativamente uniforme hasta entonces, queda compartimentado en una serie de elevaciones y fosas. Las elevaciones, que se conocen en la literatura geológica española como Macizo Aragonés, Macizo del Ampurdán (Ebro Masse y Ampurdán Masse de los alemanes, que en primer lugar pusieron de manifiesto su existencia), reciben sedimentación escasa y fragmentaria. Las fosas reciben grandes espesores sedimentarios en series completas y continuas. También existen zonas de caracteres intermedios.

f) *Áreas especiales de sedimentación cretácea potente.*

Como se aprecia en el mapa (fig. 1), las zonas especiales que se caracterizan por la acumulación de notables espesores sedimentarios, se reparten en las márgenes del actual Valle del Ebro y forman parte ahora de las cordilleras enmarcantes.

Para no alargar en exceso la descripción, hemos seleccionado, de entre éstas áreas, las de características más variadas y extremas.

El área 1, que denominamos del *Montsech*, se caracteriza sobre todo por la extrema diferencia que existe entre la complejidad de su serie estratigráfica y la sencillez de las contiguas al E. y al O., donde faltan muchos miembros; y también por la variación de los espesores, así como por la existencia de manifestaciones marginales de Keuper diapírico.

El área 2, que denominaremos *Fosa Cantábrica*, se caracteriza sobre todo por el extraordinario espesor de su serie cretácea en contraste con las zonas contiguas, y por la existencia de manifestaciones marginales de Keuper diapírico del tipo de chimeneas salinas.

El área 3, o de la *Sierra de la Demanda*, se caracteriza por el espesor de su Cretáceo Inferior con respecto al de las zonas contiguas, y por su índole continental.

El área 4, o del *Maestrazgo*, por las mismas razones y por una participación más intensa de las facies marinas junto a las continentales.

De estas cuatro áreas especiales, y por falta de espacio para ocuparnos de todas ellas, separaremos para exposición especial las dos primeras.

g) *Historia geológica post-cretácea.*

Resumiremos, en unas breves palabras, la historia geológica posterior a las grandes diferenciaciones cretáceas. Ya el Albense manifiesta tendencia a una mayor uniformidad en los caracteres sedimentarios en casi todas las zonas. Tiene lugar después una gran transgresión marina cretácea, iniciada en el Cenomanense y que persiste hasta finales del Senonense. El Cretáceo Superior es de características litológicas bastante uniformes en todas las márgenes del Valle del Ebro; algo más variables son los espesores.

El Eoceno se caracteriza por una retirada general de los mares en la mitad meridional del área sedimentaria del Valle del Ebro, a lo largo más o menos de la mediana del triángulo que parte del ángulo Noroeste y va hasta mitad de la Cordillera Costera Catalana. Al Norte de esta línea se sedimenta el Eoceno en régimen marino; al Sur de ella en régimen continental. Los espesores son considerables en ambas facies, y también variables, sobre todo en las marinas.

A finales del Eoceno comienza el alzamiento orogénico de las cadenas enmarcantes. El de la Cordillera Costera Catalana aísla el Valle del Ebro de toda comunicación con el Mediterráneo. Todas las cadenas enmarcantes completan su conformación orogénica a lo largo del Oligoceno y encierran entre ellas la fosa del Ebro, que se rellena mientras tanto de sedimentos oligocenos en facies lagunares. Y con el final del Oligoceno termina, en lo fundamental, la historia orogénica del Valle del Ebro y sus cadenas enmarcantes, que se completa con el alzamiento en masa de las mismas.

El área 5 (fig. 1), es típica de algunas de las circunstancias estratigráficas que caracterizan los cambios de facies en el interior del Valle del Ebro propiamente dicho. No forma parte de las cadenas marginales, sino del valle propiamente dicho y es de categoría muy distinta, e inferior a las anteriores, tanto por la superficie mucho más reducida que ocupa, como por los espesores involucrados. Además, se desarrolla toda ella en el conjunto eoceno-oligoceno, pero la reseñamos también porque constituye un ejemplo de variabilidad sedimentaria dentro del conjunto paleógeno del Valle del Ebro propiamente dicho, tan monótono en sus características. Existen otras muchas de índole parecida en el Pirineo y Cadenas Ibéricas, pero situadas siempre hacia las márgenes del valle.

IV. DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS ESPECIALES

a) *Su importancia en las investigaciones petrolíferas.*

Las áreas 1, 2, 3 y 4 ofrecen una mayor continuidad en la sedimentación, y espesores sedimentarios mayores que los de las zonas contiguas y constituyen, por consiguiente, zonas singulares y privilegiadas dentro del ámbito sedimentario general del Valle del Ebro. Han de presentar cambios laterales de facies, acunamiento de estratos, y facies marginales, de modo que desde el punto de vista petrolífero son zonas más propicias, dentro del área general, que las restantes. Algunas de ellas, por ejemplo la número 2, ofrece importantes arrecifes calizos. Otras, por ejemplo las 3 y 4, capas extraordinariamente porosas y permeables en el Albense. Todas ellas van acompañadas de manifestaciones petrolíferas más o menos abundantes, sobre todo la 2, y la 1. De modo que las investigaciones petrolíferas se dirigirán

con especial interés a esas zonas, y a sus márgenes con las conlindantes. Sin que ello excluya de interés a otras zonas.

Se pone de manifiesto una relación de causa a efecto entre la existencia de esas áreas especiales y la acumulación, marginal con respecto a ellas, de los sedimentos, salinos y plásticos, del Keuper. Esta acumulación parece que deba atribuirse a la presión gravitativa originada por la acumulación de mayores espesores sedimentarios. Los materiales del Keuper escapan de debajo de ellos y se van acumulando hacia las márgenes. La manera de romper al exterior, y la época y continuidad o discontinuidad del movimiento ascensional depende las características especiales de cada zona. En la zona 1 rompe al exterior, allí donde la cobertura es muy débil. El rompimiento parece restringido a la época de los movimientos alpinos y es ayudado por ellos. En la zona 2, el movimiento ascensional perdura, a ritmo variable, desde que se completa la gran acumulación de espesores. La sal asciende en una serie de grandes domos salinos, de profundas raíces. El movimiento parece más independiente de la acción tectónica. Los domos enclavan, indiferentemente, en monoclinales, en sinclinales, o en anticlinales. Su ascensión es esencialmente gravitativa.

Este juego diapírico tiene también interés y trascendencia en la investigación de petróleos. Los materiales diapíricos pueden haber constituido barreras a la migración y haber influido en la fijación de las acumulaciones. Por otra parte, pueden haber formado, ellos mismos, estructuras petrolíferas.

Nos ocuparemos solamente, por falta de espacio, de las áreas 1, 2 y 5, y lo haremos muy brevemente, fijando sólo los rasgos más esenciales, y apoyándonos sobre todo en las figuras.

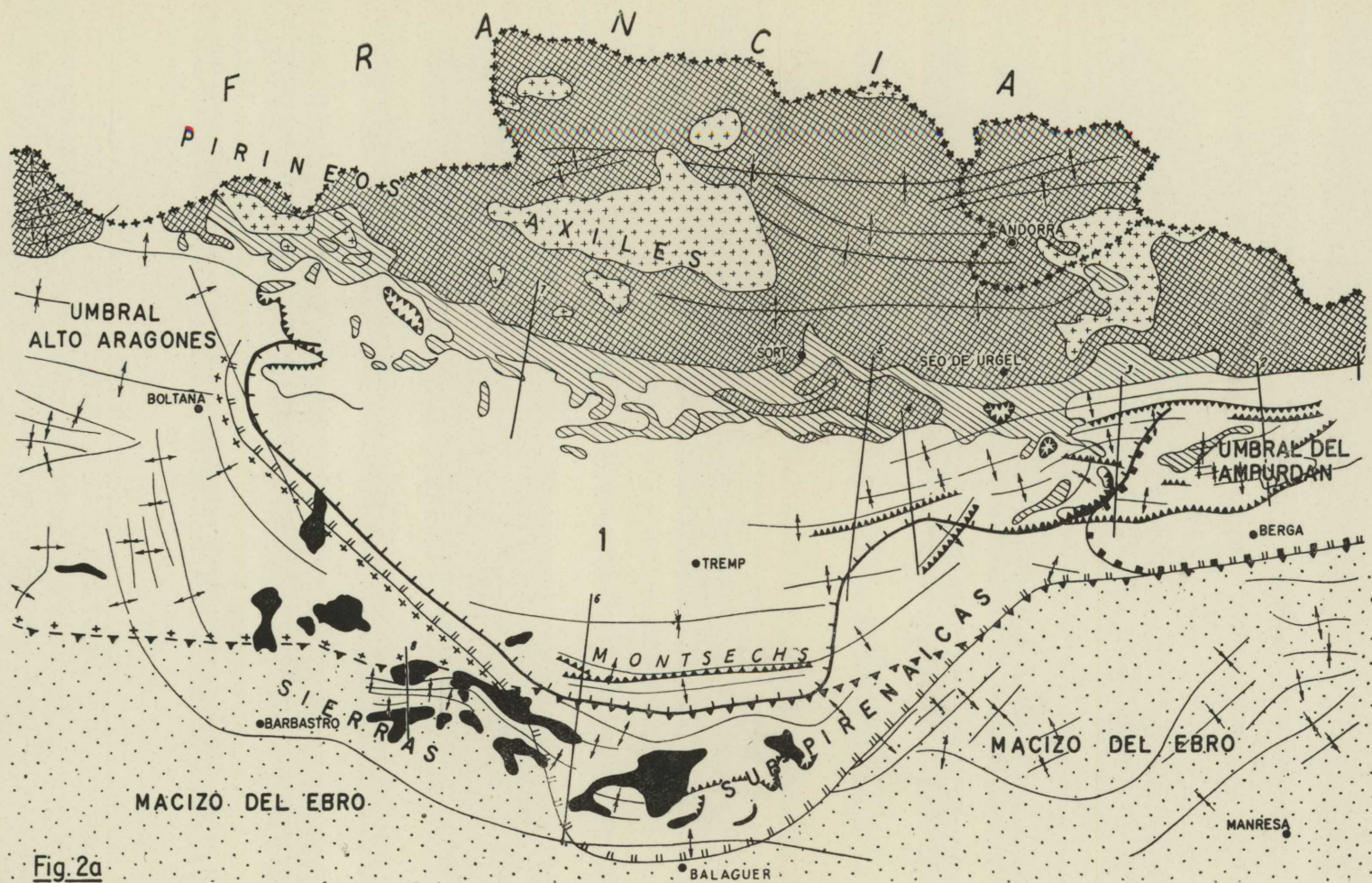
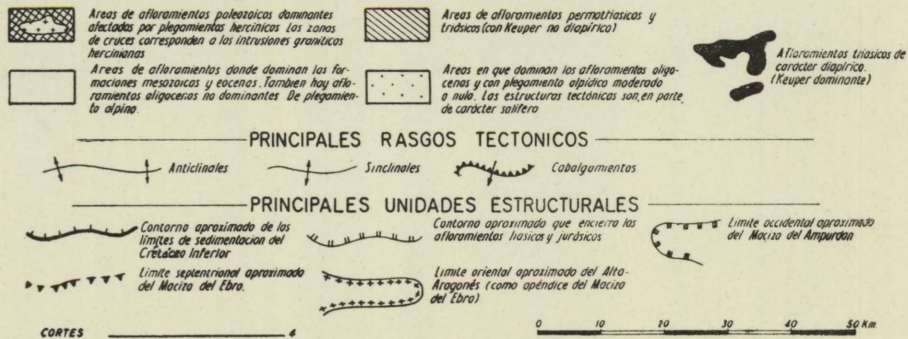


Fig. 2a

ESQUEMA ESTRUCTURAL DE LA ZONA NUMERO 1⁽¹⁾



⁽¹⁾ Versión simplificada con énfasis sobre los puntos más inmediatamente relacionados con nuestra materia

Describiremos el área 5 por su distinto carácter y por ser típica de los problemas sedimentarios eoceno-oligocenos en el Valle del Ebro propiamente dicho.

Finalmente, describiremos, como novedad, el diapirismo de Iza (cerca de Pamplona), cuya existencia no había sido señalada hasta ahora, al parecer, por nadie. Es además un tipo nuevo dentro del diapirismo de la región cantábrica, muy espectacular por su disposición laminar en pantalla. El hecho de que se encuentre en zona investigada geofísicamente y por sondeos, que han dado indicios de gas, en busca de petróleos, justifica todavía más su inclusión en esta exposición.

b) *Zona especial núm. 1.*

La evolución sedimentaria de esta depresión se sigue con claridad en los cortes de la figura 2 b. Todos ellos están referidos a los mismos símbolos, pero los espesores no son directamente comparables, puesto que los cortes 1, 3, 4, 5 y 7 no son cortes reales, sino esquemáticos, de modo que sólo dan una idea aproximada.

El corte 1 representa las circunstancias sedimentarias fuera de la depresión y al Este inmediato de ella. La serie sedimentaria se compone solamente de un débil espesor de Cretáceo Superior que reposa bajo el Eoceno y sobre el Keuper. La serie mesozoica es, por consiguiente, sumamente esquemática.

El Cretáceo Superior es común a todos los cortes, pero su espesor y complejidad sedimentarias aumentan hacia el Oeste, y disminuyen hacia el S. y SO. El corte 8, como el corte 1, muestra una serie sedimentaria compuesta solamente por un espesor débil de Cretáceo Superior, comprendido entre el Eoceno y el Keuper.

El Cretáceo Inferior hace su aparición entre el corte 2, donde aún no está comprendido en la serie, y el 3. Alcanza sus espesores máximos en la zona del corte 4. En los cortes 5 y 6 su potencia es ya menor y, como el Cretáceo Superior, se extingue hacia el Sur. El corte 7 representa las últimas manifestaciones occidentales al Cretáceo Inferior. En el corte 8 falta por completo.

El Liásico existe, con débiles espesores, en la zona del corte 2. Alcanza su desarrollo normal en los cortes 4 a 7 y se extingue también hacia el Oeste y hacia el Sur.

Por consiguiente se desarrolló, durante el Cretáceo Inferior, una zona especial de sedimentación (fig. 2 a), donde se acumulaban depósitos marinos en espesores considerables. Esta cuenca estaba limitada al Sur por el Macizo del Ebro y al Este y al Oeste por los del Ampurdán y del Alto Aragón, que eran espolones de aquél. La comunicación con el mar libre tuvo que verificarse por el Norte. Estos macizos debieron alzarse a fines del Jurásico, y la erosión arrastró espesores variables de los sedimentos jurásicos y liásicos sedimentados en sus ámbitos.

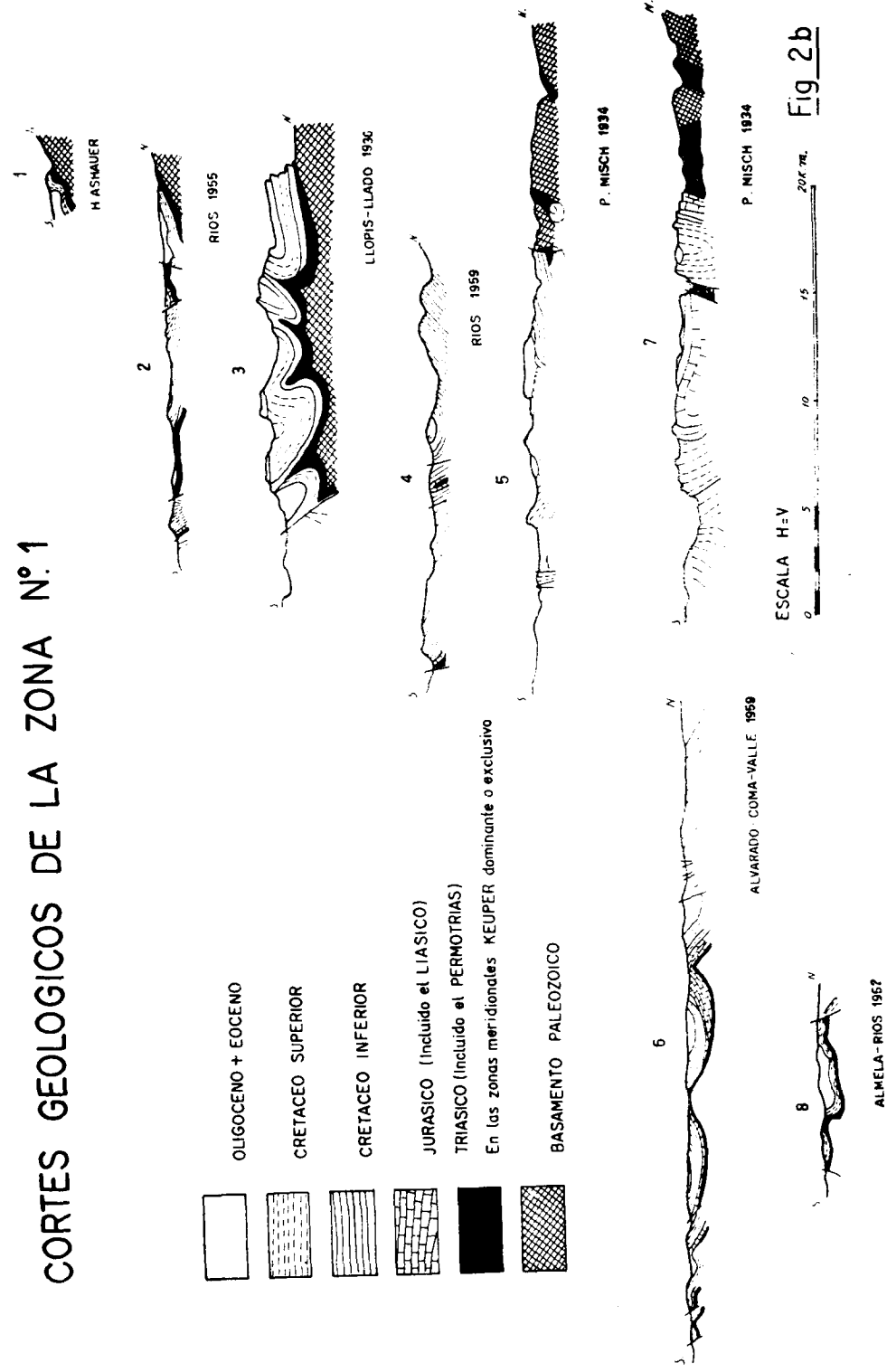
La existencia de esos macizos es especulativa y se infiere de los cortes, pero los estudios geológicos y los pocos sondeos llevados a cabo hasta ahora en el Valle del Ebro, tienden a confirmar su existencia.

El estudio del carácter y espesores de los sedimentos muestran una migración del eje de la depresión hacia el Sur.

Los macizos empiezan a hundirse gradualmente después del Cretáceo Inferior. El más persistente es el macizo del Ebro, puesto que todos los sedimentos del Cretáceo Superior de los Pirineos pierden espesor y complejidad en dirección al Sur.

El mayor peso de los sedimentos en la parte central de la depresión debió rechazar el Keuper lateralmente y

CORTES GEOLOGICOS DE LA ZONA N.º 1



acumularlo hacia el Sur, donde la cobertura sedimentaria es más débil. Cuando se inician los plegamientos alpinos, el Keuper rompe fácilmente a través de ese débil espesor de sedimentos a favor de los pliegues y fracturas y se produce un extenso diapirismo de carácter predominantemente tectónico.

c) Zona especial núm. 2.

La evolución de los sedimentos en esta depresión se percibe con claridad en los cortes 1 a 5 de la figura 3 b.

Estos cortes son todos ellos directamente comparables, por estar reducidos a una misma escala, e igualdad de escalas verticales y horizontales.

El corte núm. 1, el más oriental de todos ellos, muestra cómo la serie mesozoica se compone sólo de un Cretáceo Superior de débiles espesores que reposa directamente sobre el Triás y que recibe encima al Eoceno.

Este corte es parecido a los que limitaban la zona número 1 al Este y al Oeste (cortes 1 y 8 de la fig. 26) y corresponde a la composición general estratigráfica del Pirineo al Este y Sur de la zona 1, y entre las zonas 1 y 2.

En el corte 2 no sólo el Cretáceo Superior tiene un espesor mucho mayor, sino que además hay un gran espesor de Cretáceo Inferior y aparece el Jurásico (Liásico sobre todo) entre el Cretáceo Inferior y el Triás. Tanto el Jurásico como el Cretáceo Inferior hacen su aparición inmediatamente al Oeste del corte 1, con espesores débiles al principio, pero el Cretáceo Inferior engrosa pronto por encima de los 1.500-2.000 m.

El corte 3 muestra la zona de máximo desarrollo de espesores en el Cretáceo Inferior.

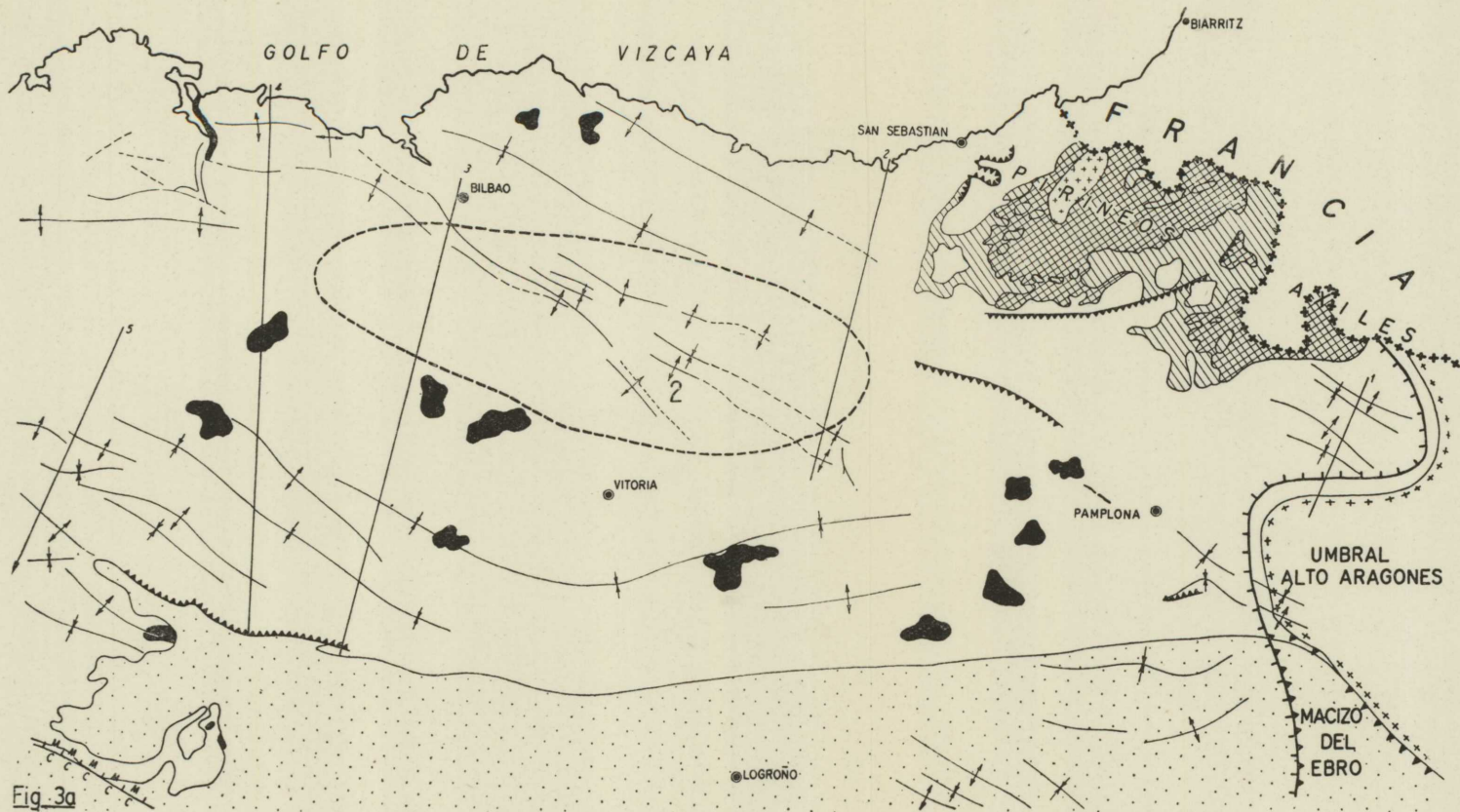
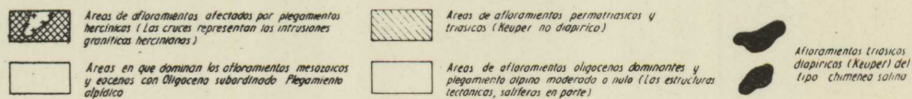
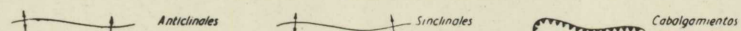


Fig. 3a

ESQUEMA ESTRUCTURAL DE LA ZONA NUMERO 2¹¹



PRINCIPALES RASGOS TECTONICOS



PRINCIPALES UNIDADES ESTRUCTURALES



CORTES

0 10 20 30 40 50 Km

¹¹ Versión simplificada con énfasis en los hechos relacionados con nuestro objetivo

En el corte 4 los espesores del Cretáceo Inferior se reducen a cifras más menudas. En cambio son máximos la complejidad estratigráfica y espesores del Cretáceo Superior.

El corte núm. 5 muestra la reducción de espesores, tanto en el Cretáceo Inferior como en el Superior, a valores normales.

La figura 3 a nos muestra la disposición del seno sedimentario, con la zona correspondiente a la deposición de máximos espesores durante el Cretáceo Inferior.

Como en todo el Pirineo, el eje de la depresión sedimentaria se desplaza, desde el Cretáceo Inferior, en dirección al Sur.

También vemos la disposición de las chimeneas salinas paralelas al borde de la depresión. Estas chimeneas, como se aprecia en los cortes 3 y 4 de la figura 3 b, tienen un asiento profundo.

La ascensión del Keuper es esencialmente gravitativa y se inicia una vez que, depositados los potentes sedimentos del Cretáceo Inferior, se desplaza el eje sedimentario hacia el Sur y se inicia la deposición de los grandes espesores del Cretáceo Superior.

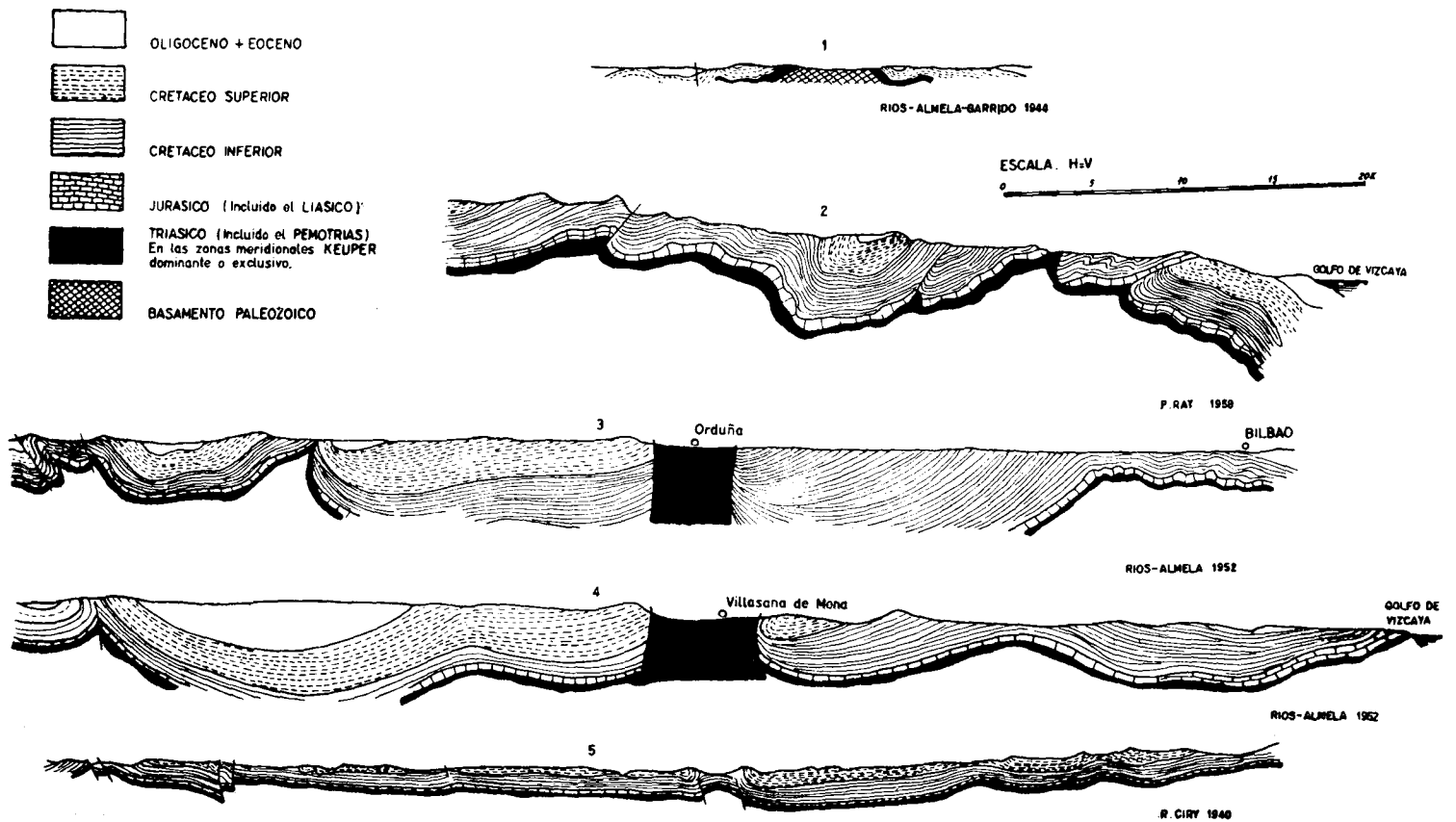
Las chimeneas se colocan sobre la línea de decrecimiento rápido en dirección al Sur y al Este de los sedimentos potentes del Cretáceo Inferior, línea que ha de corresponder a un escalón en el basamento paleozoico.

La ascensión persiste durante todo el Eoceno y el Oligoceno.

La ubicación de las chimeneas es independiente de las estructuras de plegamiento.

CORTES GEOLOGICOS DE LA ZONA N°2

Fig. 3b



d) Zona especial núm. 5.

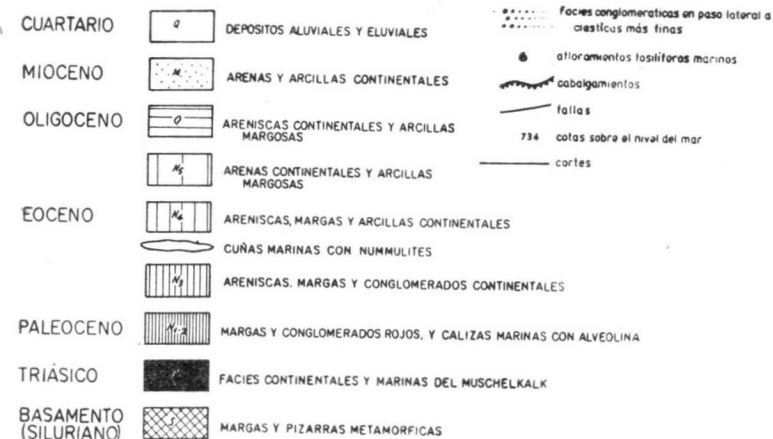
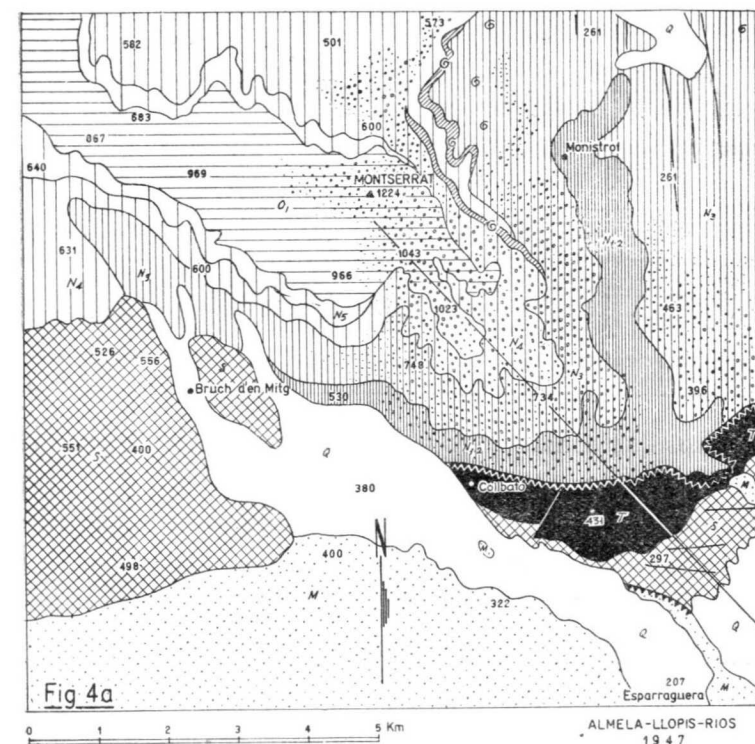
La zona especial número 5 tiene carácter distinto de las que acabamos de describir. Estas se referían a zonas singulares de acumulación de grandes espesores sedimentarios, durante el Mesozoico, en las áreas marginales del actual Valle del Ebro ocupadas ahora por las cadenas enmarcantes.

La zona número 5 tiene por objeto mostrar, en un ejemplo muy típico, las variaciones de facies en las márgenes de los sedimentos eocenos y oligocenos que rellenan el Valle propiamente dicho, así como dos fenómenos distintos acumulados por la Naturaleza en el mismo lugar y puestos magníficamente de manifiesto: por un lado el paso gradual de las formaciones marinas del Eoceno al N. y NE. a continentales; por otro lado, el paso de las formaciones basales y marginales de tipo conglomerático, del Eoceno y Oligoceno continentales que rellenan el Valle del Ebro, a facies detríticas más finas hacia el interior de la depresión.

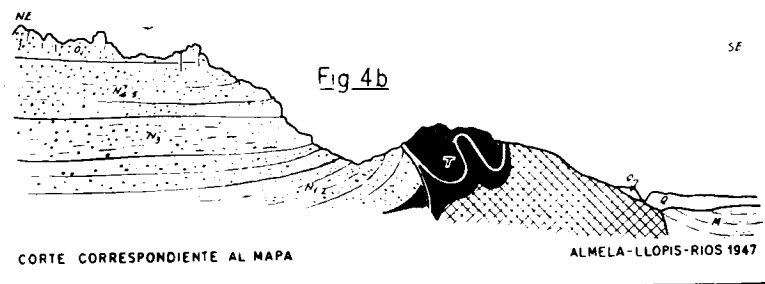
El cambio del Eoceno marino a continental es perfectamente visible a lo largo de la cordillera costera catalana. Se inicia un poco más al NE. de Montserrat y termina unos 60 kilómetros al SO. en Montblanch, donde todo el Eoceno pasa a estar representado por facies continentales idénticas a las del Oligoceno.

La montaña de Montserrat es, más que extraordinaria, única; es una de las más bellas y bizarras montañas del mundo entero. (Fot. 1 y 2).

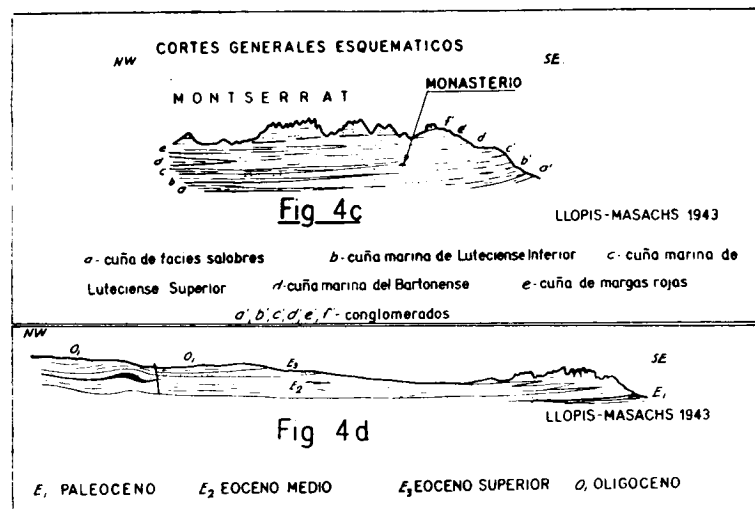
Su relieve absoluto, casi de 1.000 m., se logra en muchos sitios en menos de 2 kilómetros, y sin embargo no debe su origen a plegamiento, ya que la mayor parte



de sus estratos están casi horizontales. Su relieve es exclusivamente erosivo. El Montserrat está disecado por la Naturaleza, y la dureza y peculiar erosión de los conglom-

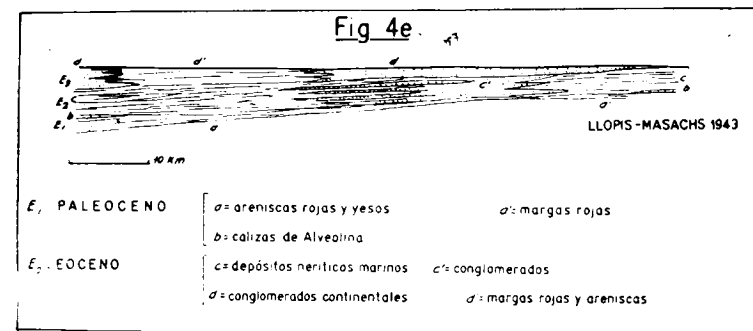


merados que constituyen gran parte de su masa le presta su típica silueta (Montserrat = monte serrado) y su extraordinaria belleza. Por eso la tradición lo ha hecho refugio del Santo Grial, y su monasterio ha sido meta de peregrinaciones desde las épocas más remotas.



El mapa y cortes de la figura 4 nos muestran cómo las formaciones marinas del Eoceno al NE. de la montaña pasan a ofrecer carácter continental en ella.

La figura 4c nos indica cómo las facies eocenas marinas están aún representadas por cuñas o intercalaciones (a, b, c, d) comprendidas entre formaciones continentales rojas, y también cómo todas las formaciones eocenas y oligocenas están representadas, en el extremo SE. de la montaña, por una ingente y continua masa



de conglomerados que constituye allí la totalidad de su mole, desde la cima hasta la base (fig. 4b).

Las figuras 4d y 4e nos muestran la evolución general sedimentaria, dentro del Valle del Ebro, de las formaciones eocenas y oligocenas.

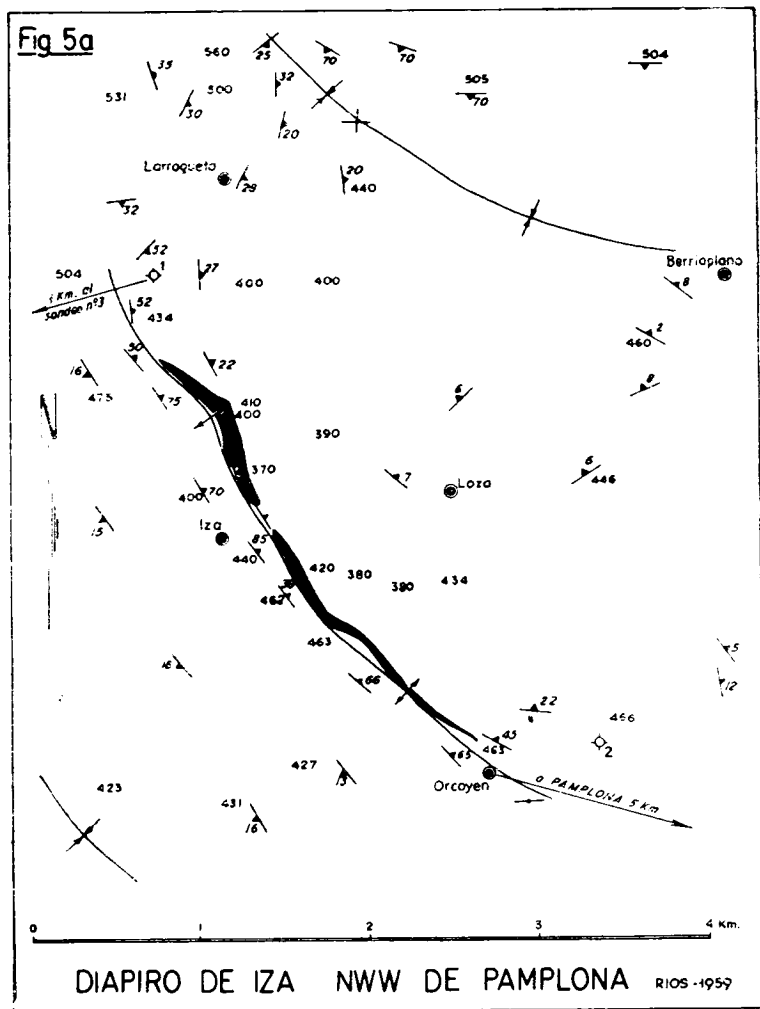
e) *Diapiro de Iza.*

El diapiro de Iza está situado 5 kilómetros al W. de Pamplona y enclava en el área especial número 2.

Nunca se había señalado la presencia del Keuper allí, y fué encontrado por el autor de estas líneas en febrero del año actual (1959). La figura 5a muestra el mapa que se obtuvo entonces.

El material diapírico es el Keuper, en su facies clásica germánica (y pirenaica) de margas abigarradas y salíferas, yesos y ofitas. Todo el afloramiento está enclavado en formaciones margosas y margo calizas, con al-

gunos bancos de areniscas, correspondientes al Eoceno Superior. Está en la margen de la evolución del flysch NE., a facies más margosas hacia el S. y SO.



El afloramiento es extraordinariamente alargado, de cerca de 3 kilómetros de desarrollo longitudinal. Su anchura media es quizá de 50 m. o menos.

Se inserta, como una cuchilla, en una zona sinclinal

de débiles buzamientos. La intrusión del Keuper es violenta. Levanta las capas hasta la vertical, y surge a lo largo de unos estratos más calizos y duros que forman

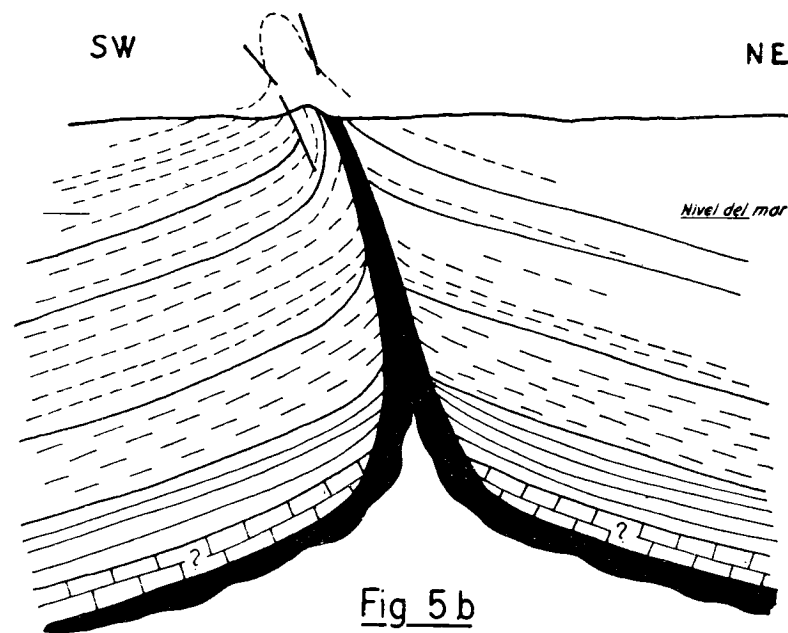
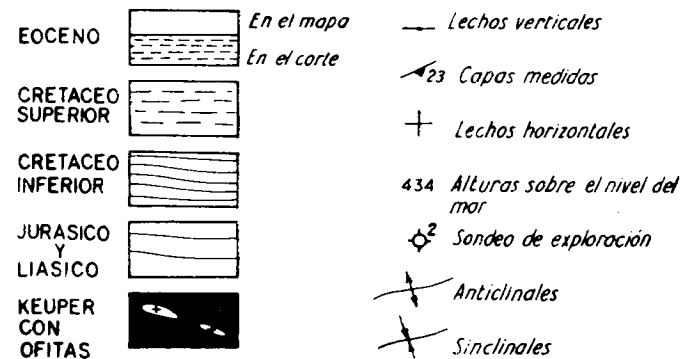


Fig 5b
CORTE DEL DIAPIRO DE IZA OBTENIDO POR LOS GEOLOGOS DE "VALDEBRO" SEGUN LOS DATOS RESULTANTES DE LA PROSPECCION SISMICA Y LOS SONDEOS 1 Y 2.



un pequeño crestón, el cual corre a lo largo del diapiro, o mejor dicho a lo largo del cual se desarrolla el diapiro. El crestón está al SO. inmediato del diapiro.

La figura 5 b, obtenida por los geólogos de Valdebro, incorpora los datos de observación superficial y los de los estudios geofísicos realizados para la colocación de tres sondeos de investigación de petróleos, así como los resultados de los sondeos 1 y 2 ya terminados, que han cortado hidrocarburos gaseosos, y del 3 que está actualmente en perforación.

Se aprecia en ella el asiento profundo del Keuper y su disposición laminar.

Por todas estas características, el diapiro de Iza es un tipo nuevo en España, donde abundan las chimeneas salinas y las salidas laminares de Keuper a favor de accidentes tectónicos, pero no las inserciones diapíricas laminares, creadoras ellas mismas del accidente tectónico.

Por esta razón hemos creído interesante darlo a conocer en esta reunión de geólogos de petróleo, tanto más cuanto que la nueva ley española de investigación de hidrocarburos ha atraído el interés de diversas compañías americanas a los problemas del petróleo en España.

BIBLIOGRAFÍA

Referente al Valle del Ebro en general, y a sus posibilidades petrolíferas.

RÍOS, J. M.: *Algunas consideraciones acerca del enjuiciamiento del Valle del Ebro en sus posibilidades petrolíferas*. NOTAS Y COMUNICACIONES DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, núm. 53, 40 págs., Madrid, 1959.

Referente a las variaciones de facies y espesores del Cretáceo:

RÍOS, J. M.: *El sistema Cretáceo en los Pirineos de España*. «Memorias del Inst. Geol. y Min. de España», tomo LCII, 128 págs., 36 figs., Madrid, 1957.

Referente a la geología de la zona cantábrica y de sus domos salinos:

ALMELA, A.; GARRIDO, J., and RÍOS, J. M.: *Contribución al conocimiento de la geología cantábrica*. «Bol. de Inst. Geol. y Min. de España», tomo LVIII, 184 págs., Madrid, 1945.

Referente a los fenómenos diapíricos y domos salinos españoles:

RÍOS, J. M.: *Diapirismo*. «Bol. del Inst. Geol. y Min. de España», tomo LX, 238 págs., Madrid, 1947.

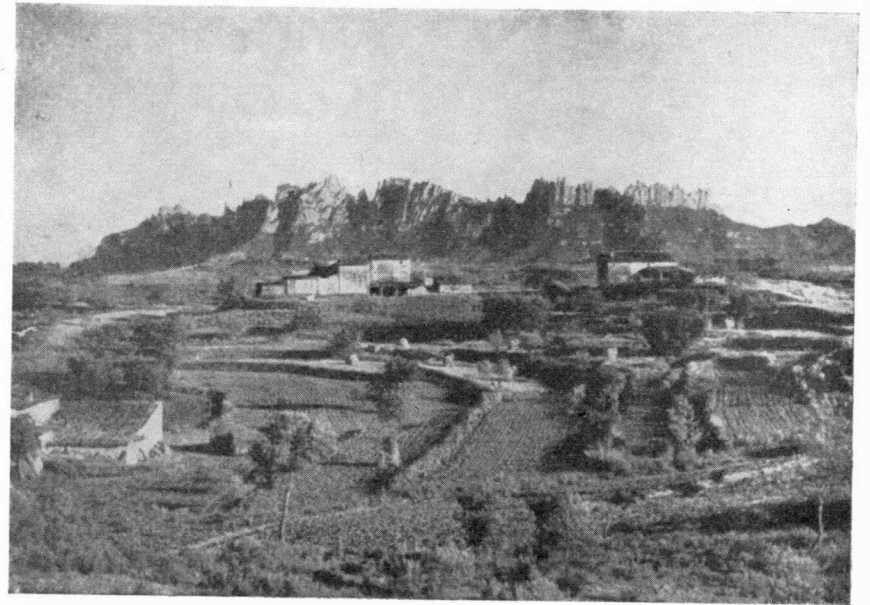


Foto 1. — Vista general del Montserrat.

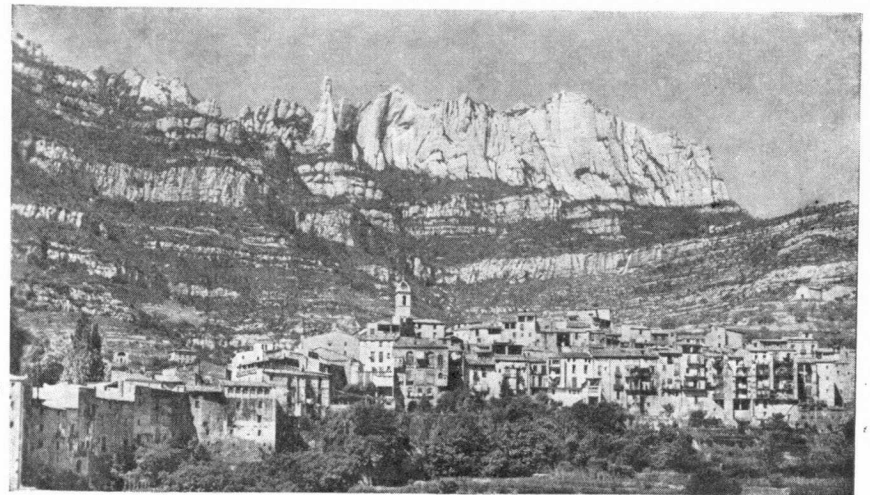


Foto 2. — Vista parcial del Montserrat desde Monistrol.

(Fot. Zerkowitz).

ANTONIO DUE ROJO, S. I.
Director del Observatorio de Cartuja (Granada)

EL PROBLEMA DEL «AMBIENTE» EN LA DATACION RADIATIVA

RESUMEN

Con el fin de obtener en la datación radiativa de muestras una exactitud cada vez mayor, se han investigado diligentemente las diversas causas de alteraciones en la concentración normal o ambiental de los isótopos, base fundamental de todos los cálculos, sobre todo en el C 14, atribuidas a causas diversas, naturales o artificiales, en el tiempo y en el espacio. Se citan los resultados de numerosas observaciones y los esfuerzos realizados en los laboratorios para determinar exactamente las correcciones que se han de aplicar en cada caso y facilitar así la labor de los investigadores actuales y futuros.

SUMMARY

In order to obtain better and more accurate radiative analysis for determining the age of organic materials, many interesting studies have been recently performed, especially about radiocarbon and its variation rate, both local and chronological, which signify differences in normal concentration along the times and places in the earth. Divers results are here examined and corrections mentioned whose application in every case is the only mean of avoiding systematic errors in chronological computations.

Las investigaciones de laboratorio encaminadas a la datación de muestras, a base de la concentración actual en ellas de un isótopo radiactivo, son hoy objeto de numerosos trabajos, cuyos resultados se están publicando profusamente en no pocas revistas científicas; su utilidad

es manifiesta, así en el terreno geológico como en el histórico y por lo mismo se aspira a perfeccionar las técnicas y a reducir a un mínimo ese inevitable margen de error que acompaña siempre a las cifras del resultado final. En general se conocen bien los términos en que está planteado este problema, y se estudian cada vez mejor las posibilidades de corregir toda clase de errores probables y causas de inexactitud; y en particular se pretende evitar el escollo que pudiéramos llamar *estadístico*, es decir, lo que frecuentemente ocurre en otros campos de investigación, donde lo comprobado y válido para un grupo o conjunto no lo es en algún caso particular.

A este propósito el estado de la cuestión ha sido claramente propuesto acerca del Carbono 14, del que preferentemente vamos a tratar en esta reseña, y puede sintetizarse en dos supuestos fundamentales en que se apoya su técnica de datación: 1) En cualquier muestra analizada hoy, la concentración de C 14 que tenía cuando formaba parte de un organismo vivo, se puede predecir directamente deduciéndola de la que tiene un material semejante y en iguales condiciones de medio ambiente en la actualidad. 2) Esa concentración inicial no se ha alterado desde entonces por otras causas que por el proceso de degeneración radiactiva. Como se ve, el primer supuesto implica la constancia del flujo de rayos cósmicos, y el segundo la uniformidad isotópica ambiental a través del ciclo atmósfera-hidrosfera-biosfera en el tiempo (12). Averiguar con certeza si se han cumplido ambas condiciones, equivale a dar validez en principio al método de datación; si por otra parte consta haberse evitado las demás causas de error por deficiencias técnicas, los resultados serán completamente seguros.

Un ejemplo reciente ilustra lo dicho: se trata de un interesante informe facilitado en el Observatorio Geológico de Lamont, Universidad de Columbia, New-York, por el laboratorio donde trabajan los autores de la nota

que acabamos de citar: ellos mismos analizaron allí varios ejemplares de cadáveres de focas momificadas, encontrados en gran número en la Antártida, a veces bastante lejos de la costa, hasta veintisiete kilómetros, muertas sin duda por no hallar alimento en los lagos de agua dulce o alcalina, allí formados a consecuencia de algún cambio relativamente repentino de sus condiciones de vida. No disponiéndose, en el caso, de muestras *actuales* que se hallen en las mismas circunstancias ambientales de entonces, hubo que limitarse a señalar dos límites extremos: el inferior presume que el régimen alimenticio de estos animales consistía enteramente en organismos marinos, cuyo carbono procedía de las aguas superficiales adyacentes al continente antártico; y como éstas, a juzgar por el análisis de su CO₂, están hoy casi desprovistas de C 14, la edad resultante sería de 1.700 ± 100 años; el límite superior, obtenido de la comparación con los tipos de madera comúnmente empleados en el laboratorio de Lamont para estas dataciones, habría que ponerlo en este otro resultado: 2.500 ± 100 años; y por tanto la edad de los restos estará comprendida entre los 1.600 y los 2.600 (13). El margen de incertidumbre es considerable en relación con los valores absolutos; pero lo desfavorable de las circunstancias no permite otra cosa.

Cuando se aspira a una gran exactitud con márgenes menores de esos cien años, se impone un conocimiento profundo de la variación natural (después se tratará de la artificial) del C 14 y del proceso de ella, así ahora como en tiempos pasados, y asimismo en diversidad de localidades; consta hoy el hecho de ambas desigualdades en cuanto a la proporción entre el carbono radiactivo y el normal; uno y otro están depositados en dos clases de yacimientos: el depósito dinámico y el quiescente o durmiente. El primero comprende la atmósfera, las masas de agua y la materia orgánica viva o al menos en vías de putrefacción; el segundo, encerrado en la cor-

teza terrestre, incluye los depósitos de carbón mineral e hidrocarburos, lechos de caliza y dolomita y una parte de las pizarras, de origen orgánico. En el dominio del depósito dinámico son varios los procesos por los que el C isótopo de procedencia cósmica se mezcla con el normal y hay reposición de pérdidas producidas por degeneración radiactiva, de suerte que el resultado es un equilibrio en la concentración; por el contrario, en el quiescente, sin contacto con el exterior, donde podría compensarse la pérdida, ha desaparecido en el transcurso de millones de años todo vestigio de C 14 que en un tiempo existiera. Pero así como la datación por esta vía tiene que enfrentarse con el hecho, suficientemente demostrado, de que ese isótopo se encuentra distribuido desigualmente en el tiempo y en el espacio, pudiera ser que en épocas remotas tales diferencias hubieran sido quizás de importancia respecto del contenido global de la Tierra.

Por otra parte, la difusión del C 14 por todo el depósito dinámico no es instantánea, y el ritmo de este proceso ha variado a través de los tiempos; si examinamos sus diversas etapas, habrá que reconocer que la aportación cósmica afecta primero y en mayor proporción a la atmósfera, del mismo modo que si se van echando gotas de tinta roja en un gran estanque, aunque toda el agua acabe por teñirse, siempre lo estará más la porción donde las gotas caen: por eso no es de extrañar que en la madera de los árboles, que están en contacto directo con el aire, la proporción isotópica sea, en igualdad de las demás circunstancias, un 4 por 100 mayor que en las conchas de moluscos en aguas poco profundas. Partiendo de este hecho, se ha calculado que el carbono isotópico permanece en la atmósfera de cinco a veinte años antes de pasar a las aguas oceánicas.

Para la datación de restos de organismos marinos, las muestras que sirven de norma al cálculo y de patrones

de comparación, tienen que haberse formado en el mismo medio marino que las que se pretende analizar. Pero en la actualidad el problema se ha complicado notablemente, al haberse comprobado que es bastante complejo el proceso de mezcla natural y que existen variaciones del orden del 5 por 100; de aquí la necesidad de estudiar a fondo su mecanismo si se aspira a una gran exactitud en los resultados, tanto más cuanto que más del 90 por 100 del C 14 terrestre se halla en los océanos, cuyo período de circulación de masas polares y tropicales, con ritmo plurisecular, y las corrientes de convección que traen de nuevo a la superficie las aguas empobrecidas del fondo y viceversa, perturban el equilibrio teórico: como se ve, ello implica una estrecha relación del contenido isotópico con la paleoclimatología para las muestras muy antiguas, y para las más recientes, con las alteraciones climatológicas de período relativamente rápido.

Los análisis de C 14 en distintos anillos de árboles a lo largo de varios siglos, han revelado oscilaciones irregulares de 1 por 100 a un lado y otro del contenido medio, que coinciden con cambios de clima, en la forma que cabía esperar si se debieran a una mezcla desigual entre el aire y el mar, y por tanto es preciso determinar la ley de tales variaciones. Otra causa de alteraciones en la proporción C 12 / C 14 es la adición irregular así del normal, procedente de antiguos depósitos de carbonatos, como del isotópico, cuyas oscilaciones de aportación cósmica suelen ser de período corto, y no hay motivos sólidos para temer los de período muy largo; el transporte de carbono entre el depósito dinámico y el quiescente existe igualmente, pero tampoco hay suficientes pruebas de que ello influya mucho en los resultados de la datación.

Artificialmente se está alterando la mencionada proporción por adiciones cuantiosas de una y otra clase de carbono: hace cinco años se hizo un estudio demostra-

tivo, en que se puso de manifiesto un incremento constante entre 1930 y 1950, llamado «efecto Suess» por el investigador que lo llevó a cabo; la creciente combustión de carbón fósil y petróleo aportó enormes cantidades de C 12 en forma de CO₂ a la atmósfera, y ello rebajó la proporción relativa de C 14 en un 2 por 100 si se compara con la que revelan los árboles anteriores a 1890. Pero recientemente, las pruebas nucleares han compensado con creces semejante empobrecimiento, ya que la intensiva producción de C 14 así originada equivale a un incremento anual de 2.5 por 100.

A primera vista parece que la conclusión sería de confiar en adelante de los resultados de la datación por este sistema; pero no es así: el desequilibrio citado es demasiado reciente. Una vez que la madera del siglo pasado se ha corregido y reducido a un valor seguro en cuanto a su edad, proporciona un índice fijo y una norma cierta de lo que *sería* la madera actual si no hubiera habido perturbaciones radiactivas artificiales; al contrario, estos cambios suministran valiosas informaciones sobre el proceso de mezcla, y contribuyen al conocimiento de las variaciones que tienen un origen natural. A este fin se han publicado por el Observatorio Lamont, del que son las precedentes observaciones, interesantes y breves catálogos de dataciones debidamente clasificadas conforme a las tres clases de fuentes de C 14: atmósfera, océanos, y depósitos terrestres de agua dulce; la primera presenta ejemplos de análisis hechos sobre el CO₂ procedente de: 1) muestras anteriores a 1900, varias de ellas de muchos siglos de antigüedad; 2) ejemplares en que se observa el efecto Suess (1900-1950), y 3) los que revelan el efecto de las explosiones nucleares (1952...); la segunda y tercera fuentes, oceánica y terrestre (lagos, ríos, aguas subterráneas y fuentes termales) dan resultados correspondientes a la radiactividad originada por bicarbonatos solubles. En esta serie de cifras representativas de

la concentración radiactiva en casos típicos, que sirven de jalones o niveles de referencia en el tiempo y en el espacio, se puede apreciar la variación de una época a otra y de una latitud o región a otra; a pesar de ello, no influye en los resultados la edad de la muestra, porque se ha corregido previamente ese efecto. Figuran en la lista valores negativos, es decir, concentraciones inferiores al nivel normal antes determinado, que para el aire es el de la madera del siglo XIX y para el mar las conchas de moluscos (3).

Uno de los motivos para dedicar especial atención, como se hace hoy en la prensa científica, al contenido atmosférico de C 14, de cuyo estudio sacarán provecho las investigaciones de cronometría radiactiva, es de orden biológico y se funda, entre otros, en los efectos genéticos descubiertos por el profesor Linus Pauling, premio Nóbel, quien confiesa que le han sorprendido, pues se creía hasta hace poco que ese isótopo, bajo el punto de vista de la salud pública, producía daños insignificantes, comparados con otros procedentes como él de las pruebas nucleares; éstas hacen el mismo oficio que los rayos cósmicos, pues como ellos, desencadenan neutrones y engendran carbono radiactivo a su impacto sobre el nitrógeno. Según calcula Pauling, un solo año de explosiones nucleares basta para originar 170.000 muertes prematuras, sea antes o poco después del nacimiento; 425.000 muertes embrionarias y 55.000 casos de niños gravemente tarados durante los primeros 10.000 años, atendida la larga vida de los isótopos en cuestión, entre los que figura en lugar preeminente el C 14; tales cifras, aunque desde luego provisionales y con el natural margen de error, resultan ser 17 veces mayores que las usualmente admitidas como efectos genéticos de la lluvia radiactiva procedente de un año de tales pruebas. Coincide con estas apreciaciones una nota publicada en la revista norteamericana «Chemistry» a fines de 1959, donde

se hace constar que esta producción artificial ha resultado ser durante los cuatro últimos años quince veces más activa que la natural; en particular se ha comprobado que su concentración en la baja atmósfera ha crecido en un 5 por 100 anual desde marzo de 1955 hasta el mismo mes de 1958; de esa cantidad sólo la décima parte ha pasado a los océanos. El remedio contra semejantes riesgos es teóricamente fácil: restringir localmente las pruebas a dos extremos que se juzgan igualmente inofensivos, cuales son las explosiones subterráneas, ya practicadas con éxito cinco veces, y las ultraatmosféricas, a mitad de camino entre la Tierra y la Luna, de donde no es fácil que se propaguen hasta la estratosfera.

Estudios y registros de gran precisión efectuados en Nueva Zelanda, han determinado el influjo solar a este respecto: la observación de un gran aumento en el fondo radiactivo del equipo contador de C 14 ha demostrado con ocasión de la fulguración del 23 de febrero de 1956, que hasta un 60 por 100 de ese fondo se debe a la componente nucleónica de los rayos cósmicos desencadenados por ella. La distribución en altura de pulsaciones o impactos durante ese incremento observado, muestra que la detección de neutrones rápidos es el proceso principal por el que los equipos registran la componente nucleónica; las variaciones de dicho fondo, debidas a fluctuaciones en la intensidad de las partículas primarias, que dan origen a esa componente, pueden ser corregidas por medio de un registro simultáneo de la componente misma, directamente observada: corrección absolutamente necesaria para la exactitud deseada en los experimentos de datación (7).

En general, la radiactividad de origen cósmico constituye, según algunos autores, la cuarta parte del fondo natural; el resto procede de las rocas, suelo, aire y agua. El influjo humano comenzó en 1945, y hasta ahora su cuantía es inferior al de las fuentes naturales: para eva-

luarla debidamente hay que tener en cuenta, no sólo la cantidad de isótopos ya producidos, sino también la duración de la vida de cada uno. Hay más de una docena de ellos cuyo semiperíodo no es inferior al del U 235 (7,1-10 años) y a la cabeza de la lista se encuentra el neodimio 144 ($\approx 5 \cdot 10^{15}$); de ellos procede también la mayor parte de la radiactividad natural, debida principalmente al U 238, al Th 232 y al K 40. Poco después de la segunda guerra mundial comenzó Libby sus investigaciones en la Universidad de Chicago sobre los isótopos producidos por los rayos cósmicos entre los once y los veinticuatro kilómetros de altura, cuya colisión con diferentes núcleos atómicos atmosféricos, sobre todo de N, más abundante que ninguno, trasmuta por término medio cuatro átomos por gramo y minuto; el neutrón activo, resultante común de las reacciones nucleares, es igualmente el agente transformador del N en C 14, el isótopo más abundante en el aire, donde se encuentra en proporción de uno por un billón de átomos de carbono, y aunque su distribución no sea exactamente uniforme, al menos no escasea, sino en contadísimas circunstancias de lugar y tiempo; la mayor parte se encuentra en forma de CO₂ en el amplio ciclo atmósfera, hidrosfera, biosfera, e indirectamente litosfera.

Observaciones de muy exacta delicadeza permiten afirmar que una molécula de CO₂ está unos cinco años en el aire, otros cinco en las capas superficiales del mar, y 1.200 en las más profundas; en cuanto al contenido de C 14 del cuerpo humano, se calcula que su emisión radiactiva viene a ser el 1 por 100 del fondo terrestre. En cambio, el C 12 artificialmente introducido por combustión (efecto Suess), ha llegado a ser el 15 por 100 del de la masa total atmosférica, donde consiguientemente se ha rebajado la concentración isotópica. Se ha calculado asimismo que en los últimos siete años la producción artificial de C 14 en las pruebas nucleares ha sido de mil ki-

logramos y equivale al 1 por 100 de las existencias totales; la mayor parte sigue en las capas superiores donde se formó, y el absorbido por los seres vivos ha aumentado desde entonces en el 1 por 100 del contenido normal, lo cual será motivo de desconcierto para los futuros arqueólogos, a los que obligará, mucho más que a los actuales, a hacer las debidas correcciones en sus cálculos. Del Sr 90 parece que no hay sino 64 Kg., pero en compensación es muchísimo más activo y peligroso.

En lo que se refiere al mecanismo de la dispersión y distribución terrestre, numerosas investigaciones han contribuido a determinar las variaciones del fondo natural debidas a esta causa; a este fin se han introducido deliberadamente en bombas atómicas, pequeñas cantidades de elementos fáciles de descubrir después de sometidos a la acción nuclear; se han escogido isótopos de vida corta, tales como el tungsteno ($W\ 185 = 74$ días) y el rodio (210 días): los resultados se publicarán en 1960. En las explosiones de 100-200 kilotones, junto al suelo o a no mucha elevación sobre él, los residuos no pasan de la troposfera, donde las corrientes de convección los difunden rápidamente a diferentes altitudes, y por tanto caen a tierra al cabo de pocos meses, casi todos arrastrados por la precipitación atmosférica, y las partículas mayores por sí solas; y como los vientos troposféricos rara vez cruzan el Ecuador, suelen quedar en el hemisferio donde ocurrió la explosión; esta fuente local de radiactividad contribuye sólo con un pequeño porcentaje al *fall-out* o lluvia radiactiva general.

Otra cosa son los experimentos de gran potencia, cuyos materiales traspasan fácilmente la tropopausa, que en el Ecuador está a unos dieciséis kilómetros de altura y en latitudes medias a diez, circunstancia importante, como veremos en seguida; ahora bien, en la estratosfera la mezcla de masas de aire es muy lenta y la precipitación acuosa nula, de modo que las partículas me-

nores, de diámetro inferior a 0,0025 mm., permanecen allí por espacio de meses y aun años; en cambio las corrientes estratosféricas, hoy bien conocidas, las distribuyen uniformemente por ambos hemisferios, y de ese depósito proceden unos dos tercios de la lluvia radiactiva artificial. Las primeras observaciones parecían indicar que tardarían en caer de cinco a diez años, tiempo suficiente para su distribución homogénea por toda la Tierra y consiguientemente para que esa gran dilución la hiciera menos peligrosa; pero registros más recientes han reducido ese plazo a unos tres años, y además han revelado una tendencia desconcertante a acumularse en la zona templada septentrional, con diferencias notables en diversas estaciones del año; se pensó en un régimen estacional de intercomunicación a través de la tropopausa, pero quedó sin explicar la ausencia de una concentración del mismo orden en el hemisferio meridional, donde por otra parte se habían hecho también pruebas nucleares.

Así las cosas, surgió la incógnita de la cuantía en que los rusos estaban haciéndolas por su cuenta, y los investigadores norteamericanos, midiendo la relación entre isótopos de larga y corta vida recogidos en agua de lluvia, lograron determinar el tiempo y lugar de origen, a partir del hecho de que esta proporción es inicialmente la misma en todas las explosiones: este descubrimiento les permitió extrapolar hacia atrás, y aplicado el sistema a explosiones anteriores en los Estados Unidos, se comprobó la validez del cálculo. Pero al aplicarlo a las de la URSS, resultaba un tiempo excepcionalmente corto, no ya de tres años, como se indicó antes, sino de pocos meses; la explicación más plausible es que el *jet stream* o corriente de chorro cercana a la tropopausa, más baja en latitudes altas, es capaz de abrir brechas en ella por donde se acelere el intercambio de aire entre la troposfera y la estratosfera; y todo ello ha sido posible a causa de la elevada latitud en que se hallan los campos

de pruebas soviéticas (hacia los 50° N.), al revés de los norteamericanos e ingleses, verificados en latitudes más bajas, por lo cual los residuos de éstos se han repartido por igual en todas las zonas (1).

Otros datos numéricos interesantes se han publicado a este propósito; según ellos, la concentración de C 14 en la troposfera del hemisferio N. en forma de CO₂ creció a razón de un 5 por 100 anual entre marzo de 1955 y el mismo mes de 1958, y su distribución observada en ambos hemisferios prueba que la mezcla se hace en menos de dos años: sólo el 10 por 100 de esta cantidad ha entrado en el mar hasta marzo de 1958, y las diferencias medias dentro del mismo hemisferio están relacionadas con las diferencias locales que cabría esperar. La aportación global, hasta la fecha tope indicada, oscila entre 5 y 28·10²⁷ átomos de C 14 (la amplitud del margen se debe a la incógnita estratosférica) y cuando esté distribuido uniformemente, su concentración atmosférica será 0,25 a 1,41 por 100 mayor que antes de 1945. Además del margen estratosférico queda también la duda acerca del ritmo de mezcla de aguas oceánicas superficiales con las profundas (4). Esta última causa de variación ha resultado ser mucho más importante de lo que en un principio se creía, y aunque su influjo no pasa de un 1 por 100, ello basta para introducir un error mínimo de ochenta años, y por otra parte se ignora el motivo de que ofrezca singularidades de orden local; así por ejemplo, en los laboratorios holandeses de Groninga, el nivel normal hasta ahora admitido se halló a un 3 por 100 de diferencia en menos respecto de los árboles de edad conocida, traídos de Alemania: la corrección que hubo de aplicarse fué de + 240 años (15).

Hasta se ha llegado a dar la voz de alarma a los laboratorios, como hizo recientemente Crowe, dando lugar a una especie de controversia de varios artículos que con el mismo título se publicaron en la revista «Nature».

El había llegado a la conclusión de que la actividad del C 14 parecía haber seguido un ciclo de alteraciones de concentración, con desviación máxima de un 10 por 100 en los últimos 5.000 años, causa importante de errores en la datación, que atribuía a variaciones de intensidad en el campo magnético terrestre, sin excluir por eso las comúnmente admitidas: cambio de régimen en la mezcla vertical entre aire y agua o las grandes fulguraciones solares (6). A esto respondieron varios especialistas demostrando que semejante conclusión pesimista procedía de deficiencias de método en los análisis, y haciendo ver que con un criterio más real y haciéndose debidamente cargo de los procedimientos y correcciones empleados hoy, las variaciones sistemáticas, es decir, las únicas que por ser capaces de sumarse y perturbar las curvas cronológicas resultantes, merecen tenerse en cuenta, se desvanecen por sí solas (11); por no haber tenido en cuenta las diversas correcciones aplicadas ya en los laboratorios, las cifras de Crowe son exageradas y excesivas respecto de la realidad de los resultados obtenidos (2). Por consiguiente, subsiste la conclusión final de todo lo expuesto hasta aquí: que no solamente no hay que temer nada contra la validez de las dataciones, especialmente por el C 14, tan brillantemente confirmadas frecuentemente por datos extrínsecos a ellas, sino que los últimos estudios realizados acerca del principio geofísico fundamental en que se basan y la prudencia con que se corrigen los posibles errores sistemáticos o eventuales, llevan camino de conducirlos a resultados cada vez más exactos y precisos (5).

En confirmación de ello citaremos un solo ejemplo: el de la corrección llamada de autoabsorción (*self-absorption*), fenómeno que ocurre en las muestras mismas, cuya débil emisión de rayos β con energía máxima de 0,156 mev. da lugar siempre a una apreciable absorción y dispersión de radiactividad en el seno del objeto analizado, según

su masa: pérdida que debe corregirse en el cálculo cuando se aspira a realizar medidas de alta precisión. El hecho, ya conocido, planteaba antes un problema que se intentaba resolver estableciendo cinco casos típicos de espesor de la muestra: 1) infinitamente pequeño, 2) constante, 3) infinitamente grande, 4) corregible mediante una curva empírica, y 5) corregible mediante una ecuación teórica, cuya constante se calculaba también empíricamente. En el primer caso la corrección, pequeñísima, podía despreciarse; pero ello exigía un material de radiactividad suficientemente alta, caso no frecuente tratándose del C 14; en el segundo la corrección sería igual para todas las muestras, y por tanto fácil de eliminar matemáticamente, pero requiere para igualarlas un trabajo previo tan penoso, que rara vez se usa; en el tercero la cantidad analizada es tan copiosa, que el tamaño de la muestra supera el espesor llamado de saturación, y el resultado llega así a eliminar la autoabsorción de las capas inferiores: caso excepcional, que excluye precisamente los más interesantes, donde el objeto es pequeño y obtenido a costa de no pocos esfuerzos; en el cuarto la validez de la curva depende de la abundancia de análisis típicos que sirven de patrones para su trazado, y se necesitan por lo menos 25 puntos para garantizar su recorrido exacto: cosa difícil no pocas veces, porque hay trozos de la curva no muy accesibles a la comprobación por diversas dificultades técnicas (incertidumbre en el peso cuando éste es muy pequeño, en la distribución no uniforme del material de la muestra, etc.); por último, el método de la ecuación teórica fué hallado simultáneamente por Libby, Henriques y otros, y aunque la constante de que depende puede obtenerse mediante un corto número de análisis, han surgido luego en la práctica no pocas y serias dificultades para su uso. En vista de todo ello se ha buscado y hallado una solución satisfactoria, una vez que se ha demostrado experimentalmente que el

fenómeno de la autoabsorción sigue una ley hiperbólica mucho más de cerca que la exponencial en que se fundaba la antigua ecuación, y que el coeficiente de absorción ha resultado ser una función del peso de la muestra, en vez de ser constante, como antes se admitía. Con estos elementos se ha obtenido una fórmula más simple y segura, que salva los obstáculos antes mencionados (8).

Como parte del vasto programa del Año Geofísico Internacional que acaba de terminar, aun prorrogado después y en cierto modo perpetuado en cuanto a no pocas actividades futuras de la misma índole de las ya realizadas, el Laboratorio de Investigación Naval de los Estados Unidos estableció una serie de 21 estaciones uniformemente equipadas a lo largo del meridiano 80° W., desde Thule, en Groenlandia, hasta Punta Arenas, en Chile; la radiactividad del aire al nivel del suelo en escala mundial es el objeto de tales registros, cuyos resultados han permitido una útil comparación cronológica de las 111 experiencias atómicas de las tres grandes potencias durante casi todo al AGI. Cada una de estas estaciones fué provista de un filtrador de aire consistente en una bomba de succión accionada por un motor eléctrico de velocidad constante; el aire pasa a razón de un m³/min. a través de un filtro de 20 cm. de diámetro, hecho de material celuloso y asbesto tipo 6 del Army Medical Corps; el filtro va sostenido dentro de una rejilla o cedazo, y todo el equipo va cubierto por una casilla meteorológica para protegerlo contra las lluvias directas. Los filtros se cambian diariamente a las 7 a. m. y se envían a Washington para los análisis de los productos radiactivos de larga duración, como el Sr 90, el Cs 137, etc... Allí se calinan en un horno eléctrico a una temperatura de 650° C. se comprimen en una prensa hidráulica y se montan en discos de plástico, para medir las radiaciones de rayos β y compararlos con isótopos calibrados, por la Comisión de Energía Atómica; los

promedios de centelleo se convierten en promedios de desintegración, calculando la energía media de rayos β de 1 mev para productos de escisión, reducidos al nivel del mar.

Una ojeada a las gráficas ya publicadas basta para ver intuitivamente la preponderancia de lluvia radiactiva en latitudes medias del hemisferio N., cuyas causas probables acabamos de exponer, en oposición a su ausencia en las del S.; hubo un pequeño aumento en mayo y junio de 1958 por causa de los ensayos nucleares ingleses en la isla Christmas y en parte por los de Hardtack norteamericanos en el Pacífico; lo mismo ocurrió en julio al S. del ecuador, acaso por la incursión de masas contaminadas a través de la zona intertropical, y en general ha habido que tener en cuenta numerosos factores meteorológicos para hallar explicación a no pocas variaciones registradas a lo largo del meridiano 80. Algunas fluctuaciones fueron fáciles de relacionar con sus causas probables, tales como las debidas a las pruebas inglesas de Australia y en la isla Christmas; otras han dado lugar a dudas. Una idea de la velocidad del Sr 90 en su viaje por la troposfera la da el hecho siguiente: De Nevada a Washington (3.500 km.) el polvo radiactivo emplea una semana en llegar; del Artico ruso dos semanas, y son treinta días los que se requieren para que el *fall-out* se disuelva por difusión y precipitación. Hubo incrementos notables, como los de julio a septiembre de 1957 en el hemisferio N., a causa de la serie de explosiones nucleares en Nevada; algunos aumentos menores más localizados se atribuyen al polvo retardado que desciende de las capas estratosféricas, y se calcula en unos seis meses el tiempo necesario para que el polvo radiactivo estratosférico, después de mezclado con el aire, se traslade a regiones muy alejadas, por ejemplo, del polo al ecuador. En particular, para la difusión del polvo radiactivo, según los datos obtenidos en Bogotá, que tenemos

a la vista, bastará citar los siguientes promedios semestrales, harto elocuentes: Semestre 2.º de 1957 = 0,44 unidades; sem. 1.º 1958 = 0,63; sem. 2.º 1958 = 1,175, y sem. 1.º 1959 = 2,41 (14).

En 18 de las estaciones citadas se obtuvieron datos especiales mediante la detección del W 185, cuya actividad pudo ser comprobada y reducida a tablas de latitudes en ambos hemisferios, aunque las explosiones fueron en el N. (31° N.-116° W.), expresándose en ellas el número de desintegraciones por minuto y por cada 100 m³ de aire; las medidas abarcaron el período mayo-julio de 1958 y se comprobó la ausencia del isótopo con anterioridad a la fecha del experimento (abril de 1958); ya a fines de mayo se registró en diez estaciones, sobre todo en las de mayor altitud, y en general quedó comprobado que los productos de escisión atómica no permanecen en la latitud donde ocurrió la explosión, sino que se extienden rápidamente por todo el hemisferio, y si ocurren a uno y otro lado del ecuador, por toda la atmósfera; asimismo quedó patente la eficacia de este método de investigación para localizar en el tiempo y en el espacio las pruebas en que se han usado diversos elementos susceptible de diferenciación radiactiva (10).

Recientemente se ha dado a conocer un estudio interesante sobre un isótopo producido por los rayos cósmicos, del que no se había apenas tratado hasta ahora; sigue ocupando el primer lugar el C 14, y le siguen el H 3, el Be 10 y el P 32, pero en ambiente marino se ha encontrado también el Si 32 con semiperíodo de setecientos diez años, que a su llegada al suelo desde el aire, donde se forma, se mezcla y diluye rápidamente con el Si estable, de modo que su detección en tierra firme es bastante difícil; sin embargo, como degenera por la emisión de un negatón en P 32, que a su vez también emite negatones con semiperíodo de 14.3 días, puede determinarse indi-

rectamente la cuantía del Si radiactivo por la de este fósforo, si se dispone de abundante material silíceo.

El principal depósito de intercambio para este isótopo parece ser la hidrosfera marina, que lo recibe casi exclusivamente por medio de la lluvia; en la superficie de los mares será así relativamente alta su actividad específica, mientras que lo caído por igual vía en tierra estará tan diluido por mezclas y procesos químicos con los diferentes minerales del suelo, que su detección ha de ser allí forzosamente muy difícil. Se calcula la concentración isotópica en un $2,6 \cdot 10^{-5}$ desintegraciones por minuto en cada litro de agua del mar, correspondientes a 8 d./min./kg. de Si, admitiendo una dilución teóricamente completa en los océanos; según esto, harían falta 38 toneladas de agua para obtener 1 d./min., cosa evidentemente impracticable. Mejor resultado se ha obtenido tratando esponjas silíceas opalinas, muy abundantes a escasa profundidad en las terrazas marginales de los continentes, y así se hizo con buen éxito en la costa de California; la técnica empleada fué laboriosa, pero fructífera, y se espera poder aplicarla, no solamente a la solución del problema oceanográfico de las aguas mezcladas en diversos tiempos, sino también al del ritmo de acumulación de los sedimentos de incremento rápido, donde abundan los materiales biógenos o hidrogénicos en diferentes fases silíceas, a la determinación del mismo ciclo del Si en la hidrosfera continental, a la edad del hielo en los casquetes polares, y aún a las variaciones de intensidad de los rayos cósmicos durante los últimos milenios (9).

BIBLIOGRAFIA

- (1) ARNOLD, J. R. y MARTEL, E. A.: *The circulation of isopes*, «Scient. Amer.», vol. 201, núm. 3, págs. 84-93, sept. 1959.
- (2) BAKER, H.: *Carbon 14 activity during the past 5,000 years*, «Nature», vol. 186, núm. 4.647, pág. 1.433, 1958.

- (3) BROECKER, W. S. y OLSON, E. A.: *Lamont radiocarbon measurements I*, «Amer. Journ. of Science-Radiocarbon Supplement», vol. 1, págs. 111-132, 1959.
- (4) — y WALTON, A.: *Radiocarbon from nuclear tests*, «Science», vol. 130, núm. 3.371, págs. 309-314, 7 agosto 1959.
- (5) CARR, D. R. y KULP, J. L.: *Dating with natural radioactive carbon*, «Transact. N-Y Acad. of Sc.», ser. II, vol. 16, págs. 175-181, febr. 1954.
- (6) CROWE, C.: *Carbon 14 activity during the past 5,000 years*, «Nature», vol. 182, núm. 4.633, págs. 470-471, 1958.
- (7) FERGUSSON, G. J. y MCCALLUM, G. J.: *The cosmic ray flare of 23-2-1956 and its effect on the N. Z. radiocarbon dating equipment*, «N. Z. Journ. Sc. Techn.», sec. B, vol. 88, núm. 6, págs. 577-587, 1957.
- (8) HENDLER, R. W.: *Self-absorption correction for Carbon 14*, «Science», vol. 130, núm. 3.378, págs. 772-777, 25 sept. 1959.
- (9) LAL, D., GOLDBERG, E. D. y KOIDE, M.: *Cosmic-ray-produced Silicon 32 in nature*, «Science», vol. 131, núm. 3.397, págs. 332-337, 5 febr. 1960.
- (10) LOCKHART, L. B. et al.: *Contamination of the air by radioactivity from 1958 nuclear test in the Pacific*, «Science», vol. 130, número 3.368, págs. 161-162, 17 julio 1959.
- (11) MUENNICH, K. O., OESTLUND, H. G. y VRIES DE, H.: *Carbon 14 activity during the past 5,000 years*, «Nature», vol. 183, núm. 4.647, págs. 1.432-1.433, 1958.
- (12) OLSON, E. A. y BROECKER, W. S.: *Sample contamination and reliability of radiocarbon dates*, «Trans. N-Y Acad. of Sc.», ser. II, vol. 20, núm. 7, págs. 593-604, mayo. 1958.
- (13) PÉWÉ, T. L. et al.: *Mummified seal carcasses in the McMurdo Sound region, Antarctica*, «Science», vol. 130, núm. 3.377, pág. 716, 18 sept. 1959.
- (14) RAMÍREZ, S. I., J. E.: *Radiactividad del aire al nivel del suelo en Bogotá* (julio 1957-julio 1958), «Publ. núm. 6», Inst. Geof. And. Colomb.-Ser. B., agosto 1958.
- (15) VRIES DE H.: *Variation in concentration of radiocarbon with time and location on earth*, «Kon. Nederl. Akad. Wet. Proc.», ser. B, vol. 61, núm. 2, págs. 94-102, 1958.

Recibido 4 III-1960.

LA INVESTIGACION EN LAS CIENCIAS DE LA TIERRA (*)

La Asamblea General de las Naciones Unidas ha expresado su voluntad de «favorecer la marcha general de la investigación científica con fines pacíficos, como son, el progreso económico y el bienestar de la humanidad, en el interés de la paz y la cooperación internacional», ha pedido a la U. N. E. S. C. O. se efectúe una encuesta sobre las tendencias principales actuales de la investigación científica en el dominio de las ciencias exactas y naturales. Respondiendo a este deseo de la U.N.E.S.C.O., la oficina de la U. G. I. ha transmitido al profesor Auger la consulta especial de la U. N. E. S. C. O. referente a las tendencias de la investigación en el campo de las ciencias de la tierra.

Las ciencias de la tierra tienen por objeto describir e interpretar los fenómenos físicos que tienen lugar en el globo terrestre. Este globo está sometido a las influencias de todos los medios que lo rodean o lo constituyen y un estudio completo debe comprender:

La geodesia que precisa la forma de la tierra y está unida a la consideración del campo de la gravedad.

La sismología y la vulcanología que se refieren a la constitución del interior del globo.

(*) Traducido por J. M. López de Azcona.

La meteorología que tiene por objeto el estudio de la atmósfera.

La oceanografía e hidrología que estudian la influencia y el comportamiento del agua bajo diferentes formas, líquida, sólida o gaseosa, en la superficie de la Tierra, en los océanos, o en los continentes.

El magnetismo, que describe el campo fundamental al cual está sometido todo el globo.

Las ciencias de la tierra son, pues, ciencias de observación, pero por el objeto mismo, exigen observaciones efectuadas en numerosas estaciones regularmente distribuidas en la superficie del globo. La física, la química y las matemáticas pueden progresar únicamente gracias a los trabajos de un sabio en un laboratorio. Al contrario, la geofísica tiene un carácter indiscutible de necesitar una colaboración científica a escala mundial. Así los primeros progresos obtenidos son la consecuencia de organización de trabajos, gracias a la creación de Asociaciones Internacionales, una de ellas es la Unión Internacional de Geodesia y de Geofísica. Ultimamente la necesidad de la cooperación científica ha encontrado su expresión en los dos años polares, además del reciente año geofísico, donde el mérito y el interés se han acentuado con la importancia de las observaciones efectuadas en las regiones inexploradas o raramente habitadas, como ciertas partes de los océanos, las zonas desérticas o ecuatoriales, y sobre todo la Antártida o la Artida. Estas necesidades ciertas aparecieron en los espíritus científicos después de bastante tiempo, pero su relación supone, por otra parte, una organización precisa de los trabajos y la posibilidad de la explotación de los resultados. La acumulación de los datos, su análisis, la discriminación de las perturbaciones del fenómeno estudiado, la síntesis

de los resultados, su publicación no pudo ser considerada mas que después de los progresos muy recientes de las matemáticas (tratamiento analítico de un vasto conjunto de datos de electrónica), de la electrónica (rapidez de los cálculos, facilidad del registro) y de las técnicas nuevas de la información y de la automática.

En un estadio más elevado, conviene considerar que todos los medios que rodean o constituyen el globo no son estáticos, sino en movimiento constante. De suerte que no es suficiente hacer observaciones numerosas regularmente repartidas en el espacio y en el tiempo, también es necesario que sean simultánea y rápidamente transmitidas o intercambiadas. Así el descubrimiento y la puesta a punto de las telecomunicaciones son necesarias al progreso de la geofísica; lo mismo que las radiotransmisiones no lo son menos, para permitir la implantación de observatorios en las regiones de difícil acceso, desérticas o polares.

En fin, la puesta a punto de los dominios de la electrónica y de las ondas cortas, de los aparatos precisos de teledata; el envío de cohetes suministradores de datos locales casi simultáneos, a lo largo de una misma vertical; el lanzamiento de satélites artificiales explorando vastas capas de la atmósfera, han dado una dimensión más al espacio estudiado otras veces de dos dimensiones. Resulta una transformación de la escala de trabajo; el globo terrestre no es considerado solo, se encuentra situado en el espacio interplanetario. La observación científica es también profundamente modificada y hace posible el considerar a la tierra a partir de un punto de vista externo y también más allá de lo que se desea; partículas, fenómenos y campos son estudiados, donde se producen y evolucionan, es decir, en su propio medio, y no más por las consecuencias que provoca sobre la

tierra; la falta atmosférica es suprimida; el sistema planetario puede ser observado hasta en sus partes ocultas.

Disponiendo actualmente de todos estos medios puestos a su disposición por las otras ciencias, la física del globo tiene una evolución muy rápida desde el principio del siglo XX, época en la que empezó a dar sus primeros balbuceos. ¿Qué se podrá alcanzar con tal progreso?

En el plan científico, es cierto que la síntesis de los datos recogidos permiten un conocimiento más exacto de las características físicas del globo, en cuanto a su forma, su estructura, su elasticidad, así como del equilibrio dinámico entre la tierra y los planetas de una parte, entre los miles que componen o rodean el globo por otra parte (cambios sólidos, líquidos o gases; balance energético; cambio de calor de partículas eléctricas; evolución en los campos magnéticos, eléctricos o de la gravitación, etc.). Pero es posible, sobre todo, que resulte una transformación profunda de las hipótesis fundamentales de la mecánica y de la física actuales.

Sobre el plan social, está permitido esperar que la necesidad de la cooperación internacional sea un estímulo para un entendimiento general. Ninguna otra ciencia puede pretender este grado de universalidad.

Sobre el plan humano en fin, la geofísica deberá permitir mejorar las condiciones de la vida, en una época en que el aumento de la población exige un aumento correlativo de las reservas. Prospeccionar el conjunto considerable de zonas todavía inexploradas, sean en la superficie (océanos, regiones polares), sea en profundidades importantes (las profundidades de los yacimientos actuales son ínfimas, en relación con las posibilidades internas); utilizar nuevas fuentes de energía natural; evitar las consecuencias desastrosas de ciertos cataclismos (tales como sismos o erupciones volcánicas); encon-

trar reservas importantes para la alimentación humana (en los océanos por ejemplo); poner en valor nuevas regiones y mejorar los factores climatológicos e hidrológicos (zonas áridas); tales esfuerzos conjugados merecen conducir a una elevación sensible del nivel de vida.

En la hora actual, en todas partes es de esperar para la geofísica una era de prosperidad que permita nuevos progresos a la vista de la ciencia, al entendimiento internacional y a las condiciones de la vida humana. ¿Qué orientaciones se deben seguir? Es inevitable, para el estudio, y a pesar de las relaciones profundas que existen entre las ciencias, presentar relacionadas con un mismo objeto las tendencias de cada una de ellas.

GEODESIA

La Geodesia tiene por objeto esencial el estudio de la forma de la tierra y del campo de la gravedad. Estas dos cuestiones están íntimamente ligadas con la forma de la tierra; en efecto, no es más que la posición de equilibrio de una masa pesada en rotación, estudio complejo porque esta masa está lejos de ser homogénea.

La forma del globo terrestre.—Bajo el efecto de esta heterogeneidad, las superficies de nivel terrestres no son ni regulares, ni equidistantes. Las superficies de nivel son aquellas que son indicadas por el hilo, la plomada, el nivel o el baño de mercurio, es decir, aquellas a las cuales se refieren todos los instrumentos de medida que podemos utilizar. Es imposible, sin estudios previos muy delicados, el poder utilizar los resultados suministrados por estos instrumentos, para poder efectuar en la superficie de la tierra cualquier cálculo de distancias o de dirección, cualquier determinación de coordenadas espacia-

les. La necesidad de pasar por el intermedio de una superficie matemática regular convencional sobre la cual se pueden efectuar tales cálculos y proceder a tales determinaciones de coordenadas. La solución universalmente adoptada está constituida por un elipsoide de revolución, débilmente achatado. Uno de los problemas fundamentales de la Geodesia consiste entonces: en fijar las dimensiones, las más probables de este elipsoide de referencia; determinar la posición en el espacio de este elipsoide para que coincida lo mejor posible con la superficie nivel cero de la tierra, que se llama geóide, superficie real que sólo es conocida por la dirección de sus normales; de poder medir en todo punto la distancia entre dos superficies y el ángulo entre la normal al geóide (vertical) y a la superficie de referencia sobre la cual deben ser efectuados todos los cálculos; el conocer el potencial terrestre en cada punto del espacio externo por las medidas de los componentes armónicas. Estos problemas son muy complejos y no pueden ser resueltos más que por medidas repartidas sobre el conjunto de la tierra y por un empleo juicioso de métodos de aproximaciones sucesivas.

Hasta las últimas décadas, los procedimientos de triangulaciones no fueron aplicados más que en los dominios restringidos, tales como países de gran extensión: no persiguieron más que determinar la superficie del suelo, en un sistema particular, las coordenadas tridimensionales de un cierto número de puntos y los datos necesarios para el establecimiento ulterior de los mapas. Recientemente, gracias a la gran precisión lograda en las medidas del tiempo, precisión del orden de la fracción de milimicrosegundos, que se ha podido asociar a la medida precisa de las distancias, anteriormente gracias a un geodímetro que utiliza las ondas luminosas

moduladas, y ahora gracias a un telurómetro que funciona con ondas centimétricas. Estos métodos nuevos tienden igualmente a precisar la forma del globo, por ejemplo midiendo el radio ecuatorial a partir de las observaciones de distancia sobre la luna.

Las investigaciones actuales exigen un conocimiento muy preciso de las posiciones respectivas de puntos muy alejados. Los trabajos fueron primeramente realizados por una compensación regional del conjunto de triangulaciones locales en Europa y en el SE. de Asia. Para enlazar los continentes es necesario efectuar observaciones por las ocultaciones de los astros, se han efectuado las observaciones submarinas «sofar». La solución del porvenir debe encontrarse en el estudio de los procesos propios referentes a las medidas obtenidas gracias a los cohetes y a los satélites naturales y artificiales. Esas medidas deberán permitir determinar los movimientos relativos de los continentes, necesarios para el conocimiento de equilibrio en la corteza terrestre. En cuanto a los movimientos en altitud de los continentes con relación a los océanos, problema de importancia vital para las naciones como los Países Bajos y Finlandia, no pueden ser olvidados y serán estudiados gracias a la consideración precisa del potencial terrestre y a la ejecución de largas cadenas de nivelaciones de precisión. Puede con un sistema armonioso realizar una extrapolación de comportamiento del globo terrestre, en el pasado y en el porvenir. En todo caso, suministrará los datos ciertos a la tectónica.

Los satélites artificiales darán igualmente datos precisos sobre la forma general del globo; hasta ahora este problema no fué accesible, mas que a partir de supuestas hipótesis, más o menos justificadas. El estudio preciso de las perturbaciones de sus órbitas de-

berán también suministrarnos información sobre la estructura del globo.

El campo de la gravedad.—La exploración del campo de la gravedad no ha sido efectuado hasta aquí más que superficialmente. Tampoco había sido generalizado a numerosas extensiones como los océanos, a pesar de la reciente puesta a punto de instrumentos modernos. ¿Es necesario destacar el interés práctico considerable que ofrece la gravimetría para la prospección del subsuelo: prospección geológica, minera y del petróleo?

La gravedad presenta igualmente variaciones con el tiempo, variaciones periódicas debidas a posiciones relativas de la luna y del sol: las «mareas terrestres» deben ser estudiadas no solamente en razón del problema práctico como la estabilización de los ciclosincrotones, sino también porque, sobre el plan teórico, la comparación de las observaciones de los valores calculados darán informaciones sobre la elasticidad de los cuerpos terrestres.

Es todavía más importante estudiar el comportamiento del campo de la gravedad en el exterior del globo. Sólo el lanzamiento de satélites artificiales ha permitido esta orientación. Es preciso pensar en el estudio de la velocidad de propagación del campo de la gravedad, la relación entre la fuerza de la gravedad y la difusión local de la materia para provocar una modificación sensible de las leyes fundamentales de la mecánica y una transformación profunda de las aproximaciones clásicas. Después de haberse beneficiado del progreso de las ciencias más modernas, la Geodesia es capaz de modificar, por las experiencias imposibles de realizar de otra manera, los fundamentos más antiguos.

SISMOLOGÍA Y FÍSICA DEL INTERIOR DE LA TIERRA

Dadas las tendencias modernas de la sismología y la física del interior de la tierra, tres problemas principales pueden ser seleccionados:

1.º *Estudio de la estructura del globo y los fenómenos que ocurren en el interior de la tierra:* este estudio tiene por una parte un aspecto científico, y por otra parte está estrechamente ligado al establecimiento de líneas generales que fijan la distribución de las reservas minerales, así como a la prospección geofísica y geológica.

2.º *El estudio de los scísmos,* que tiene dos objetos: el establecer la distribución de la sismicidad en la superficie del globo, donde el interés práctico es evidente para la seguridad humana; el investigar los procesos de formación de los scísmos, a fin de permitir su predicción tanto en la época, en su extensión y en su intensidad.

3.º *Mejora de los métodos y de los instrumentos* que sirven a las observaciones sísmicas y a su interpretación.

En lo que concierne a los dos primeros problemas, las investigaciones deben ser conducidas a la vez sobre el plano de la teoría, las experiencias del laboratorio y las observaciones del terreno. Los progresos están ligados al estudio de la propagación de las ondas sísmicas en los medios no homogéneos ni perfectamente elásticos. Quanto al instrumental, se debe evolucionar hacia una sensibilidad más grande a las frecuencias de vibración y hacia una extensión de la gama de las frecuencias, así como hacia un aumento en el automatismo en la recepción de los datos. Es así que se han puesto a punto los

sismógrafos electrónicos con amplificaciones grandes superiores a 10. La sismología planetaria exigirá igualmente el estudio de aparatos especiales.

La estructura del globo terrestre.—El estudio de la estructura del interior del globo comprende especialmente los problemas siguientes: la composición y el estado de la materia en el manto y núcleo interno, las propiedades físicas del magma, teniendo en cuenta la presión y la temperatura; el estudio de las superficies de discontinuidad y las zonas de transición; las fuentes de la energía interna, las causas de los movimientos internos; la radiactividad; la geotermia; la geocronología; las mareas; los movimientos de los polos.

La estructura de la corteza terrestre posee dos problemas diferentes. De manera general se entiende por corteza la región que se extiende desde la discontinuidad de Mohorovicic, y comprende la parte superior del manto, o sea, una profundidad media de 30 km. debajo de los continentes. Su estudio es necesario para explicar la formación de los movimientos epigénicos relativos de los océanos y los continentes, para fijar la naturaleza de los arcos insulares; para establecer los límites de las coberturas basálticas y graníticas; para estudiar los geosinclinales y los subasamientos de las cadenas montañosas; para precisar la distribución de los depósitos minerales (carbón, petróleo, metales); para conocer la sismicidad de cada región.

Estos problemas estructurales son de una importancia evidente para el género humano, especialmente considerados sobre sus aplicaciones a la prospección. La prospección, minera o petrolífera, está en su principio, si se considera la ínfima porción del globo que ha sido estudiada hasta aquí, tanto superficialmente (sólo los continentes

fueron parcialmente explorados), como en profundidad (los sondeos más profundos no alcanzan más que algunos kilómetros). Se puede realizar esta prospección con diversos medios geológicos y geofísicos, pero los métodos sísmicos suministrarán la principal aportación. Estos métodos, que consisten esencialmente en interpretar convenientemente las anomalías observadas en la propagación, se han beneficiado de recientes experiencias controladas: experiencias que pueden ser a base de explosiones artificiales, nucleares o no, y también recurriendo a los métodos de Gumburtser, utilizando las ondas profundas. Exigen créditos importantes, y no podrán ser aplicados en países de débil importancia o de medios limitados, si no es gracias a la cooperación internacional. Conviene a este objeto destacar el problema especial del estudio de las zonas polares (espesor y naturaleza de los glaciares, forma y evolución de los fondos rocosos), sea en la Antártida, sea en la Artida, problemas tanto más interesantes, ya que en estas regiones se realizan las condiciones que existieron durante siglos sobre toda la superficie terrestre; así podrá ser interpretada la evolución del globo durante el período glaciario. El proyecto más grandioso en este campo es el proyecto titulado el «Mohole» (contracción, de «Mohorovicic hole»), que consiste en una perforación a partir de una fosa en el Pacífico, hasta la superficie de Mohorovicic. Esta perforación deberá permitir controlar las hipótesis actuales sobre la estructura de la corteza y sobre la naturaleza de la superficie de discontinuidad, así como de la distribución de la temperatura en el interior del globo. El proyecto ha sido formulado en la XI Asamblea General de la U. G. G. I. (Toronto, 1957).

Los seísmos.—Para establecer la distribución regional de los seísmos, las observaciones permanentes son

necesarias en cada país: son tanto más necesarias e interesantes, cuanto que en estos últimos años un proyecto analítico pudo ser puesto a punto y permite la consideración simultánea de todos los datos sísmicos. La Asociación de Sismología asegura la publicación y la difusión de datos de todas las observaciones, así como las conclusiones alcanzadas de su síntesis en el Boletín mensual y el International Seismological Summary. Estas dos publicaciones, que corresponden a fines muy diferentes, son establecidas, una en Strasbourg (Francia) y la otra en Inglaterra. Precisan los epicentros, eventual energía y la frecuencia de las oscilaciones para cada sismo. Completado por los datos de la tectónica, de la geodesia y de la geología, estas reseñas deben permitir establecer la sismicidad para la región. Así, puede esperarse en el establecimiento del grado de peligro local para las poblaciones.

En cuanto al origen de los temblores de la tierra, pueden destacarse estudios sobre las características de diferentes regiones sísmicas, sobre las energías puestas en juego, sobre las frecuencias de las oscilaciones, sobre la distribución de los focos, sobre la propagación de los sismos en función de la composición y la edad de las rocas, sobre las características de los planos de fallas y sobre la interpretación de los focos. Deberán conducir a la predicción de los sismos, de su época, de su duración, de su intensidad, de su localización, elementos evidentemente de un interés considerable. Es de notar igualmente el papel de los registros sísmicos para la previsión de erupciones volcánicas, método aplicado con fortuna.

Estos estudios exigen la síntesis de numerosas observaciones hechas simultáneamente en diferentes condiciones, tanto que la tendencia moderna es de estudiar no solamente los sismos importantes, sino también los pe-

queños sismos, en cierto modo más significativos. Los esfuerzos de la Asociación de Sismología son efectuados en este sentido, con la colaboración internacional. En fin, la aplicación está conducida al registro de sismos para el control de las explosiones atómicas.

Pero la sismología extiende su dominio a la acción de otros planetas. Es así que se está orientando al estudio de la luna por prospección sísmica. Bien entendido, la sismología planetaria no está todavía más que en sus comienzos.

METEOROLOGÍA Y FÍSICA DE LA ATMÓSFERA

La meteorología tiene por objeto describir y explicar los procesos dinámicos en los fenómenos físicos que en la atmósfera terrestre tienen su asiento. Es una ciencia de observación donde los principios fundamentales son los de la mecánica de los fluidos y de la física en general. Pero las dificultades no alcanzan tanto a los principios como a la complejidad de los fenómenos, debido a la vez a su interdependencia y a su escala planetaria; fenómenos que no se pueden, pues, ni separar ni reproducir en el laboratorio, so pena de alterar las características. No es sorprendente que se ensaye el aplicar los principios de la física y la mecánica al estudio de la atmósfera; los meteorólogos, inversamente, han descubierto aspectos nuevos de las leyes, principios y nociones de la física y de la mecánica.

La cooperación internacional.—Los progresos, en meteorología sinóptica, no dependen únicamente del perfeccionamiento de los instrumentos y métodos de observación: ellos son, ante todo, subordinados a la organización de un red internacional de estaciones. Es más, el

meteorólogo no puede prever la previsión del tiempo que va hacer inmediatamente, a intervalos de tiempo regular, del conjunto de datos de las observaciones de la red. Necesita, por otra parte, seguir el desplazamiento y la evolución del fenómeno en una cierta escala; es preciso disponer de una red tal, que la distancia entre las estaciones no pase de las dimensiones lineales del fenómeno, ni los intervalos del tiempo entre las observaciones, superen a su duración. En fin, una red desarrollada en superficie no será suficiente a la exploración de un medio de tres dimensiones, lo que arrastra a la necesidad del sondeo.

Bastante afortunadamente, la importancia económica y social de la meteorología, se ha presentado con suficiente evidencia, para que los Estados acepten la participación en la *Organización Meteorológica Mundial* (O. M. M.), que asegura la organización internacional de observaciones para el establecimiento y la explotación de una red importante con unificación de métodos, con normalización de instrumentos y con la creación de códigos. La rapidez actual de las telecomunicaciones pueden asegurar la difusión de los datos entre los observatorios; el desarrollo prodigioso de las máquinas electrónicas pueden registrar y explotar los resultados; el descubrimiento de medios de telemida pueden reseñar sobre el campo vertical la presión y la temperatura, así como el gradiente del potencial eléctrico, del ozono y del vapor de agua; el lanzamiento de cohetes para obtener datos locales a muy alta altitud a lo largo de una misma vertical, la utilización de globos y, sobre todo, de satélites artificiales para explotación de vastas extensiones de la atmósfera, han podido seguir ciertos fenómenos (origen de tempestades, formación de nubes,

electricidad atmosférica) son medios que han favorecido a la acumulación de datos.

El Año Geofísico Internacional permitió aumentar todavía el número, de una parte gracias a la instalación de estaciones en regiones de difícil acceso, zonas desérticas, marítimas o polares; por otra parte, gracias a la creación de las Jornadas Mundiales destinadas a la concentración de los esfuerzos de los observadores durante los días más característicos.

La O. M. M. organiza las observaciones y la recopilación de datos, y la Asociación Internacional de Meteorología y de Física de la Atmósfera se encarga de lleno de investigaciones teóricas a partir de los resultados obtenidos.

Las tendencias actuales.—Una de las primeras características de la evolución actual es de sustituir a los estudios locales o regionales, por los estudios globales que concretizan la solidaridad de los fenómenos atmosféricos y constituyen uno de los problemas fundamentales: el de la circulación general de la atmósfera, en los diferentes niveles. Con este fin, conviene citar el reciente descubrimiento en la tropoesfera superior de «jet stream»; los trabajos actuales sobre las variaciones de los cambios de cantidad de movimiento y de energía entre las zonas de latitudes diferentes; las investigaciones sobre los procesos físicos y termodinámicos asociados a los movimientos del aire o alrededor de la tierra; el estudio de las fallas de la tropopausa, para las cuales los cambios se pueden producir entre la atmósfera y la troposfera.

Por otra parte, la atmósfera es un fluido natural en el seno del cual se producen sin cesar las conversiones de energía y las transformaciones físicas. La meteorología física debe, pues, desarrollarse paralelamente a la meteo-

rología dinámica. En ésta sí que se impone un conocimiento preciso, no solamente para la cantidad de energía radiada absorbida por la tierra y la atmósfera, sino también de la repartición de esta cantidad en el espacio y en el tiempo. Por lo mismo, conviene tener una mejor estimación del albedo planetario. La exploración de la capa de ozono es necesaria; ésta constituye el filtro protector de los organismos vivientes contra las radiaciones ultravioletas del sol; ella permite establecer el reparto del ozono en función de la fecha, de la latitud y de las circunstancias atmosféricas; llegará a registrar por otra parte los cambios entre la troposfera y estratosfera. El estudio de la composición microquímica del aire y las precipitaciones suministran indicaciones indispensables a la interpretación de ciclos geoquímicos de los elementos. La Física de las nubes y de los hidrometeoros tiene como una de sus aplicaciones la producción artificial de la lluvia. Los indicadores radiactivos en suspensión en el aire permitirán ciertas conclusiones sobre la difusión turbulenta de la atmósfera. En fin, uno de los aspectos recientes de la meteorología es el estudio de la electricidad atmosférica (campo eléctrico, tempestades) y la radiometeorología (influencia de la propagación de las ondas ultracortas).

Interés práctico.—La mayor parte de las actividades humanas son influenciadas o condicionadas por hechos meteorológicos. Recientemente, el número creciente de líneas aéreas ha impulsado a los servicios meteorológicos para organizar la protección de la navegación aérea sobre las regiones siempre más vastas. Pero la civilización, impone a la meteorología además otros fines (predicción de las condiciones atmosféricas, control de la precipitación, defensa contra las tormentas) y en los

dominios más diversos: agricultura, hidrología, transportes, sanidad pública, vida económica, etc. Estas necesidades muy cotidianas, desarrolladas con ventaja, se han añadido a otras preocupaciones como la puesta en valor de zonas áridas o la explotación de reservas hidráulicas, que serán tanto más importantes con la ayuda de la meteorología. Citamos igualmente ciertos problemas más particulares, como la circulación de sustancias radiactivas debidas a las explosiones nucleares.

Actualmente los meteorólogos disponen de medios de exploración potentes y diversos, de técnicas y de máquinas para analizar cantidades enormes de datos. Queda por armonizar el conjunto coherente de teorías científicas que permiten conocer mejor el medio físico en que viven los hombres, donde ignoran las propiedades que les son más necesarias.

GEOMAGNETISMO Y AERONOMÍA

Los estudios de magnetismo terrestre y la cooperación internacional dentro de este dominio son de los más antiguos. El importante reconocimiento del papel que juegan las capas altas de la atmósfera en los fenómenos magnéticos ha dado lugar a una nueva ciencia, la aeronomía; ésta puede ser definida como el estudio de la atmósfera allí donde los fenómenos eléctricos, magnéticos y químicos son más significativos, es decir, donde los procesos de disociación y de recombinación son más importantes. El dominio de la aeronomía es así netamente diferente del de la meteorología: por una parte, la atmósfera es estudiada a una altitud superior a 70 u 80 km.; por otra parte, los únicos problemas considerados son del orden molecular, atómico o electrónico.

Esta evolución explica que la antigua Asociación Internacional de magnetismo y de electricidad terrestre se ha transformado en 1954 en la Asociación Internacional de geomagnetismo y de aeronomía. Pero es claro, por otra parte, que los nuevos medios de exploración han ampliado considerablemente los campos de estudios, tanto del geomagnetismo como de la aeronomía.

Tendencias modernas.—Está actualmente admitido que la mayor parte del campo magnético terrestre es de origen interno; sólo una pequeña parte se produce por la inducción causada por las corrientes eléctricas de la esfera alrededor del globo. Mientras que la parte interna del campo magnético presenta valores bastante constantes con las variaciones lentas donde el período es anual, o secular, el campo producido por las corrientes eléctricas de la alta atmósfera subsiste a oscilaciones muy rápidas donde el período varía entre un día o un segundo.

El campo magnético terrestre se caracteriza por su intensidad y sus variaciones, y es ante todo necesario establecer una red de observatorios permanentes, numerosos, bien elegidos y regularmente repartidos sobre todo el globo. La importancia de elección de la estación es concretada con el ejemplo del observatorio de Huncayo (Perú), previsto para asegurar el enlance entre las estaciones de América del Norte y de la Argentina, pero donde la situación, o proximidad del ecuador geomagnético, provoca la obtención de características muy diferentes, lo que obliga a referir el análisis armónico de valores magnéticos al ecuador y permite el descubrimiento de una corriente eléctrica ecuatorial intensa alrededor del globo terrestre.

La determinación del campo magnético terrestre exi-

ge también la existencia de observatorios repartidos con una densidad uniforme; el globo tiene que ser considerado como un conjunto; también son precisas observaciones, tanto sobre el mar, como en el aire, que sobre tierra, así bien en zonas habitadas como en los lugares de difícil acceso como las regiones desérticas o polares. La Asociación ha favorecido de antemano el establecimiento de una red de observatorios magnéticos, alrededor de 150 actualmente. Ello tiene su origen en grandes manifestaciones mundiales, como han sido sucesivamente los dos años polares y el reciente año geofísico. Ha recomendado la ejecución de observaciones sobre el mar (barco amagnético «Zaria»). Espera todavía efectuar la prospección magnética con los cohetes y satélites artificiales. Los datos obtenidos son publicados, según reglas precisas, en los Boletines de los observatorios. Este conocimiento, tan completo como sea posible, exige esfuerzos continuos y encuentra una síntesis en el proyecto de la Asociación para dibujar un mapa magnético mundial.

Medir el campo magnético en las regiones alejadas las unas de las otras, impone que los valores obtenidos sean comparables. Es preciso, pues, no solamente establecer un plan de trabajo, sino normalizar, de manera permanente y en provecho de los progresos recientes, los métodos y los instrumentos de trabajo. Tal es el papel del servicio permanente creado por la Asociación para la comparación de los patrones geomagnéticos, servicio que tiene su residencia en Copenhague. La necesidad de este servicio parece mejor si se ve que el campo magnético terrestre se mide en gammas, es decir en 10^{-5} gauss. El gauss es ya él mismo una unidad pequeña.

En cuanto a las variaciones rápidas, periódicas o no, del campo magnético, son debidas a la influencia de las radiaciones solares ionizantes, rayos X o ultravioletas y

de partículas solares cargadas eléctricamente. El problema es el caracterizar estas variaciones, de manera de poderlas comparar con los datos suministrados por otras disciplinas científicas. Un servicio permanente fué creado, y sus sedes son en Gottinge (Alemania), en Bilt (Países Bajos) y en Tortosa (España) y que dan, cada tres horas, un índice característico de la actividad magnética. Se publican igualmente los datos suministrados por los observatorios, bajo la forma de listas, dando las horas de comienzo de las principales variaciones rápidas: comienzo de las tempestades magnéticas, impulsos bruscos, bahías magnéticas, pulsaciones, efectos de las erupciones cromosféricas solares, etc.

Todas estas medidas, sea del campo magnético, sea de sus variaciones, exigen un utillaje perfeccionado: la Asociación por sus Comisiones de instrumentos, estudia el mejoramiento de las técnicas antiguas y pone a punto los nuevos aparatos, como los magnetómetros a potrones. El estudio de las radiaciones rápidas exige en particular instrumentos muy sensibles, permitiendo detectar las radiaciones de una intensidad muy débil y un período corto, del orden de un segundo.

El estudio del magnetismo terrestre, sobre todo las variaciones, conduce naturalmente a preveer un conocimiento de las causas. Las auroras han permitido establecer que, en las altas regiones de la atmósfera, existen capas fuertemente ionizadas, que tienen las propiedades electrónicas. Así determina la existencia de sistemas de corrientes productoras de la variación diurna del campo magnético: se ha establecido la influencia de la luna; se ha reconocido la existencia de corrientes, de muy corta duración, producidas por las erupciones solares, corrientes que cambian en algunos minutos la composición eléctrica de la atmósfera alta, y la observación

directa fué toda realizada recientemente gracias a los datos suministrados por los cohetes. Evidentemente estas cargas son el producto de las disociaciones de combinaciones atómicas, y parece posible calcular la cantidad de energía solar necesaria para su producción, teniendo en cuenta tanto las propiedades físicas y químicas del medio donde se realizan estos fenómenos.

Importancia científica y práctica.—La importancia actual del geomagnetismo y la aeronomía se explica fácilmente por la influencia que tienen los fenómenos estudiados sobre el conjunto de observaciones científicas, del campo magnético, como del campo gravimétrico, como en general del campo físico del globo. En la alta atmósfera, los fenómenos eléctricos dependen directamente del campo magnético; los rayos cósmicos son afectados por las variaciones magnéticas, lo mismo que las radiotransmisiones, por las tempestades magnéticas; el trayecto de los cohetes intercontinentales por el estado de la alta atmósfera, etc. El paleomagnetismo permite profundizar las ideas actuales sobre la historia del planeta y conduce a conclusiones importantes sobre su evolución. Un mapa magnético general es necesario no solamente para la navegación (barcos, aviones, cohetes), sino también para prospección geológica y minera. Su establecimiento, efectuado a 40 años de distancia del primer levantamiento magnético mundial, permitirá determinar con precisión la variación secular del campo terrestre en un gran número de estaciones y verificar ciertas hipótesis sobre los desplazamientos relativos del núcleo y del manto.

Inversamente, el estudio de los fenómenos magnéticos hace llamar a la mayor parte de las ciencias modernas: la geofísica (el sol y la fuente de las partícu-

las eléctricas que alteran el campo), la radiactividad y la física.

Ciertos fenómenos como las auroras, nos suministran otro ejemplo de experiencias, que pueden ser difícilmente realizadas en laboratorios; permiten el estudio de la disociación y de la recombinación de moléculas y de átomos; dando referencias directas sobre la atmósfera alta (temperatura, presión y composición). ¿Es de esperar, que estas condiciones excepcionales de observación, conduzcan a una renovación de la física corpuscular?

OCEANOGRAFÍA FÍSICA

Existen probablemente pocas ciencias como la oceanografía física, donde el interés práctico se ha percibido recientemente con tanta fuerza, al dejar su estado de investigación local y corrientemente aislado. Las tentativas recientes han confirmado este hecho general y previsible, que tiene toda explotación de estudios fundamentales necesarios. En oceanografía, la experiencia actual ha mostrado que una parte de las investigaciones deben ser organizadas en plan internacional; por otra parte, que deben colaborar a la vez los sabios que operan en los navíos y los que trabajan en los laboratorios. Es hacia este doble punto de vista de una activa colaboración internacional y de la solución de problemas fundamentales, al que convergen los recientes esfuerzos de la Asociación Internacional de Oceanografía Física.

Tendencias modernas.—El aspecto característico de las investigaciones actuales es de no limitarse a los estudios regionales o locales, pero de considerar los océa-

nos en su conjunto, es decir, como un medio que sufre la influencia de todos los elementos que le rodean. Los tres objetos de estudio fundamentales: los fondos oceánicos, en relación con la geología, la sismología y la vulcanología; los cambios gaseosos o térmicos en la atmósfera, en relación con la meteorología; el comportamiento del litoral, en relación con la geodesia. Estos tres problemas deben actualmente estar considerados desde su forma más general.

El océano es un medio en movimiento permanente. Formación de corrientes, origen de los movimientos ascendentes y descendentes, las variaciones del nivel marino, las características de los mares, la distribución de temperaturas y de densidades, conducen a las leyes que se establecen en función de los datos de la hidrodinámica, de la termodinámica y de la mecánica, haciendo intervenir numerosos parámetros como los de la rotación planetaria. Este aspecto dinámico de las investigaciones sobre la circulación oceánica tiene, por otra parte, como corolario el transformar el mecanismo experimental que exigen las observaciones simultáneas en los diferentes lugares.

La evolución moderna de la oceanografía física tiene dos consecuencias: de una parte, la necesidad de acumular una gran cantidad de observaciones a bordo de navíos especiales, los estudios de laboratorio tienen en comparación una importancia menor; por otra parte, el cuidado de una vasta colaboración internacional. Esto es lo que exige una cierta normalización de los aparatos y de los métodos de observación. También comprenden el éxito de los oceanógrafos el fletar un navío internacional, que servirá para efectuar el mantenimiento de observaciones y la realización de la normalización de los métodos. Es igualmente un éxito la norma-

lización consecuencia de la creación por la Asociación, en Copenhague, de un Servicio permanente del agua del mar normal, que tiene por función establecer patrones permanentes de medidas de clorinidad del agua.

En cuanto a los instrumentos, su evolución hacia un registro más completo de los diversos datos, así como para la medida de las corrientes. El progreso de la electrónica ha permitido no solamente la explotación rápida de numerosos datos, sino también el nacimiento de métodos nuevos.

En fin, la Asociación ha suministrado varias bibliografías sobre los mares, sobre la generación de las corrientes, etc.

Interés práctico.—El interés vital de la oceanografía para la humanidad, se ha destacado después que se ha considerado el océano como una de las fuentes más majestuosas para la alimentación humana. Pero el estudio de la circulación oceánica tiene otras numerosas aplicaciones: posibilidad de echar en el mar los desechos radiactivos, formación y predicción de la marcha de la marea, piscicultura. El océano juega todavía un papel esencial para los equilibrios vitales e inestables, como la ley de la atmósfera en gas carbónico o los aportes y las absorciones de calor por el globo terrestre. En fin, es probable que los fondos submarinos tengan también una cierta importancia económica (riquezas minerales, reservas nutritivas).

HIDROLOGÍA

La hidrología puede ser definida como el estudio del escurrimiento de las aguas bajo una forma líquida o sólida en la superficie o en el interior de los terrenos.

Los métodos más y más complejos de irrigación,

de la navegación, y de la utilización del agua como fuerza motriz, explican el estudio de las aguas superficiales bajo todas sus formas (evaporación, evaluación de precipitaciones, balance hidrológico). Los trabajos hasta aquí se habían realizado principalmente sobre regímenes medios, mientras que los trabajos recientes destacan el interés de los regímenes extremos; causas, predicción y evolución de crecidas, al contrario de regímenes bajos y sequías.

Es entonces más inquietante la insuficiencia del agua, desventaja todavía mayor en las regiones muy desarrolladas industrialmente, que en los países de bajo desarrollo, que recientemente han atraído la atención sobre el interés de las aguas subterráneas. Estos datos son una indicación de la necesidad del agua, pero ello exige, para su detección, así como para la creación de depósitos naturales o artificiales, un estudio general de la circulación subterránea de los elementos, tanto líquidos como gaseosos, que exige el conocimiento preciso de geología y el recurrir a elementos indicadores radiactivos. Indicamos incidentalmente que el estudio de esta circulación presenta interés para la investigación de depósitos para los desechos nucleares.

La glaciología ha tomado, en estos últimos años, una extensión importante gracias a los procesos modernos de investigación: el estudio de las variaciones de los glaciares alpinos o polares (formación, evolución, desplazamiento, estructura), es indispensable para la meteorología y la oceanografía. Las numerosas razones que justifican el interés de estudios glaciológicos comienzan en las regiones polares (Antártida, Groenlandia); hacemos destacar la posibilidad de reconstitución local de las condiciones que reinaron sobre todo el globo durante varios períodos geológicos: el interés de una eva-

luación, actualmente muy somera, del volumen total de los glaciares, y de un balance glaciológico; la estabilidad o la evolución del equilibrio entre las diversas fases del agua en función de la composición de la atmósfera; el interés del estudio morfológico y analítico de los continentes subglaciares; la influencia de los continentes.

Un capítulo muy reciente en hidrología está constituido por la erosión continental, que tiene por objeto la influencia de las aguas sobre los suelos (transporte de partículas, depósitos, sustancias disueltas). Enlazada a la meteorología, a la química y a la pedología, tiene por aplicación directa la conservación de los suelos y la ejecución de drenajes.

Los estudios teóricos de hidrología científica igualmente han evolucionado, en razón del interés mayor alcanzado por las zonas áridas, donde la puesta en valor, que le es directamente subordinada, ha provocado investigaciones sobre las sequías, su origen, la periodicidad, sus consecuencias. La obtención de lluvia artificial es igualmente uno de los temas estudiados.

La Asociación Internacional de Hidrología Científica, desde 1933, prepara una bibliografía por nación, y lleva sus esfuerzos hasta la normalización de los métodos de medir y los tipos de instrumentos, así como la terminología científica.

Así, las exigencias atmosféricas modernas han provocado la evolución a priori, bastante paradójica, sobre el plan científico de la hidrología hacia el estudio de los casos particulares extremos, mucho más delicados, pero indispensables para el mejor conocimiento de la circulación de las aguas superficiales y subterráneas, en vista de la satisfacción más completa de las necesidades crecientes sin cesar.

VULCANOLOGÍA

De una necesidad práctica evidente, ofrece la vulcanología su carácter particular de no ser una técnica de especialistas, pero de acudir a todas las ciencias como la física, la química, la geología, para explicar el control de los fenómenos, locales algunos, pero que son los únicos testigos de lo que pasa en el interior del globo, en condiciones irrealizables en ningún laboratorio.

Hasta estos últimos tiempos, la vulcanología consistía esencialmente en el estudio individual de cada volcán: descripción topográfica, reseña histórica sobre la actividad, análisis petrográficos, etc. Este estudio, necesario por suministrar los materiales de base, es el objeto de una publicación muy completa de la Asociación Internacional de Vulcanología: el Catálogo de los volcanes activos. Pero la tendencia actual es la de completarlos con el estudio dinámico de las mismas erupciones.

Los medios modernos permiten, en efecto, registrar las erupciones, el intentar la previsión, si no el controlarlos; en fin, de explotar la energía volcánica. La predicción de las erupciones, es actualmente posible gracias a la instalación de sismógrafos registradores convenientemente dispuestos, es tanto más necesaria cuanto que las regiones situadas en las proximidades de los volcanes, fertilizadas por la aportación de cenizas emitidas durante su erupción, tienen, corrientemente, de hecho, una densidad elevada de población. En cuanto a la energía volcánica, si ella fué objeto de explotación a gran escala, fabricación de energía eléctrica a partir de fumarolas en Lardarello (Italia), calefacción (Islandia), utilización médica

de las aguas termales (Italia), etc.; la parte utilizada no es más que una ínfima proporción de la energía en juego. La medida de sus características y su utilización, son nuevos temas de la investigación.

Sobre el plan teórico.—El estudio físico-químico directo de las erupciones debe suministrar, por el análisis de los elementos sólidos, gaseosos y líquidos emitidos, referencias sobre la constitución de la corteza. Se hacen constar las informaciones directas proporcionadas hasta una profundidad de 70 a 80 kilómetros, mientras que las técnicas de prospección no pueden alcanzar sus conclusiones más que por el análisis de las reacciones del medio, y no por la observación directa. Las realizaciones entre la distribución de volcanes y el tipo muy variable de sus magmas con la tectónica de la corteza terrestre, son de una importancia fundamental para la geodinámica, lo que explica el desarrollo reciente de la geoquímica. Por lo mismo, las medidas de radiactividad y de temperatura deberían suministrar elementos preciosos sobre la constitución interna de la corteza y del manto.

Recientemente, la vulcanología ha suministrado nuevos datos a la geología. Se ha descubierto que la existencia de los yacimientos de uranio está relacionada con el vulcanismo permo-carbonífero, lo mismo para ciertos yacimientos de cinabrio (de donde se extrae el mercurio) y de antimonio. Ha creado el vulcanismo submarino, en condiciones que quedan por determinar, yacimientos muy importantes de hierro y de maganeso.

La vulcanología tiene influencia manifiesta sobre los fenómenos oceanográficos (no hace falta olvidar que el vulcanismo submarino es mucho más activo, por lo menos los estudiados), sobre las modificaciones topográ-

ficas (localmente y por isostasia), sobre las variaciones gravimétricas, sobre el equilibrio atmosférico (ésta demuestra que la proporción necesaria de hidrógeno en la atmósfera es mantenida gracias a los volcanes).

El interés práctico, evidente de la vulcanología, favorece la evolución de esta ciencia compleja, todavía recientemente descriptiva, en evolución, utilizando los descubrimientos más recientes de las ciencias bases, para suministrar los datos más ciertos sobre la constitución interna de nuestro globo.

CONCLUSIONES

Beneficiándose también de un progreso científico que le fué particularmente favorable, la geofísica es un asesor tanto más rápido del hombre para el conocimiento de las necesidades, para su propia existencia. Con ella se deben buscar soluciones entrevistas a los problemas puestas otras veces sin gran convicción. Un vasto campo de investigación se ha abierto y es necesario mantenerlo y explotarlo.

Dos condiciones son necesarias: colaboración entre los hombres y de todos los países, de una parte; la organización de trabajos científicos, de otra. No queda excluido que las contribuciones personales de sabios pueden ser determinadas; ellas no serán eficaces sin la ayuda de considerables datos homogéneos y muy precisos.

El peligro no falta de una especialización muy estrecha, ignorante de los medios suministrados por las ciencias de base o de los datos obtenidos por las técnicas afines: una proliferación personal de organismos que desean regentar la ciencia para satisfacción e interés personal, como la preocupación de los prestigios

nacionales; de un reforzamiento de la actividad científica por una administración que está obligada por su papel organizador, de no pensar más que en justificar su presencia; de un deseo, bastante general, de dar a la investigación un sentido exclusivamente práctico.

Afortunadamente, los sabios han pensado en organizar antes que se lo propusieran. Han seleccionado los organismos responsables, nacionales o internacionales, los han ayudado, sin llegar a pensar en los esfuerzos colectivos, como ya han hecho algunos entre ellos, con cuidado, eficacia y estrecha colaboración. Acudieron entonces a las Asociaciones, para hacer un trabajo real y científico.

JORGE DOETSCH-SUNDHEIM

VOCABULARIO DE MINERALOGÍA DESCRIPTIVA

(Conclusión)

J

- *JABÓN MINERAL.—Sin.: *arcilla esméctica*.
- *JACINTO.—Variedad del *circón* de color rojo intenso.
- *JACINTO DE COMPOSTELA.—Variedad de *cuarzo* (morfológica y de color).
- JACHYMOVITA.—Sin.: *cuproesklodowskita*.
- *JACKSONITA.—N. e. d.—Cf.: *prehnita*.
- *JADE.—Sin.: *nefrita* o *jadeita compacta*.
- *JADEITA.— NaAl_2O_6 .
- *JADEOLITA.—Cf.: *sienita verde*.—Se usa como piedra joyera y se usa como nombre comercial.
- **JAIPURITA.—Modificación polimorfa exagonal.— $[\gamma\text{-CoS}]$.
- *JAKOBSITA.— MnFe_2O_4 .
- *JALPAITA.— $\text{Cu}_2\text{S}\cdot 3\text{Ag}_2\text{S}$.
- **JAMESONITA.— $4\text{PbS}\cdot\text{FeS}\cdot 3\text{Sb}_2\text{S}_3$.
- JAMESONITA BISMUTÍFERA.—Sin.: *bismuto-jamesonita*. — Variedad de *jamesonita* con Bi: Sb=1,07: 1 y 1,7 % Fe.
- *JANITA.—(Na, K, Ca) (Fe, Al, Mg)[Si_2O_6] $2\text{H}_2\text{O}$.
- *JANOSITA.—N. e. d.—Cf.: *copiapita*.
- JANOVAITA.—Sin.: *janita*.
- *JAPANITA.—Nombre mal dado, pues el mineral es *pennina*.
- *JARGÓN.—*Circón* de color amarillo paja pálido, que se usa en joyería como piedra preciosa.
- **JARLITA.— $\text{NaSr}_2[\text{AlF}_6]\cdot[\text{AlF}_5\text{H}_2\text{O}]$.
- *JAROSITA.— $\text{KFe}_3^{+++}[(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2]$.
- JAROSITA.—N. e. d.—Cf.: *kirovita*.
- *JARROWITA.—Sin.: *thinolita*.—Pseudomorfosis de *calcita* se-

- gún minerales desconocidos que muestran pirámides puntiagudas.
- *JASPE.—Subvariedad de *calcedonia* casi opaca, debido a la incorporación de elementos extraños que le dan colorido turbio.
- JASPE BASÁLTICO.—Arcilla calcinada en el contacto con basaltos (es una roca).
- JASPE ESFÉRICO, PARDO.—Variedad del *jaspe*.
- JASPE FAJEADO.—Variedad del *jaspe*.
- JASPE MANGANESÍFERO.—Sin.: *manganjaspis* (al.).
- *JASPÓPALO.—Variedad de *ópalo* (es opaca debido al Fe contenido, que le da color rojo pardo).
- *JAULINGITA.—Resina parecida al ámbar.
- **JEFFERISITA.—Mineral del grupo de *protovermiculitas*.
- *JEFFERSONITA.—Variedad cincífera de *cschefferita*.
- JELINITA.—Resina fósil.
- *JELLETITA.—N. e. d.—Cf.: *andradita* (verde claro).
- **JEKINSITA.—Probablemente es *seperitina ferrífera*.
- *JENTSCHITA.—N. e. d.—Cf.: *lengenbachita*.
- **JENZSCHITA (?).—Mineral quizá idéntico a *calcedonia*.
- **JEREMEJEWITA.— $A^1(B, H_3)O_3$.
- *JEROMITA (?).—Probablemente es *oropimente* con algo de *Se*.
- *JET.—Sin.: *gágate*.—Variedad compacta y brillante de *lignito*.
- *JEWREINOWITA.—N. e. d.—Cf.: *vesuviana*.
- *JEŽEKITA.— $Na_4CaAl_2[O(OH, F)_1 | (PO_4)_2]$.
- **JOAQUINITA.— $NaBa(Ti, Fe)_3[Si_4O_{12}]$.
- *JOCKETANA (?).—Carbonato de hierro hidratado.
- *JOGYNAITA.—N. e. d.—Cf.: *eskorodita* (terrosa).
- JOHACHIDOLITA.—Su composición aprox.: $Ca_3Na_2Al_4H_4[(F, OH | BO_3)_6]$.
- *JOHANNITA.—Sin.: *vitriolo de uranio*.— $Cu[UO_2 | OH | SO_4]_2 \cdot 6H_2O$.
- *JOHANNSENITA.— $CaMn[Si_2O_6]$.
- *JOHNITA (1).—N. e. d.—Cf.: *turquesa*.
- JOHNITA (2).—Mineral quizá idéntico a *ionita*.
- *JOHNSONITA.—N. e. d.—Cf.: *masrita*.
- **JOHNSTONITA.—N. e. d.—Se aplicó a una variedad de *galenita* y a *vanadita*.
- *JOHNSTONOTITA.—Variedad de *andradita*.
- **JOHNSTRUPITA.— $(Ca, Na)_3(Ti, Ce)[F | (SiO_4)_2]$
- **JOLLYITA.—Cf.: *hisingerita* (aluminífera).
- **JORDANITA.— $5PbS \cdot As_2S_3$.

- **JORDISITA.— MoS_2 (amorfo).
- *JOSEFINITA.—Mineral *ferroniquelífero* (níquel telúrico) en que la proporción Ni:Fe varía de 2:1 a 3:1.
- **JOSEITA.— $Bi_4(Te, S)_3$ (?).
- *JOSENA.—N. e. d.—Cf.: *hartita*.
- *JOSSAITA.—N. e. d.—Cf.: *crocoita* y *esmithsonita* mezcladas.
- **JOZITA.—Cf.: *FeO*.—Con seguridad aún no se ha encontrado en la Naturaleza.
- JUANITA.—Probablemente es *hornablenda* fibrosa.
- *JUDDITA.—Cf.: *hornablenda* manganesífera.
- JUJUYITA.—Antimoniato de Fe aún poco estudiado.
- **JULIANITA.—N. e. d.—Cf.: *tetraedrita* (arsenical).
- *JULIENITA.— $Na_2Co[CSN]_1 \cdot 8H_2O$.
- *JUNCKERITA.—Posiblemente es *siderita*.
- *JURINITA.—N. e. d.—Cf.: *brookita*.
- *JURUPAITA.—N. e. d.—Cf.: *xonotlita*.
- JUSITA.—Probablemente pertenece a los minerales del grupo de *wollastonita*.— $(Ca, KH, NaH)(Si, AlH)O_3 \cdot H_2O$.
- **JUSTITA (art.).—N. e. d.—Se aplicó a *koenenita* y a $(Ca, Mg, Fe, Zn, Mn)_3Si_2O_7$ procedente de escorias de plomo.
- JUXPORITA.—Mineral que se pensó ser una *pectolita* alcalina, pero se ha demostrado que no es idéntico.

K

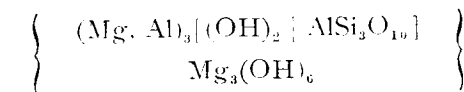
- **KAEMMERERITA. $\left\{ \begin{array}{l} (Mg, Cr)_3(OH)_2 [Cr^{+++}Si_3O_{10}] \\ Mg_3(OH)_6 \end{array} \right\}$
- *KAERSUTITA.— $(Na, K)_{2-3}Ca_1Mg_{1-6}Fe_{1-3}Ti_{1-2}(Fe^{+++}, Al)_{2-3}[(O, OH)_4 | Al_1Si_{12}O_{31}]$.
- KAHLERITA.— $Fe[UO_2 | AsO_4]_2 \cdot 10H_2O$ (?).
- *KAINITA.— $KMg[Cl | SO_4] \cdot 3H_2O$.
- *KAINOSITA.— $Ca_2(Ce, Y)_2[CO_3 | Si_4O_{12}] \cdot (1-2)H_2O$.
- *KAKOCLASITA.—Sin.: *Cacoclasita*.—Mezcla de *grosularia*, *calcita* y *apatita* pseudomorfa según *escapolita*.
- *KAKOCLORA.—N. e. d.—Principalmente es *rad*.
- **KAKOXENA.—Sin.: *caco-xena*.— $Fe_4^{+++}[OH | PO_4]_3 \cdot 12H_2O$.
- *KALAITA.—Sin.: *kallaita*, *calaita*, *turquesa*.
- *KALAMITA.—N. e. d.—Cf.: *grammatita*.
- KALBAITA.—N. e. d.—Variedad de *turmalina*.
- **KALGOORLITA.—N. e. d.—Mezcla de *coloradoita* y *petzita*.

- **KALIALAUN (al.).—Sin.: *alumbre potásico*. Nota: No es sinónimo de *kalinita*.— $\text{KAl}[\text{SO}_4]_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$.
- *KALIASTRAKANITA.—Sin.: *leonita*.— $\text{K}_2\text{Mg}[\text{SO}_4]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
- *KALIBLOEDITA.—N. e. d.—Cf.: *kaliastakanita*.
- *KALIBORITA.— $\text{KMg}_2\text{B}_{11}\text{O}_{19} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$.
- *KALICINITA.— KHCO_3 .
- KALIFELDESPATOS.—Sin.: *feldespatos potásicos*.—Nombre genérico que agrupa los feldespatos: *ortosa*, *sanidina*, *microclina*, *mesomicroclina*, etc., todos ellos potásicos.
- **KALINITA.— $\text{KAl}[\text{SO}_4]_2 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$ (?).—Nota: No es sinónimo de *kalialaun*.
- *KALIOFILITA.— $\text{K}[\text{AlSiO}_4]$.
- *KALISALPETER (al.).—Sin.: *nitrokalita*, *niter*.— KNO_3 .
- KALISAPONITA.—Cf.: *saponita* (potásica con 6.57 % K_2O).
- *KALITHOMSONITA.—N. e. d.—Cf.: *ashcroftina*.
- KALIUMPRIDERITA.—Cf.: *priderita* (potásica).
- KALIUMSTRUVERITA (art.).—Cf.: *struverita* (potásica).— $\text{KMg}[\text{PO}_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
- *KALKGLIMMER (al.).—Sin.: *calciomica*.—N. e. d.—Cf.: *margarita*.
- *KALKHARMOTOM (al.).—Sin.: *calcioharmotona*.—N. e. d.—Cf.: *filipsita*.
- *KALKKALSULFAT (al.).—Sin.: *sulfato cálcico potásico*.—N. e. d.—Cf.: *singenita*.
- **KALKMAGNESITA.—Sin.: *hidrolomita*, *calciomagnesita*.—N. e. d.—Mezcla de *hidromagnesita* y de *calcita*.
- *KALKMALACHITA.—Sin.: *calciomalaquita*.—N. e. d.—Cf.: *malaquita* (impura).
- *KALKMESOTYPA.—Sin.: *calciomesotipa*.—N. e. d.—Cf.: *eskozita*.
- KALKNATRONFELDSPÄTE.—Sin.: *feldespatos calci-sódicos* (plagioclasas).—Nombre genérico que agrupa a los *feldespatos plagioclasas* (desde la *albita* hasta la *anortita*).
- **KALKOWSKYNA.—Parece tener parentesco con *euxenita* y *aeschynita*.—Composición aproximada: $(\text{Fe}, \text{Ce}, \text{Ca}, \text{Mg})[(\text{Ti}, \text{Ta}, \text{Nb}, \text{Si} (?))_2\text{O}_6]$.
- **KALKSALPETER.—Sin.: *nitrocalcita*.— $\text{Ca}[\text{NO}_3]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (?).
- KALSILITA.— $\text{K}[\text{AlSiO}_4]$.
- *KALLAITA.—Sin.: *turquesa*.— $\text{CuAl}_6[(\text{OH})_2 | \text{PO}_4]_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
- KALLILITA.— $\text{Ni}(\text{Sb}, \text{Bi})\text{S}$.
- KAMAREZITA.— $\text{Cu}_3[(\text{OH})_4 | \text{SO}_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
- **KAMAZITA.—Sin.: *camazita*, *camacita*.—Constituyente, po-

- bre en Ni, de los ferrometeoritos. Los otros dos constituyentes son *taenita* y *plessita*.
- KAMIOKALITA.—Sin.: *veszelyita*.
- KAMPILITA.—Cf.: *mimetesita* (contiene fósforo).
- **KAENITA.—Composición probable: MnAs.
- KAOLÍN.—Cf.: *caolín*.
- *KANSANITA.—*Resina fósil*.
- *KAPNICITA.—N. e. d.—Cf.: *varcellita*.
- *KAPNIKITA.—N. e. d.—Cf.: *rodonita*.
- *KAPNITA.—N. e. d.—Cf.: *ferrosmithsonita*.
- *KAPRUBINA.—Sin.: *piropa*.
- *KARACHAITA.—Probablemente conexa con la *crisotila*.
- **KARAMSINITA (?).—Silicato de Ca, K, Mg.
- **KÄRARFVEITA.—N. e. d.—Cf.: *monacita* (impura).
- **KARELINITA.—Probablemente es una mezcla y no un mineral.
- **KARFOLITA.—Sin.: *carfolita*.— $\text{MnAl}_2[(\text{OH})_4 | \text{Si}_2\text{O}_6]$.
- **KARFOSIDERITA.—Sin.: *carfosiderita*.— $\text{H}_2\text{OFe}_3^{+++}[(\text{OH})_3\text{H}_2\text{O} | (\text{SO}_4)_2]$.
- *KARFOSILBITA.—N. e. d.—Cf.: *thomsonita*.
- *KARFUNKEL (al.).—Sin.: *carbuncho*.—N. e. d.—Cf.: bien granate rojo o bien *rubi*.
- *KARINTINA.— $(\text{Na}, \text{K})\text{Ca}_{2-3}\text{Mg}_8\text{Fe}_{1-2}^{++}(\text{Al}, \text{Fe}, \text{Ti})_2[(\text{OH})_1 | \text{Al}_{3-4}\text{Si}_{13-12}\text{O}_{44}]$.
- *KARMINITA.— $\text{PbFe}_2^{+++}[\text{OH} | \text{AsO}_4]_2$.
- KARPATITA.— $\text{C}_{32}\text{H}_{17}\text{O}$.
- KARPINSKIITA.— $(\text{Na}, \text{K}, \text{Zn}, \text{Mg})_2[(\text{OH}, \text{H}_2\text{O})_{1-2}(\text{Al}, \text{Be}_2\text{Si}_4\text{O}_{12})]$.
- KARPINSKIITA.—Probablemente es *saponita* níquelífera o *antigorita* níquelífera.— $(\text{Ni}, \text{Mg})_4[(\text{OH})_4 | \text{Si}_4\text{O}_{16}]$.
- *KARSTENITA.—N. e. d.—Cf.: *anhidrita*.
- *KARSTINA.—N. e. d.—Cf.: *ottrelita*.
- *KARYNITA.— $(\text{Mn}, \text{Ca}, \text{Pb}, \text{Mg})_3[\text{AsO}_4]_2$.
- *KARYOCERITA.—Mineral parecido a *melanocerita*, pero contiene mayor proporción de Th.
- *KARYOPILITA.—N. e. d.—Cf.: *bementita*.
- *KARYSTIOLITA.—N. e. d.—Cf.: *crisotila*.
- *KASOITA.—*Feldespato* (barífero) (Japón).
- **KASOLITA.— $\text{Pb}[\text{UO}_2 | \text{SiO}_4] \cdot 11\text{H}_2\text{O}$.
- KATANGITA.—N. e. d.—Variedad de *crisocola*.
- **KATAPLEITA.—Sin.: *catapleita*.— $\text{Na}_2\text{Zr}[\text{Si}_3\text{O}_9] \cdot \text{H}_2\text{O}$.
- *KATASPILITA.—Mezcla (principalmente *muscovita*) en pseudomorfosis según *cordierita*.

- *KATHARITA.—N. e. d.—Sin.: *katherita*.—Cf.: *alunógena*.
 KATHERITA.—N. e. d.—Sin.: *katharita*.—Cf.: *alunógena*.
 **KATOFORITA.—Hornablenda basáltica con posición intermedia entre *arfvedsonita* y *barkevikita*.
 *KATOPTRITA.— $Mn_{14}Sb_2(Al, Fe)_4[O_{21} | (SiO_4)]_2$.
 KAUAIITA.—N. e. d.—Mezcla constituida principalmente por *alunita*.
 *KAYSERITA.—N. e. d.—Cf.: *diáspora* (con ciertas propiedades ópticas anómalas).
 *KEATINGINA.—N. e. d.—Sin.: *keatingita*.—Cf.: *fozlerita*.
 KEATINGITA.—N. e. d.—Sin.: *keatingina*.—Cf.: *fozlerita*.
 *KEELEYITA.—N. e. d.—Cf.: *cinckenita*.
 *KELFEKILITA (?).—Cf.: o bien *caolinita*, o bien *halloysita*.
 *KEHOEITA (?).—Cf.: *fosfato de Zn, Al* (amorfo).
 *KEILHAUTA.—Sin.: *ytrotitanita*. $(Ca, Y, Ce)(Ti, Al, Fe^{+++})[O | SiO_4]$.
 **KEMPITA.— $Mn_2(OH)_3Cl$.
 *KENNGOTTITA.—N. e. d.—Cf.: *miargyrita* plomífera.
 *KENTROLITA.— $Pb_3Mn^{+++}[O | SiO_4]_3$.
 **KENTSMITHITA (ROCA).—N. e. d.—Es *arenisca* vanadínifera.
 **KERAMOHALITA.—Mezcla de *alunógena* y de *bushmanita*.
 **KERASINA.—N. e. d.—Se aplicó a *mendipita* y a *fosgenita*.
 *KERAT.—N. e. d.—Cf.: *cloroargirita*.
 *KERATITA.—N. e. d.—Cf.: *hornstein* (al.).
 *KERMESITA.— Sb_2S_2O .
 KERNITA.— $Na_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$.
 **KEROLITA.—Mezcla de sustancias similares a *crisotila* y *attapulgita*.
 **KERRITA.—Mineral perteneciente a la serie de la hidrobiotita en paso a las vermiculitas, parecido quizá a *parsetensita*.
 **KERSINITA.—N. e. d.—Es una mezcla y es mena níquelífera arcillosa.
 **KERSTENITA (1).— $Pb[SeO_4]$.
 KERSTENITA (2).—N. e. d.—Mezcla de *escutterudita* níquelífera y de *Bi*.
 *KERTSCHENITA (?).—Producto de meteorización de *viviaanita*.
 KETNERITA.— $CaBi[OF | CO_3]$.
 *KEWENAWITA.—N. e. d.—Mezcla de *arseniuros* de *Cu, Ni* y *Co*.
 KHAKASSITA.—N. e. d.—Sin.: *khakasskyita*.—Cf.: *alumohidrocalcita*.

- **KHAKASSKYITA.—N. e. d.—Sin.: *khakassita*.—Cf.: *alumo-hidrocalcita*.
 *KIBDELOFANA.—Variedad de *ilmenita*.
 **KIESELGUR.—Cf.: *ópalo* (de origen organógeno).
 *KIESERITA.— $Mg[SO_4] \cdot H_2O$.
 **KIETYOEITA.—N. e. d.—Cf.: *apatita* (de Kietyoe).
 KIEVITA.—Cf.: *hornablenda* (casi incolora).
 *KILBRICKENITA.—N. e. d.—Cf.: *geocronita*.
 *KILMACOOITA.—N. e. d.—Mezcla de *galena* y *blenda*.
 *KILLINITA.—Mezcla (principalmente muscovita) en pseudomorfosis según *esfodumena*.
 *KIMBERLITA (ROCA).—Es *peridotita micacca* serpentinizada.
 KINGITA.— $Al_3[(OH)_3 | (PO_4)_2] \cdot 9H_2O$ (?).
 KINRADITA.—N. e. d.—Cf.: *jaspe*.
 KIPUSHITA.—N. e. d.—Cf.: *zesselyita*.
 KIROVITA.—Cf.: *melanterita* (magnésica).
 *KIRROLITA.— $Ca_3Al_2[OH | PO_4]_3$.
 *KIRWANITA.—N. e. d.—Cf.: *amfibol* (descompuesto).
 *KISCELLITA.—*Resina* probablemente parecida al ámbar.
 *KISCHTYMITA.—Probablemente es una *bastnaesita* en que *OH* sustituye a *F* y contiene más *La*.
 *KJERULFINA.—N. e. d.—Cf.: *zagnerita* (transformada en parte en *apatita*).
 KLADNOITA.— $C_6H_4(CO)_2NH$.
 **KLAPROTITA.—N. e. d.—Mezcla de *wittichenita* y *emplectita*.
 **KLEBELSBERGITA (?).—Parece ser un *sulfato básico de antimonio* (?).
 **KLEINITA.— $[Hg_2N](Cl, SO_4) \cdot nH_2O$.
 **KLEMENTITA.—Variedad de *thuringita*.
 **KLIACHITA.—Sin.: *alumogel*.— $AlOOH + aq.$ (amorfo).
 **KLINOAMFIBOLES.—Sin.: *clinoamfiboles*.—Nombre genérico que comprende prácticamente los *amfiboles monoclinicos*.
 KLINOANTIGORITA.—Sin.: *clinoantigorita*.—Modificación monoclinica de *antigorita*.— $Mg_6[OH]_8 | Si_1O_{10}$.
 KLINOBARRANDITA.—Sin.: *clinobarrandita*.—Cf.: *clinostren-gita* (aluminífera).
 *KLINOCLASA.—Sin.: *clinoclasa*.— $Cu_3[(OH)_3 | AsO_4]$.
 **KLINOCLORO.—Sin.: *clinocloro*.



- KLINOCRISOTILA.—Sin.: *clinocrisotila*.—Modificación monoclinica de *crisotila*.
- KLINOCROCOITA (?).—Sin.: *clinocrocoita* (?).—Sulfato de Al, Fe⁺⁺⁺, Na y K hidratado.
- *KLINOEDRITA.—Sin.: *clinoedrita*.
Ca₂Zn₂[(OH)₂ | Si₂O₇].H₂O.
- *KLINOENSTATITA.—Sin.: *clinoenstatita*.—Mg₂[Si₂O₆].
- *KLINOFAEITA.—N. e. d.—Mezcla de *voltaita* con otros minerales.
- *KLINOFERROSILITA.—Sin.: *clinoferrosilita*.—Fe₂[Si₂O₆].
- **KLINOHUMITA.—Sin.: *clinohumita*. Mg₉[(OH, F)₂ | (SiO₄)₄].
- KLINOHYPERSTENA.—Sin.: *clinohiperstena*. (Mg, Fe)₂[Si₂O₆].
- *KLINOOLIVINA.—N. e. d.—Cf.: *titanoclinohumita*.
- *KLINOPTILOLITA.—Variedad rica en SiO₂ de *heulandita*.
- **KLINOPYROXENAS.—Sin.: *clinopyroxenas*.—Nombre genérico que comprende casi todas las *pyroxenas monoclinicas*.
- KLINOSKLODOWSKITA.—Sin.: *clinoesklodowskita*.
Mg(H₃O)₂[UO₂ | SiO₄]₂.3H₂O.
- KLINOSTRENGITA.—Sin.: *clinoestrengita*, *fosfosiderita*.—Fe⁺⁺⁺[PO₄].2H₂O.
- **KLINOTRIFILINA.—Cf.: *trifilina* (desorientada por esfuerzos tectónicos).
- KLINOTSCHIEFFKINITA.—Sin.: *clinotscheffkinita*.—(Ce, La)₂Ti₂[O₄ | Si₂O₇] (?).
- **KLINOUNGEMACHITA.—Sin.: *clinoungemachita*.
K₃Na₉Fe⁺⁺⁺[(OH | (SO₄)₂]₃.9H₂O.
- KLINOVARISCITA.—Sin.: *clinovariscita*.—Al[PO₄].2H₂O.
- **KLINOZOISITA.—Sin.: *clinozoisita*. Ca₂Al₃[O | OH | SiO₄ | Si₂O₇].
- *KLIPSTEINITA.—N. e. d.—Cf.: *rodonita* (descompuesta).
- *KLOCKMANNITA.—→ CuSe.
- *KNAUFFITA.—N. e. d.—Cf.: *volbortita*.
- *KNEBELITA.—(Mn, Fe)₂[SiO₄].
- KNIPOVICHITA.—Carbonato hidratado de Ca, Al y Cr.
- KNOLLITA.—N. e. d.—Cf.: *zeofilita*.
- *KNOPITA.—Cf.: *perovskita* (con 4-5 % (en peso) de tierras ceríferas).
- KNOXVILLITA.—N. e. d.—Cf.: *copiapita*.
- KOBALTMULM (al.).—N. e. d.—Cf.: *asbolana*.
- KOBEITA.—Probablemente es una variedad metamicta e hidratada de *poli-clasa*.—Su composición aproximada es: (Y, U...)(Ti, Nb...)₂(O, OH)₆.
- *KOBELLITA.—6PbS.2Bi₂S₃.Sb₂S₃.

- *KOBOLDINA.—N. e. d.—Cf.: *linneita*.
- *KOCHELITA.—N. e. d.—Cf.: *fergusonita* (impura).
- *KOCHEINITA.—*Resina* fosilizada parecida al ámbar.
- *KOCCHITA (?) (1).—Al parecer es Al₄[SiO₄]₃.5H₂O.
- KOCCHITA (?) (2).—Al parecer es una pseudomorfosis.
- KOCCHITA (?) (3).—Al parecer es una variedad de *sunyita*.
- *KOECHLINITA.—Bi₂MoO₆.
- *KOEFLACHITA.—*Resina* similar al ámbar.
- KOEHLERITA.—N. e. d.—*Seleniuro* (?) de Hg, dudoso, mezclado íntimamente con *calomelana*, *mercurio*, *calcita*, *cuarzo*, etc.
- KOELBINGITA.—N. e. d.—Cf.: *aenigmatita*.
- **KOENENITA.—(Mg, Al)(OH, O)(OH, Cl).
- *KOENIGINA.—N. e. d.—Cf.: *brochantita*.
- KOENLEINITA.—Sin.: *koenlita*.
- KOENLITA.—Sin.: *koenleinita*.—C₅H₄ (?).
- KOETTIGIT.—Zn₃[AsO₄]₂.8H₂O.
- KOIVINITA.—Sin.: *florencita*.
- *KOKKOLITA.—Sin.: *coccolita*.—Variedad ferrífera de *diópsida*.
- *KOKSCHAROWITA.—Sin.: *edenaita*.—Cf.: *hornablenda*.
- KOKTAITA.—(NH₄)₂Ca[SO₄]₂.H₂O.
- *KOLBECKINA.—N. e. d.—Cf.: *herzenbergita*.
- **KOLBECKITA.—(Al, Ca, Fe)Be₂[(P, Si)O₂.6H₂O (?).
- **KOLOPHONITA.—N. e. d.—Se aplicó a *granate* y a *vesuviana*.
- *KOLOSORUKITA.—N. e. d.—Cf.: *jarosita*.
- *KOLOVRAITA (?).—Mezcla de V₂O₅, NiO, Fe₂O₃, Al₂O₃, SiO₂ y H₂O.
- *KOLSKITA.—Mineral fibroso probablemente afin a *crisotila*.—5MgO.4SiO₂.4H₂O.
- KOLLOCHROM (al.).—N. e. d.—Cf.: (*krakoita*) *crocoita*.
- *KOLLOPHANA.—Sin.: *colofana*.
- **KOLLYRITA.—Sin.: *colirita*.—Mineral parecido o quizá idéntico a *alofana*.
- *KONDRIKOWITA.—N. e. d.—*Natrolita* (con inclusiones microscópicas de un mineral parecido a *rinkita*).
- *KONGSBERGITA.—Cf.: *amalgama argentifera*.—Modificación (cúbica) [Im 3m] de (Ag, Hg) con (0-31) at. % de Hg.—[z-(Ag, Hg)].
- *KONICALCITA.—Sin.: *higginsita*.—CaCu[OH | AsO₄].
- *KONILITA.—Es *cuarzo* en polvo.
- *KONINCKITA.—Fe⁺⁺⁺[PO₄].3H₂O.

- *KONITA.—N. e. d.—Se aplicó a mezcla de *dolomita* y de *magnesita* y también a *konilita*.
- *KOPPITA.—Sin.: *pirocloro*.
- *KORDYLITA.—Ba(Ce, La, Nd)₂[F₂ | (CO₃)₃].
- *KOREITA.—N. e. d.—Cf.: *agalmatolita*.
- **KORNELITA.—Fe₂⁺⁺⁺[SO₄]₃.(7½)H₂O.
- **KORNERUPINA.—Sin.: *prismatina*.—(Mg, Fe, Al)₄(Al, B)₆ [(O, OH)₅₋₆ | (SiO₄)₄].
- KORNITA.—N. e. d.—Cf.: *hornstein*, *cornulita*.
- KORTEITA.—N. e. d.—Cf.: *koenenita*.
- KORUND (al.).—Sin.: *corindón*.
- *KORUNDELITA.—N. e. d.—Cf.: *margarita*.
- **KORUNDOFILITA.—
- $$\left\{ \begin{array}{l} (\text{Mg, Fe, Al})_3[(\text{OH})_2 | \text{Al}_{1.5-2}\text{Si}_{2.5-2}\text{O}_{10}] \\ \text{Mg}_3(\text{OH})_6 \end{array} \right\}$$
- *KORYNITA.—Cristal de mezcla del sistema *gersdorfita* y *ullmanita*.
- KOSMOCLORA.—Sin.: *cosmocloro*.—Mineral no bien estudiado.—Fe₂Al₃Cr₃[O₃ | (SiO₄)₉].
- *KOTOITA.—Mg₃[BO₃]₂.
- *KOTSCHUBEITA.—Variedad de *clinocloro*.
- *KROUPHOLITA.—N. e. d.—Cf.: *prehnita* (celdiforme).
- *KRABLITA.—N. e. d.—Mezcla de *ortoclasa* y de *cuarzo*.
- **KRAMERITA.—Sin.: *probertita*.—NaCaB₃O₆.5H₂O.
- *KRANTZITA.—Resina que prácticamente no contiene ácido succínico.
- *KRATOCHWILITA.—C₁₃H₁₀.
- *KRAURITA.—Se aplica bien a *dufrenita* y bien a *rockbridgita*.
- *KRAUSITA.—KFe⁺⁺⁺[SO₄]₂.H₂O.
- *KREITTONITA.—N. e. d.—Cf.: *gahnita* (rica en Fe de mezclado).
- *KREMERSITA.—Cf.: *erytrosiderita* en la que parte de K ha sido sustituido diadójicamente por NH₄.
- **KRENNERITA.—(Au, Ag)Te₂ (romb.-piram.).
- KRIBERGITA.—Mineral de composición aproximada: Al₂H₂[SO₄ | (PO₄)₂].(1½)H₂O (Suecia).
- *KRISUVIGITA.—N. e. d.—Cf.: *brochantita*.
- *KROEBERITA (?).—Parece ser un bisulfuro de Fe (La Paz) (Bolivia).
- KROEHNKITA.—Na₂Cu[SO₄]₂.2H₂O.
- *KROKALITA.—N. e. d.—Cf.: *natrolita*.

- *KROKOITA.—Sin.: *crocoita*.—Pb[CrO₄].
- **KROKYDOLITA.—Sin.: *Asbesto* (al menos en parte), *croquidolita*.—(Na, K, Ca)₃₋₄Mg₆Fe⁺⁺(Fe⁺⁺⁺, Al)₃₋₄ [(OH)₄ | Si₁₆O₄₄].
- **KRUGITA.—Mezcla de *polihalita* y algo de *anhidrita*.
- KRYOHALITA.—N. e. d.—Cf.: *hidrohalita*.
- *KRYOKONITA (?).—Polvo gris encontrado sobre el hielo de Groenlandia.
- *KRYOLITA (1).—Sin.: *criolita* (1).—Modificación polimorfa (monoclínica).—z-Na₃[AlF₆] estable < 550 °C.
- KRYOLITA (2).—Sin.: *criolita* (2).—Modificación polimorfa (cúbica).—β-Na₃[AlF₆] estable > 550 °C.
- **KRYOLITIONITA.—Sin.: *criolitionita*.—Na₃Li₃[AlF₆]₂.
- *KRYPTOHALITA.—Sin.: *criptohalita*.—(NH₄)₂[SiF₆].
- **KRYPTOKLASA.—N. e. d.—Cf.: *albita* (que debido al mimetismo de maclas aparece pseudomonoclínica).
- KRYPTOLINA.—N. e. d.—Cf.: *cuarzo* (con inclusiones líquidas).
- *KRYPTOLITA.—N. e. d.—Cf.: *monacita* (en forma de agujitas microscópicas en *apatita*) (Arendal).
- KRYPTOMELANA.—Sin.: *criptomelana*.—K₂Mn₈O₁₆.
- *KRYPTOMERITA (?).—Es un borato dudoso.
- **KRYPTOMORFITA.—N. e. d.—Cf.: *ginorita*.
- **KRYPTOPERTITA.—Sin.: *criptopertita*.—Cf.: *ortoclasa* (con inclusiones de *albita*).
- **KRYPTOTILA.—Cf.: *hidromuscovita*.—Producto verde de transformación de *prismatina*.
- KRYSHANOWSKITA.—Sin.: *crishanowskita*.—MnFe₂⁺⁺⁺ [(OH | PO₄)₂. H₂O].
- KTENASITA.—(Cu, Zn)₃[(OH)₄ | SO₄ | . 2H₂O (?).
- *KTYPEITA.—N. e. d.—Cf.: *aragonita*.
- *KUBEITA.—N. e. d.—Cf.: *botryogena*.
- *KUBOIZITA.—N. e. d.—Cf.: *chabasita*.
- *KUEHNITA.—Sin.: *berzeliita*.
- *KUESTELITA.—Cf.: *plata* (aurífera).
- *KUFOLITA.—Sin.: *kyfolita*.—N. e. d.—Cf.: *serpentina*.
- *KUNDAITA.—Carbón parecido al asfalto (Kunda).
- *KUNZITA.—Cf.: *espodumena* (de propiedades que la hacen estimar como piedra preciosa. Tiene color rosa-rojo).
- *KUPAFRITA.—N. e. d.—Cf.: *tirolita*.
- KUPLETSKITA.—(K₂, Na₂, Ca)(Mn, Fe⁺⁺)₄(Ti, Zr) [(OH | Si₂O₇)₂

KURGANTAITA.—(Sr, Ca)₂[B₄O₈] · H₂O es ópticamente biáxico.

*KURNAKOVITA.—Mg₂B₆O₁₁ · 13H₂O.

*KURSKITA.—Mineral parecido a *francolita*.

KURTZITA.—N. e. d.—Cf.: *wellsita*.

KURUMSAKITA.—Mineral poco estudiado aún.—(Zn, Ni, Cu)

Al₈[(VO₄)₂ | (SiO₄)₅] · 27H₂O.

KURZYTA.—Sin.: *kurtzita*.

**KUTNAHORITA.—CaMn[CO₃]₂.

**KUTTENBERGITA.—Sin.: *kutnahorita*.

*KYFOLITA.—Sin.: *kufolita*.—N. e. d.—Cf.: *serpentina*.

*KYLINDRITA.—6PbS · 6SnS₂ · Sb₂S₃ (?).

*KYMATINA.—N. e. d.—Cf.: *actinolita* (fibrosa)

*KYMATOLITA.—Mezcla por los productos de descomposición de *espodumena*.

*KYROSITA.—N. e. d.—Mezcla probablemente de *marcasita* arsenical con otros minerales.

L

**LABITA.—Un mineral fibroso y probablemente relacionado con *crisotila*. Su composición: Mg₃H₆[Si₃O₂₂] · 2H₂O.

**LABRADORITA.—*Plagioclasa* perteneciente al sistema de dos componentes: *anortita* (An) y *albita* (Ab.) La composición está encuadrada entre (Ab₁An₁—Ab₁An₂).

*LACROISITA.—N. e. d.—Mezcla de *rodonita* y *rodocrosita*.

LABUNTSOWITA.—(K, Ba, Na)Ti[(Si, Al)₂(O, OH)₇] · H₂O (?).

LACROIXITA.—Na₄Ca₂Al₃[(OH, F)₈ | (PO₄)₃]

*LAGONITA.—N. e. d.—Mezcla de *sassolina* y *limonita*.

*LAMBERTITA.—N. e. d.—Cf.: *uranofana*.

*LAMPADITA.—Variedad de *wad* (cuprífera).

*LAMPRITA.—N. e. d.—Cf.: *eschreibersita*.

LAMPROBOLITA.—Sin.: *hornablenda basáltica*, *exaboluta*.

(Na, K)₂₋₃Ca₁Mg₄₋₆Fe₁₋₃Ti₀₋₂(Fe⁺⁺⁺, Al)₂₋₃
[(O, OH)₄ | Al₁Si₂O₁₁].

**LAMPROFANA (?).—Sin.: *lamprofanita* (?).—Probablemente es sulfato de Ca, Pb, Mn, Mg, Na y K con H₂O.

**LAMPROFILITA.—Na₃Sr₂Ti₃[(O, OH, F) | (SiO₄)₂]₂.

**LAMPROSTIBIANA (?).—Probablemente es *antimoniato* anhidro de Fe y Mn.

*LANARKITA.—Pb₂[O | SO₄].

**LANCASTERITA.—N. e. d.—Se aplicó a *hidromagnesita* y a *aragonita*.

*LANDERITA.—N. e. d.—Cf.: *grosularia* (rosa).

*LANDESITA.—Productos de oxidación de *fosfoferrita* y *red-dingita*.

**LANDEVANITA.—N. e. d.—Cf.: *arcilla rojiza*.

LANDSBERGITA.—Sin.: *amalgama argentífera*.—Modificación (cúbica) [Fm3m] de (Ag, Hg) con aprox. 56 at. % de Hg. [γ-(Ag, Hg)].

*LANEITA.—Variedad de *barkevikita*.

**LANGBANITA.—Mn⁺⁺Mn₆⁺⁺⁺[O₈ | SiO₄].

*LANGBEINITA.—K₂Mg₂[SO₄]₃.

*LANGITA.—Cu₄[(OH)₆ | SO₄] · H₂O.

*LANGSTAFFITA.—N. e. d.—Cf.: *chondrodita*.

*LANSFORDITA.—MgCO₃ · 5H₂O.

*LANTANITA.—(La, Dy, Ce)₂[CO₃]₃ · 8H₂O.

*LANTANO (1).—Elemento químico núm. 57 de orden en la tabla periódica de elementos.—*La*.

LANTANO (2).—*La*.—Es polimorfo. [α-*La*] cristaliza en el sistema exagonal; [β-*La*] en el sistema cúbico.

*LANTANOCERITA.—N. e. d.—Cf.: *cerita*.

*LAPIS LÁZULI.—Sin.: *lasurita*. (Na, Ca)₈
[(SO₄, S, Cl)₂ | (AlSiO₄)₆].

*LAPPARENTITA (1).—N. e. d.—Cf.: *tamarugita*.

LAPPARENTITA (2).—Al[OH | SO₄] · 4½H₂O (?).

*LARDERELLITA.—NH₄B₅O₈ · 2½H₂O.

**LARDITA.—N. e. d.—Se aplicó a *agalmatolita* y a SiO₂ hidratada (en arcilla).

**LARNITA.—Modificación polimorfa (monoclinica):
[β-Ca₂[SiO₃]¹¹].

*LARSENITA.—PbZn[SiO₄].

*LASONITA.—N. e. d.—Cf.: *zavellita*.

*LASSALLITA.—N. e. d.—Cf.: *palygorskita*.

*LASSOLATITA.—N. e. d.—Cf.: costra de *ópalo*.

**LASURITA.—Sin.: *lapis lazuli*.—(Na, Ca)₈
[(SO₄, S, Cl)₂ | (AlSiO₄)₆].

*LATERITA.—Mezcla de *boehmita*, *hidrargillita*, *diáspora*, *alunogel*, *hidróxidos de hierro*, etc. Es roca.

*LATALITA.—N. e. d.—Cf.: *hauynia*.

LATIUMITA.—Ca₆(K, Na)₂Al₁[(O, CO₃, SO₄) | (SiO₄)₆] (?).

*LATROBITA.—N. e. d.—Cf.: *anortita* (meteorizada).

**LAUBANITA.—Variedad de *natrolita*.

LAUBMANNITA.—(Fe⁺⁺, Mn, Fe⁺⁺⁺[(OH)₃ | PO₄].

- LAUEITA.— $\text{MnFe}_2^{+++}[\text{OH} | \text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.
 *LAUMONTITA.— $\text{Ca}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
 *LAURIONITA.— PbOHCl .
 *LAURITA.— RuS_2 .
 *LAUSENITA.— $\text{Fe}_2^{++}[\text{SO}_4]_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
 *LAUTARITA.— $\text{Ca}[\text{IO}_3]_2$.
 *LAUTITA.— CuAsS .
 **LAVENDULANA.—Sin.: *freirinita*.— $(\text{Ca}, \text{Na})_2\text{Cu}$,
 $[\text{Cl} | (\text{AsO}_4)_4] \cdot (4-5)\text{H}_2\text{O}$.
 **LAVENITA.— $(\text{Na}, \text{Ca}, \text{Mn})_3\text{Zr}[\text{F} | (\text{SiO}_4)_2]$.
 **LAVEZSTEIN.—Mezcla en que predomina *estecatita*.
 LAWRENCITA.— FeCl_2 .
 *LAWROWITA.—Variedad de *diópsida* (contiene V^{+++}).
 *LAWSONITA.— $\text{CaAl}_2[(\text{OH})_2 | \text{Si}_2\text{O}_7] \cdot \text{H}_2\text{O}$.
 **LAXMANNITA.—Sin.: *tauquelinita*.
 *LAZULITA.— $(\text{Mg}, \text{Fe}^{++})\text{Al}_2[\text{OH} | \text{PO}_4]_2$.
 **LEADHILLITA.— $\text{Pb}_4[(\text{OH})_2 | \text{SO}_4] (\text{CO}_3)_2$.
 *LECONTITA.— $(\text{NH}_4)\text{Na}[\text{SO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
 *LECHATIERITA.— SiO_2 (vítreo, amorfo).
 *LEDERERITA.—N. e. d.—Cf.: *gmelinita*.
 *LEDERITA.—N. e. d.—Cf.: *titanita*.
 *LEDOUXITA.—Mineral aún no bien conocido. Parece que su composición es: $(\text{Cu}, \text{Ni}, \text{Co})_4\text{As}$. Quizás sea una mezcla de *algodonita* y *niquelina*.
 *LEEDSITA.—N. e. d.—Mezcla de CaSO_4 y BaSO_4 .
 *LEELITA.—N. e. d.—Cf.: *ortoclasa* (rojo carne).
 *LEESBERGITA.—N. e. d.—Mezcla de *hidromagnesita* y *dolomita*.
 *LEFKASBESTO (LEUKASBETO).—Cf.: *crisotila* (incolora).
 *LEGRANDITA.— $\text{Zn}_3[\text{AsO}_4]_2 \cdot 2\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$.
 *LEHITA.—Mineral no bien conocido. Su composición es: $\text{Na}_2\text{Ca}_5\text{Al}_8[(\text{OH})_{12} | (\text{PO}_4)_8] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (es ópticamente biáxico).
 LEHM (al) (fangó).—Variedad de *arcilla* con gran cantidad de cuarzo y de hierro (ROCA).
 LEHMANITA.—N. e. d.—Cf.: *saussurita*.
 **LEHMANNITA.—N. e. d.—Cf.: *crocoita*.
 LEHNERITA.—Sin.: *ludlamita*.
 LEHUNTITA.—N. e. d.—Cf.: *natrolita*.
 **LEIDYTA (?).—Probablemente es *clorita*.
 **LEIFITA.— $\text{Na}_2[(\text{F}, \text{OH}, \text{H}_2\text{O})_{1-2} | (\text{Al}, \text{Si})\text{Si}_5\text{O}_{12}]$.
 *LEIGHTONITA.— $\text{K}_2\text{Ca}_2\text{Cu}[\text{SO}_4]_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
 *LEIROCROITA.—N. e. d.—Cf.: *tiroлита*.

- LEMBERGITA (art.) (1).— $\text{NaAlSiO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$.
 LEMBERGITA (2).—Sin.: *griffithita*.—Cf.: *saponita ferrifera*.
 *LEMNAESITA.—N. e. d.—Cf.: *alluaudita*.
 *LENGENBACHITA.— $7\text{PbS} \cdot 2\text{As}_2\text{S}_3$.
 **LENNILITA.—Se aplica a una variedad de *ortoclasa* y a *vermiculita*.
 *LENTULITA.—N. e. d.—Cf.: *liroconita*.
 LENZINITA (LENCINITA).—N. e. d.—Cf.: *haloysita*.
 **LEOBENITA (?).—Es *fosfato de Ca, Fe, hidratado* (probablemente).
 **LEONHARDITA.—Cf.: *laumontita* (parcialmente deshidratada).
 LEONHARDTITA.— $\text{Mg}[\text{SO}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
 *LEONITA.—Sin.: *kaliastakanita*.—Cf.: *astracanita* (potásica).— $\text{K}_2\text{Mg}[\text{SO}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
 *LEOPOLDITA.—N. e. d.—Cf.: *silvina*.
 *LEPIDOCLORITA.—N. e. d.—Cf.: *clorita* (impura).
 **LEPIDOCROCITA.—Sin.: *mica rubi*—Modificación polimorfa (rómbrica) [Amam].— $[\gamma\text{-FeOOH}]$.
 *LEPIDOLAMPRITA.—N. e. d.—Cf.: *franckeita*.
 **LEPIDOLITA.—Constituyentes (teóricos):
 A. $\text{KLi}_2\text{Al}[(\text{F}, \text{OH})_2 | \text{Si}_4\text{O}_{10}] (?)$.
 B. $\text{KLi}_{1.5}\text{Al}_{1.5}[(\text{F}, \text{OH}, \frac{1}{2}\text{O})_2 | \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$
 *LEPIDOMELANA.—Cf.: *biotita* (muy ferrifera).
 **LEPIDOMORFITA.—Cf.: *fengita* pseudomorfa según *oligoclasa*.
 LEPIDOFAEITA.—Variedad de *avad* (cuprífera).
 *LEPOLITA.—N. e. d.—Cf.: *anortita* (verde-pardo).
 **LEPTOCLORITAS (1).—N. e. d.—Nombre genérico que comprendía a todas las *cloritas* más fácilmente atacables por los ácidos (cf. *ortocloritas*).
 LEPTOCLORITAS (2).—Nombre genérico que comprende a las *cloritas ferríferas*, como son: *delessita*, *chamosita*, etc.
 **LEPTONEMATITA.—Mineral quizá idéntico a *psilomenlana*.
 *LERBACHITA.—N. e. d.—Mezcla de *claustralita* y *tiemannita*.
 LERMONTOVITA.—Mineral aún poco estudiado. Su composición posible: $(\text{U}, \text{Ca} \dots)_3[\text{PO}_4]_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
 *LESLEYITA.—N. e. d.—Mezcla de *sericita* y *corindón*.
 LESSERITA.— $\text{Mg}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 15\text{H}_2\text{O}$.
 **LESSINGITA.—Casi sin.: *beckelita*.— $(\text{Ca}, \text{Ce}, \text{La}, \text{Nd})_2$
 $[(\text{O}, \text{OH}, \text{F}) | (\text{SiO}_4)_3]$.—La *lessingita* contiene: 35 % $(\text{Y}, \text{Er})_2\text{O}_3$ y 0,5 % *F*.
 *LETOVICITA.— $(\text{NH}_4)_3\text{H}[\text{SO}_4]_2$.

- *LETTOSMITA.—Sin.: *cianotrichita*. — $\text{Cu}_4\text{Al}_2[(\text{OH})_{12} | \text{SO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- **LEUCHTENBERGITA.—N. e. d.—Cf.: *clinocloro*.
- *LEUCARGYRITA.—N. e. d.—Cf.: *freibergita*.
- **LEUCASBESTO.—N. e. d.—Cf.: *crisotila* (blanca).
- **LEUCAUGITAS.—N. e. d.—Cf.: *augitas* pobres en *Fe*.
- LEUCITA (1).—Modificación tetragonal estable por debajo de 605°C . α -K[AlSi_2O_6].
- **LEUCITA (2).—Modificación cúbica estable por encima de 605°C . β -K[AlSi_2O_6].
- *LEUCOCALCITA.—Cf.: *olivinita*.
- *LEUCOGRANATE.—Cf.: *grosularia* (casi incolora).
- **LEUCOFANA.— $(\text{Ca}, \text{NaH})_2\text{Be}[\text{Si}_2\text{O}_6(\text{OH}, \text{F})] (?)$.
- *LEUCOFOENICITA.— $\text{Mn}_7[(\text{OH})_2 | (\text{SiO}_4)_3]$.
- *LEUCOFILITA.—N. e. d.—Cf.: *sericita*.
- **LEUCOFOSFITA.— $\text{K}(\text{Fe}, \text{Al})_2[\text{OH} | (\text{PO}_4)_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- **LEUCOGLAUKITA.—N. e. d.—Cf.: *ferrinatrita*.
- **LEUCOLITA.—N. e. d.—Se aplicó a *dipira*, a *pyknita* y a *leucita*.
- *LEUCOMANGANITA.—N. e. d.—Cf.: *fairfieldita*.
- *LEUCOPETRITA.—*Resina* probablemente parecida al ámbar.
- *LEUCOPIRITA.—N. e. d.—Cf.: *loelिंगita* (con algo menos de *As* que corresponde a la fórmula).
- **LEUCOSFENITA.— $\text{Ba}(\text{Na}, \text{Ca})_4\text{Ti}_3[\text{BO}_3 | \text{Si}_8\text{O}_{24}]$.
- **LEUCOTILO.—Mineral quizá idéntico a *crisotila*.
- *LEUCOZAFIRO.—Cf.: *zafiro incoloro*.
- **LEVERRIERITA.—Cf.: *caolinita* bacilar, parte en concrecimiento íntimo con *muscovita* (?).
- *LEVIGLIANITA.—N. e. d.—Mezcla de *metacinnabarita* con *blenda*.
- **LEVYNA.— $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
- **LEWISITA.—N. e. d.—Cf.: *romeita*.
- **LEWISTONITA.—Variedad de *apatita* con pequeño contenido de *K*.
- *LIBETENITA.— $\text{Cu}_2[\text{OH} | \text{PO}_4]$.
- *LIBOLLITA.—N. e. d.—Cf.: *albertita*.
- LIBYANITA.—Sin.: *libita*.—Cf.: *lechatelierita*.
- *LIEBENERITA.—*Nefelina* meteorizada y transformada en *muscovita* compacta, conservando las formas de la primera (pseudomorfofosis).
- **LIEBIGITA.—Sin.: *uranitalita*.— $\text{Ca}_2[\text{UO}_2 | (\text{CO}_3)_2] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.
- **LIEVRITA.—Sin.: *ilvaita*.— $\text{CaFe}_2^{++} \text{Fe}^{+++}[\text{OH} | \text{O} | \text{Si}_2\text{O}_7]$.
- *LIGNITO.—Sin.: *Braunkohle* (al).

- *LIGURITA.—Variedad de *titanita* (color verde manzana).
- LIKASITA.— $\text{Cu}_6[(\text{OH})_7 | (\text{NO}_3)_2 | \text{PO}_4]$.
- *LILALITA.—N. e. d.—Cf.: *lepidolita*.
- *LILLEHAMMERITA.—N. e. d.—Cf.: *pentlandita* (Lillehammer).
- *LILLIANITA (1).—N. e. d.—Cf.: *galenobismutita* (en parte se encuentra en íntimo concrecimiento con *galenita*).
- LILLIANITA (2).—Cf.: *selenocosalita* (Finlandia).
- **LILLITA.—Parece ser estructuralmente similar a *crostedtita*, aun cuando su composición varíe algo.
- LIMAITA.—Variedad estannífera de *gahnita*.
- *LIMBACHITA.—Es parecida a *saponita*.
- *LIMBILLITA (?).—Producto de descomposición del *olivino*.
- *LIMNITA.—Variedad de *limonita* o de *siderogel*.
- **LIMONITA (1).—Sin.: *Ocre amarillo*.—Variedad de *hierro acicular* con agua adsorbida.
- LIMONITA (2).—Sin.: *hematites parda*.—Nombre genérico que comprende los minerales (compactos a terrosos) llamados *goethita* y *lepidocrocita*.
- *LINARITA.— $\text{PbCu}[(\text{OH})_2 | \text{SO}_4]$.
- *LINCOLNITA.—N. e. d.—Cf.: *heulandita*.
- **LINDACKERITA.— $(\text{CuH}_2)_3[\text{AsO}_4]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
- *LINDESITA.—N. e. d.—Cf.: *urbanita*.
- *LINDGRENITA.— $\text{Cu}_3[\text{OH} | \text{MoO}_4]_2$.
- *LINDSAYITA.—N. e. d.—Cf.: *anortita*.
- **LINDSTROEMITA.— $2\text{PbS} \cdot \text{Cu}_2\text{S} \cdot 3\text{Bi}_2\text{S}_3$.
- *LINNEITA.— Co_3S_4 .
- *LINSITA (?).—Mineral parecido a *kaersutita*.
- *LINSEITA.—N. e. d.—Cf.: *lindsayita*.
- *LINTONITA.—N. e. d.—Cf.: *thomsonita* (radiforme).
- LIONITA (1).—N. e. d.—*Tc* (impuro).
- *LIONITA (2).—N. e. d.—Cf.: *chillagita*.
- *LIPARITA (1).—N. e. d.—Cf.: *crisocola*.
- LIPARITA (2).—N. e. d.—Cf.: *fluorita*.
- LIPARITA (3).—N. e. d.—Cf.: *talco*.
- LIPARITA (4).—Nombre de una *ROCA*.
- **LIROCONITA.—Sin.: *lirokonita*. — $\text{Cu}_2\text{Al}[(\text{OH})_4 | \text{AsO}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
- *LIROCONMALACHITA.—N. e. d.—Cf.: *liroconita*.
- LIROKONITA.—Sin.: *liroconita*.— $\text{Cu}_2\text{Al}[(\text{OH})_4 | \text{AsO}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
- *LISKEARDITA.— $\text{Al}_2[(\text{OH})_3 | \text{AsO}_4] \cdot 2\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$.
- LISTVENITA.—Cf.: *mica* (verde) (Urales).
- LITWAENITA.—N. e. d.—Mezcla de *dolomita*, *cuargo*, etc.

- **LITARGIRIO.—Sin.: *litargita*.—Modificación polimorfa (tetragonal) (color rojo). $[\alpha\text{-PbO}]$.
- *LITARGITA.—Sin.: *litargirio*.
- *LITIDIONITA.—Sin.: *neocyanita*.— $(\text{Na}, \text{K})_2[\text{Si}_3\text{O}_7]$ (?).
- *LITIO (1).—Elemento químico núm. 3 de orden del sistema periódico.—*Li*.
- LITIO (2).—*Li*.—Cristaliza en el sistema cúbico.
- *LITIOFILITA.— $\text{Li}(\text{Mn}^{++}, \text{Fe}^{++})[\text{PO}_4]$.
- **LITIOFORITA.— $(\text{Al}, \text{Li})(\text{OH})_2.\text{MnO}_2$.
- LITIOMICA.—N. e. d.—Se aplicó a *lepidolita* y a *zinnwaldita*.
- *LITIONITA.—Cf.: *mica* litífera.—(Nombre genérico).
- *LITOMARGA.—N. e. d.—Cf.: Mezcla de *halloyisita* y de minerales similares.
- *LITOXILA.—N. e. d.—Cf.: *xilópalo*.
- *LIVEINGITA.— $4\text{PbS}.3\text{As}_2\text{S}_3$.
- LIVERSITA.—Cf.: *elaterita* (Utach).
- *LIVINGSTONITA.— $\text{HgS}.2\text{Sb}_2\text{S}_3$.
- LIZARDITA.—Variedad de serpentina (?).
- *LOAISITA.—N. e. d.—Cf.: *escorodita*.
- LODOCHNIKOWITA.—Oxido complejo de *Al, Mg, Ca* y *Fe* (rómico).
- *LOELINGITA.— FeAs_2 .
- *LOEWITA.— $\text{Na}_2\text{Mg}[\text{SO}_4]_2.2\text{H}_2\text{O}$.
- *LOEWIGITA.—N. e. d.—Cf.: *alunita*.
- **LOGANITA.—Pseudomorfosis de *pennina* según un *amfibol*.
- *LOHESTITA (?).—Nódulos encontrados en las filitas (Ardenas). Son casi isótopos ópticamente.
- LOMBAARDITA.— $(\text{Ca}, \text{Fe})_2(\text{Al}, \text{Fe})_5[(\text{O}, \text{OH})_4 | (\text{SiO}_4)_3]$.
- LOMONOSSOWITA.— $(\text{Na}, \text{Ca})\text{Ti}[(\text{O}, \text{OH}) | (\text{Si}, \text{P})\text{O}_4]$ (?).
- *LONCHIDITA.—N. e. d.—Cf.: *marcasita* con algo de *arsénico*.
- *LOPARITA.— $(\text{Ce}, \text{Na}, \text{Ca})(\text{Nb}, \text{Ti})\text{O}_3$.
- *LOPEZITA.— $\text{K}_2[\text{Cr}_2\text{O}_7]$.
- **LOFOITA.—N. e. d.—Cf.: *proclorita*.
- **LORANDITA.— $\text{Ti}_2\text{S}.2\text{As}_2\text{S}_3$.
- *LORANSKITA.—Compuesto oxidado de *Nb⁺⁺⁺⁺, Zr⁺⁺⁺⁺* y *tierras raras*. Parece que se asemeja a *samaraskita*.
- **LORENZENITA.—Variedad de *ramsayita* (cuyo *Ti* está sustituido por *Zr* en un 20 %).
- *LORETTOITA.— $\text{PbCl}_2.6\text{PbO}$.
- *LOSEYITA.— $(\text{Mn}, \text{Zn})_7[(\text{OH})_5 | \text{CO}_3]_2$.
- *LOSITA.—Cf.: *concrinita* (con propiedades ópticas anómalas).

- *LOSSENITA.—N. e. d.—Mezcla formada por *escorodita* y por *beudantita*.
- *LOTALITA.—Cf.: *dialaga* (de Lotala).
- *LOTTRITA.—Cf.: *pumpellyita*.
- **LUODERBACKITA.—Cf.: *roemerita* (aluminífera). Su composición probable: $\text{Fe}^{++}(\text{Fe}^{+++}, \text{Al})_2[\text{SO}_4]_4.14\text{H}_2\text{O}$.
- LOUISITA.—N. e. d.—Mezcla de *cuarzo* y *apofilita*.
- LOUGHLINITA.—Variedad probable de *sepiolita*.
- *LOVTSCHORRITA.—Producto isótropo de transformación de *rinkolita*.
- *LOWOCERITA (?).— $(\text{H}, \text{Na}, \text{K})_2\text{O}.\text{(Ca}, \text{Mn}, \text{Mg})\text{O}.\text{(Zr}, \text{Ti})\text{O}_2.6\text{SiO}_2.3\text{H}_2\text{O}$.
- *LOXOCLASA.—N. e. d.—Cf.: *ortoclasa* (rica en sodio).
- *LUBECKITA.— $4\text{CuO}.\frac{1}{2}\text{Co}_2\text{O}_3.\text{Mn}_2\text{O}_3.4\text{H}_2\text{O}$ (de origen coloidal).
- *LUBLINITA.—N. e. d.—Cf.: *calcita* (de Lublín). Parece ser una nueva modificación polimorfa de CaCO_3 .
- *LUBUMBASHITA (?).—Mineral probablemente idéntico a *heterogenita*.
- **LUCASITA.—N. e. d.—Cf.: *muscovita* y *vermiculita* (alteradas).
- *LUCIANITA.—N. e. d.—Cf.: *estevensita*.
- *LUCINITA.—N. e. d.—Cf.: *variscita*.
- *LUCKYITA.—Cf.: *melanterita* (manganisífera).
- *LUCULLANA.—Mármol de color negro debido a inclusiones de partícula carbonosas (ROCA).
- *LUCSSAPPHIR (al.).—N. e. d.—Cf.: *cordierita* o quizá *zafiro* (oscuro).
- LUDLAMITA.— $\text{Fe}^{++}_3[\text{PO}_4]_2.4\text{H}_2\text{O}$
- *LUDWIGITA.— $(\text{Mg}, \text{Fe}^{++}).\text{Fe}^{+++}[\text{O}_2 | \text{BO}_3]$.
- *LUENEBURGITA.— $\text{Mg}_3[\text{PO}_4 | \text{BOOH}]_2.7\text{H}_2\text{O}$.
- *LUGITA (?).—Parece ser $\text{Ca}_3[\text{O}_2 | \text{SiO}_4]$ amorfo. Es parecido a *aloisiita* (?).
- *LUMAQUELA.—N. e. d. (como mineral).—Se trata de *caliza zoógena* (conchas) (ROCA).
- **LUNNITA.—Sustancia que en parte es idéntica a *pseudomalquita*.
- *LUOTOLITA.—N. e. d.—Cf.: *oligoclasa* (de Luotola).
- LUPIKKITA.—Mezcla de *cubanita*, *pirrotina*, *calcopirita* y *blenda*.
- *LUSAKITA.—Sin.: *lusaquita*.—Variedad cobaltífera de *estaurolita*.

- LUSAQUITA.—Sin.: *lusakita*.—Variedad cobaltífera de *estaurólita*.
- *LUSITANITA.—Cf.: *spencerita*.
- LUSSATINA.—Cf.: *calcedonia cristobalítica* (en que el eje *c* es paralelo a la dirección de fibra).
- **LUSSATITA.—Cf.: *calcedonia cristobalítica* (en que el eje *c* es perpendicular a la dirección de fibra).
- **LUTECINA.—Variedad de *calcedonia* en que la dirección de la fibra es paralela a $[0001]$.
- *LUXULLIANITA.—*Granito turmanilífero* (ROCA).
- **LUZONITA.— Cu_3AsS_4 .
- *LYDITA.—Pizarra silícea negra. Se suele decir que es *pedra de toque* (ya que el oro al rayarla deja una raja característica en ella) (ROCA).
- *LYELLITA.—N. e. d.—Cf.: *devillina*.
- *LYNDOCHITA.—Cf.: *euvenita* (contiene *Ca* y *Th*, y además una pequeña cantidad de uranio).
- *LYONITA.—N. e. d.—Cf.: *chillagita*.

LL

LLAGUALITA.— CePO_4 (?). Quizá sea *rabdozana*.

M

- MAAKITA.—N. e. d.—Cf.: *hidrohalita*.
- *MACFARLANITA.—N. e. d.—Mezcla de *plata*, *niquelina*, *galenita*, *blenda* y *calcopirita*.
- *MACGOVERNITA.—Mineral probablemente similar a *dixenita*.
- MACKAYITA.— $\text{Fe}_2[\text{TeO}_3]_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.
- **MACKENSITA.—Mineral que aún ha de ser estudiado para ver si es una *clorita*.
- MACKITA.—N. e. d.—Cf.: *hanksita*.
- **MACLUREITA.—N. e. d.—Se aplicó a *fassaíta* y a *chondrodita*.
- **MACONITA.—Probablemente es mineral idéntico a *parsetensita*.
- *MACROLEPIDOLITA.—Cf.: *lepidolita* con gran ángulo de ejes ópticos.
- *MADEIRATOPACIO.—Sin.: *topacio de Madeira*.—Variedad de *citrina*.

- MAGALLANITA.—Sustancia parecida al *asfalto*.
- **MAGHAEMITA.—Modificación polimorfa (cúbica) de Fe_2O_3 . $[\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3]$.
- *MAGNALITA.—N. e. d.—Mezcla de *alumogel*, *halloysita*, *kerólita*, etc.
- MAGNALUMÓXIDO.—Cf.: *espinela*.
- MAGNESIAFARMACOLITA.—N. e. d.—Cf.: *berzelita*.
- MAGNESIAGOSLARITA.—Variedad magnésifera de *goslarita*.
- MAGNESIALUMBRE.—Sin.: *alumbre magnésico*.—N. e. d.—Cf.: *pickeringita*.
- MAGNESIASALPETER (al.).—Sin.: *nitromagnesita*.—Su composición probable es $\text{Mg}[\text{NO}_3]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- *MAGNESIO (1).—Elemento químico número 12 de orden de la tabla periódica de elementos.—*Mg*.
- **MAGNESIO (2).—*Mg*.—Cristaliza en el sistema *exagonal*.
- MAGNESIOAPJOHNITA.—Sin.: *apjohnita magnésifera*.
- **MAGNESIOBEIDELLITA.—Sin.: *hectorita*.
- **MAGNESIOBOOTITA.—Sin.: *bootita magnésifera*, *magnesiumboothit* (al.).
- MAGNESIOCALCANTITA.—Sin.: *pentahidrita*.
- *MAGNESIOCALCITA.—N. e. d.—Cf.: *dolomita*.
- MAGNESIOCAOLINITA.—Parece ser $\text{Mg}_2\text{Al}_3[(\text{OH})_8 | \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$.
- MAGNESIOCLOROFENICITA.— $(\text{Mg}, \text{Mn})_3[(\text{OH})_7 | | \text{AsO}_4]$.
- MAGNESIOCOPIAPITA.—Sin.: *copiapita magnésifera*. (El ion Fe^{++} de la *copiapita* es sustituido por *Mg*).
- MAGNESIOCORDIERITA.—Sin.: *cordierita*.
- *MAGNESIOCROMITA.—Sin.: *cromita magnésifera*.— $\text{Mg}^x\text{Cr}_2\text{O}_4$.
- MAGNESIOCUMMINGTONITA.—Sin.: *cummingtonita magnésifera*. Variedad magnésifera de *cummingtonita* con $\text{Mg} > \text{Fe}^{++}$.
- MAGNESIOESPINELA.—Sin.: *espinela*, *Spinell* (al.).— MgAl_2O_4 .
- **MAGNESIOFERRITA.— MgFe_2O_4 .
- **MAGNESIOFOSFORURANITA.—Sin.: *salecita*.
- *MAGNESIOLUDWIGITA.—Sin.: *ludwigita magnésifera*.—Variedad magnésifera de *ludwigita*.
- MAGNESIOMELANTERITA.—Sin.: *kirovita*, *cuprokirovita*, *melanterita magnésifera*.
- MAGNESIOMONTMORILLONITA.—Variedad magnésifera de *montmorillonita*.
- MAGNESIOMORENOSITA.—Mineral quizá idéntico a *niquelipsomita*.
- **MAGNESIOORTITA.—Sin.: *Magnesiumorthit* (al.).
 $\text{CaCeMgAl}_2[\text{O} | \text{OH} | \text{SiO}_4 | \text{Si}_2\text{O}_7]$.

MAGNESIOSERICITA.—Cf.: *sericita* (con aproximadamente 3 % MgO).

*MAGNESIOSUSSEXITA.—Sin.: *Magnesiumsussexit* (al.).
(Mg, Mn)HBO₃.

MAGNESIOVERMICULITA (art.).—Sin.: *Mg-vermiculita*.

*MAGNESITA.—Sin.: *Bitterspat* (al.).—MgCO₃.

*MAGNESIUMBOOTHIT (al.).—Sin.: *bootita magnésifera, magnesiobootita*.

MAGNESIUMORTHIT (al.).—Sin.: *magnesiortita*.

CaCeMgAl₂[O | OH | SiO₄ | Si₂O₇].

MAGNESIUMSUSSEXIT (al.).—Sin.: *magnesiumsussexita*.

(Mg, Mn)HBO₃.

*MAGNETITA.—Fe₃O₄.

*MAGNETKIES (al.).—Sin.: *Pirrotina, pyrrhotin, pirita magnética*.—FeS.

**MAGNETOILMENITA.—Mezcla exagonal de *ilmenita* con algo de *magnetita*.

*MAGNETOPLUMBITA.—PbO.6Fe₂O₃.

**MAGNETOSTIBIANA.—Oxido complejo de *Sb* aún muy poco estudiado.

MAGNIOFILITA.—(Mn, Mg, Fe⁺⁺)₃[PO₄]₂.

MAGNIOTRIPLITA.—Sin.: *talcotriplita, triplita magnésifera*.

*MAGNOCROMITA.—N. e. d.—Cf.: *magnesiocromita*.

*MAGNOFERRITA.—N. e. d.—Cf.: *magnesioferrita*.

**MAGNOFORITA.—Probablemente es *katoforita* (que contiene *K, Mg*).

**MAGNOLITA.—Hg₂[TeO₄] (?).

MAGNUSSONITA.—(Mn, Mg, Cu)₃[(OH, Cl) | (AsO₃)₃].

MAGNYMONTMORILLONITA.—Sin.: *montmorillonita*.

MAHADEVITA.—Mineral comprendido entre *muscovita* y *flogopita*.

MAITLANDITA.—N. e. d.—Cf.: *torogummita*.

*MAKITA.—N. e. d.—Cf.: *tenardita*.

MALACÓN.—Sin.: *malakón*.

**MALAKOLITA.—N. e. d.—Cf.: *diopsida*.

**MALACÓN.—Sin.: *malacón*.—Cf.: *circones* (contienen *Th* por sustitución de parte del *Zr*). Debido al proceso radioactivo del *Th* tales circones frecuentemente presentan isotropía y pierden la transparencia.

*MALAQUITA.—Cu₂[(OH)₂ | CO₃].

*MALDONITA.—Au₂Bi.

**MALINOWSKITA.—Variedad de *tetraedrita* (poco *Cu*, bastante *Ag*).

*MALTESITA.—N. e. d.—Cf.: *chiastolita*.

MALTHAITA (?).—Puede ser alguno de los llamados *minerales asfálticos*.

*MALTHAZITA.—N. e. d.—Cf.: *alofana*.

**MALLADRITA.—Na₂[SiF₆].

*MALLARDITA.—Sin.: *vitriolo de manganeso*.

Mn[SO₄].7H₂O.

*MAMANITA.—N. e. d.—Cf.: *polihalita*.

**MANANDONITA. $\left\{ \begin{array}{l} \text{LiAl}_2[(\text{OH})_2 | \text{AlBSi}_2\text{O}_{10}] \\ \text{Al}_2(\text{OH})_6 \end{array} \right\}$

MANASSEITA.—Mg₆Al₂[(OH)₁₆ | CO₃].4H₂O.

MANCINITA (?).—Silicato de *Zn* (Mancino) (?).

MANGANACTINOLITA.—Cf.: *actinolita* (con el 6 % de MnO).

MANGANALLAUDITA.—Na_{<1} (Mn⁺⁺, Fe⁺⁺⁺) [PO₄].

MANGANANDALUSITA.—Variedad de *andalusita* (que contiene Mn₂O₃ y es de color rojo).

*MANGANANFIBOL.—N. e. d.—Cf.: *rodonita*.

MANGANANTIGORITA.—Variedad de *antigorita* (contiene *Mn*).

MANGANAPATITA.—Variedad de *apatita* (contiene MnO (varios %)).

**MANGANLENDE (al.).—Modificación polimorfa (cúbica).—[Fm3m].—Sin.: *alabandina*.—[α -MnS].

*MANGANESO.—Elemento químico número 25 de orden de la tabla periódica de elementos.—*Mn*.

*MANGANERZ (GRAUES) (al.).—Sin.: *mena de manganeso* (gris).—Comprende *manganita* y *pirolusita*.

**MANGANERZ (SCHWARZES) (al.).—Sin.: *mena de manganeso* (negra).—Comprende *criptomelana* y *psilomelana*.

**MANGANITA.—Modificación polimorfa (monoclínica).

[γ -MnOOH].

MANGANJASPI.—Sin.: *jaspe manganesífero*.

MANGANOALUMBRE.—N. e. d.—Cf.: *apfjolmita*.

**MANGANOVERZELIITA.—(Ca, Na)₃(Mn, Mg)₂[AsO₄]₃.

MANGANOBORACITA.—Sin.: *ericaita*.—Cf.: *boracita* (contiene algo de *Mn* por sustitución de iones Mg⁺⁺).

**MANGANOBROCITA.—Cf.: *brucita* (manganesífera).

**MANGANOCALCITA.—Cristal de mezcla del sistema (*rodocrocita-calcita*).

**MANGANOCKER (al.).—Sin.: *ocre manganesífero*.—Parece corresponder a la expresión Mn₃O₄.4H₂O.—Parece ser muy similar al *wad*.

**MANGANOCLORITA.—Variedad de *hemina*.

- MANGANOCRISOTILA.—Variedad de *crisotila*.
- *MANGANODIASPORA.—Cf.: *diaspora* (contiene aproximadamente 4 % de Mn_2O_3 (en peso) y unos 2 % de Fe_2O_3 (en peso)).
- *MANGANODISTENA.—N. e. d.—Cf.: *ardenita*.
- **MANGANODOLOMITA (1).—Mineral casi idéntico a *kutnahorita*.
- **MANGANODOLOMITA (2).—Variedad de *dolomita* (con algo de manganeso).
- *MANGANOEPIDOTA.—Variedad de *piemontita* (en que el ion calcio bivalente ha sido sustituido por el ion manganeso bivalente).
- MANGANOESFERITA.—N. e. d.—Cf.: *manganosiderita*.
- MANGANOESPINELA.—Sin.: *galaxita*.
- MANGANOFERRITA (art.) (1).—Óxido de (Mn, Fe) (se encuentra en las escorias).
- MANGANOFERRITA (2).—Sin.: *ferrofranklinita*.
- *MANGANOFERRITA (3).—Sin.: *jakobsita*.
- *MANGANOFILITA.—Cf.: *biotita* (rica en manganeso).
- *MANGANOFLOGOPITA.—Cf.: *flogopita* (contiene hasta 18 % de MnO).
- MANGANOGELO.—Cf.: *manganomelana* amorfa (tiene correspondencia así con el alumogel y el siderogel). $[MnO_2 (\pm H_2O)]$ (amorfo).
- MANGANOHIIDROXILOAPATITA.—Cf.: *hidroxiloapatita* (con cierta proporción de manganeso).
- MANGANOHOERNESITA.— $(Mn, Mg)_3[AsO_4]_2 \cdot 8H_2O$.
- MANGANOILMENITA.—Cf.: *ilménita* (contiene hasta el 14 % de Mn).
- MANGANOKNEBELITA.—Individuo del sistema (*knebelita-tefrita*).
- MANGANOKONINCKITA.—Variedad manganisífera de *koninkita*.
- *MANGANOLANGBEINITA.— $K_2Mn_2[SO_4]_3$.
- MANGANOLEONITA (art.).— $K_2Mn[SO_4]_2 \cdot 4H_2O$.
- *MANGANOLUDWIGITA.—Sin.: *pinakiolita*.
- MANGANOLITA.—N. e. d.—Cf.: *rodonita*.
- **MANGANOMAGNETITA.—N. e. d.—Se aplicó a *jakobsita* y a *vrendenburgita*.
- **MANGANOMELANA.—Cf.: MnO_2 , precipitado de disolución coloidal y que aún aparece como amorfo. — MnO_2 (amorfo).

- **MANGANOMELANTERITA.—Sin.: *luckyita*.—Cf.: *melanterita* (contiene manganeso).
- MANGANOMUSCOVITA.—Cf.: *muscovita* (color violeta oscuro y contiene aproximadamente un 2,3 % de MnO).
- *MANGANOMOSSITA.—Cf.: *mossita* (contiene cierta cantidad de manganeso).
- *MANGANONILOBITA.—Cf.: *niobita* (en que predomina bastante el Mn sobre el Fe).
- **MANGANOPENINNA.—Cf.: *pennina* (manganisífera).
- MANGANOPICKERINGITA.—Sin.: *bosjemanita*.
- MANGANOPIROSMALITA.—Variedad manganisífera de *pirosmalita*.
- MANGANOROCKBRIDGEITA.—Cristal de mezcla del sistema (*frondelita-rockbridgeita*).
- MANGANORTITA.—Variedad manganisífera de *ortita*.
- MANGANOSICKLERITA.—Sin.: *sicklerita*.
- **MANGANOSIDERITA.—Cristal de mezcla del sistema (*rodosita-siderita*).
- *MANGANOSITA.—MnO.
- **MANGANOSMITHSONITA.—Cristal de mezcla del sistema (*smithsonita-rodosita*).
- **MANGANOSTIBITA.—Mineral que contiene menos Fe que la *haematostibita* y además contiene cierta proporción de As (por sustitución parcial del Sb).
- MANGANOSTILPNOMELANA.—Sin.: *parsettensita*.
- *MANGANOTANTALITA.—Cf.: *tantalita* (predomina mucho el Mn sobre el Fe).
- MANGANOWOLFRAMITA.—N. e. d.—Cf.: *huebnerita*.
- *MANGANOXIAPATITA.—Sin.: *manganoxielckera*.—Cf.: *oxiapatita* (contiene manganeso).
- MANGANOTREMOLITA.—Cf.: *tremolita* (con algo más del 7 % de MnO).
- **MANGANOVESUVIANA.—Variedad manganisífera de *vesuviana*.
- *MANGANOVITRIOLO.—Sin.: *mallardita*, *vitriolo de manganeso*.
- *MANGANOVOELCKERITA.—Sin.: *manganoxiapatita*.
- *MANGANSCHAUM (al.).—Sin.: *espuma de manganeso*.—N. e. d.—Cf.: *wad*.
- MANGANSCHWAERZE (al.).—Sin.: *negro de manganeso*.—N. e. d.—Cf.: *wad*.
- *MANGUALDITA.—Sin.: *manganoxiapatita*.
- *MANJAK.—N. e. d.—Cf.: *asfalto*.
- MANSFIELDITA.— $M[AsO_4] \cdot 2H_2O$.

- **MANSJUEITA.—Cf.: *diopsida* (granuda y contiene algo de *F*, cuya ubicación en la estructura es difícil de explicar).
- *MARAHUITA.—N. e. d.—Cf.: *lignito* (bituminoso de Marahu) (Brasil).
- *MARANITA.—N. e. d.—Cf.: *chiastolita*.
- *MARASMOLITA.—N. e. d.—Cf.: *blenda* (contiene *Fe* y en parte está descompuesta).
- **MARBURGITA.—Cf.: *filipsita* (calcífera).
- **MARCASITA.—Modificación polimorfa (rómica).— FeS_2 .
- *MARCELINA (1).—N. e. d.—Cf.: *braunita* (originada a partir de *rodonita*).
- MARCELINA (2).—N. e. d.—Sustancia muy parecida a *rodonita*.
- *MARCYLITA.—N. e. d.—Se aplicó a *atacamita* impura y a *tenorita*, *covelina*, etc.
- MAREKANITA.—N. e. d.—Cf.: *obsidiana*.
- **MARGARITA.— $\text{CaAl}_2[(\text{OH})_2 | \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]$.
- MARGARODITA.—Cristal de mezcla del sistema (*muscovita-paragonita*). Su aspecto es similar al *talco*.
- *MARGAROSANITA.— $(\text{Ca}, \text{Pb}, \text{Mn})\text{SiO}_3$.
- MARIALITA (art.).—Forma con *mejonita* una serie de cristales mixtos. Pero tanto *marialita* como *mejonita* no se conocen como minerales.
- $\text{Na}_6[(\text{Cl}_2, \text{SO}_4, \text{CO}_3) | (\text{AlSi}_3\text{O}_8)_6]$.
- *MARIANITA.—N. e. d.—Cf.: *nitronatrita*.
- *MARIENGLAS.—Sin.: *vidrio de maría*.—Se aplicó a *mica clara* y a *yeso*.
- *MARIGNACITA.—Variedad de *pirocloro*.
- *MARIONITA.—N. e. d.—Cf.: *hidrocincita*.
- **MARIPOSITA.—Variedad de *fengita* (con mucho *Si* y casi el 1 % de Cr_2O_3).
- **MARMAIROLITA.—Sustancia parecida a *richterita* (Langban).
- *MARMATITA.—N. e. d.—Cf.: *blenda* (ferrífera).
- *MÁRMOL.—ROCA metamórfica monomineral.
- *MARRITA (?).—Sulfosal monoclinica de composición desconocida.
- *MARSHITA.— CuI .
- *MARSJATSKITA.—Cf.: *glauconita* (manganisífera).
- **MARTINITA.—Variedad de *whitlockita* (con mezcla de CaCO_3).
- **MARTINSITA.—N. e. d.—Se aplicó a *halita* con *kieserita* y a *kieserita*.

- *MARTITA.—Pseudomorfosis de *haematites* según *magnetita*.
- *MARTOURITA.—N. e. d.—Cf.: *bertierita*.
- MASCAGNINA.—Sin.: *mascagnita*.
- *MASCAGNITA.— $(\text{NH}_4)_2[\text{SO}_4]$.
- MSSCAREIGNITA.—*Substancia opalina* de origen vegetal.
- **MASICOT.—Modificación polimorfa (rómica) amarilla.— $[\beta\text{-PbO}]$.
- *MASKELYNITA.—Cf.: *bytozmita* vítrea (por fusión procedente de meteoritos).
- *MASONITA.—N. e. d.—Cf.: *cloritoide*.
- *MASRITA.—Posiblemente es *pickeringita* que contiene *Mn* y *Co*.
- MASUYITA.— $[\text{UO}_{2.3} | (\text{OH})_2] \cdot \text{H}_2\text{O}$.
- *MATILDITA.—N. e. d.—Cf.: *eschapbachita*.
- *MATLOCKITA.— PbFCl .
- *MATRICITA.—N. e. d.—Cf.: *oliviana* (descompuesta) (Vermland).
- MATTEUCCITA.— $\text{NaH}[\text{SO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$.
- *MAUCHERITA.— Ni_4As_3 .
- MAUFITA.—Mineral de parentesco cercano a *crisotila* de composición $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Ni})\text{O} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
- *MAUILITA.—N. e. d.—Cf.: *labradorita* (Maui).
- *MAULEONITA.—N. e. d.—Cf.: *leuchtenbergita*.
- *MAUZELHITA.—Cf.: *romcita*.
- MAVINITA.—Variedad de *cloritoide* con mucho Fe^{+++} .
- MAVUDZITA.—Variedad de *dauidita*.
- *MAXITA.—N. e. d.—Cf.: *leadhillita*.
- MAYAITA.—Sin.: *diopsidajadeita*.—Cristal de mezcla del sistema (*diopsidajadeita*), en la proporción *diópsida:jadeita* = 1 : 1.
- *MAZAPILITA.—Cf.: *arsenosiderita* en pseudomorfosis según *eskorodita*.
- *MECHERNICHITA.—N. e. d.—Cf.: *bravoita*.
- MEDAMAITA.—Variedad de *diáspora*.
- **MEDJIDITA.—Quizá sea variedad de *zippeita*.
- MEDMONTITA.—Sin.: *cupro-saponita*.—Cf.: *saponita cuprífera*.
- MEDZIANKITA.—Sin.: *olivinita*.
- **MEERSCHALUMINITA.—N. e. d.—Cf.: *halloysita*.
- **MEERSCHAUM (al.).—Sin.: *espuma de mar*, *sepiolita*.— $\text{Mg}_4[(\text{H}_2\text{O})_3 | (\text{OH})_2 | \text{Si}_6\text{O}_{11}] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.
- *MEGABASITA.—N. e. d.—Cf.: *huebnerita*.

- **MEGABROMITA.—N. e. d.—Cf.: *embolita*.
- **MEJONITA (art.).—Forma con *marialita* una serie de cristales de mezcla. Pero tanto *mejonita* como *marialita* no se conocen como minerales.—
 $\text{Ca}_8[(\text{Cl}_2, \text{SO}_4, \text{CO}_3)_2(\text{e}) | (\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)_6]$.
- **MELANOCOLORO.—Pseudomorfosis de *heterosita* según *trifilina*.
- **MELANOCONITA.—N. e. d.—Cf.: *melaconita* = *tenorita*.
- **MELANOCROITA.—N. e. d.—Cf.: *foenicita*.
- **MELANOFLOGITA.—Cf.: *cuarzo* (en paramorfosis según *cristobalita* β).
- **MELANOKONITA.—N. e. d.—Sin.: *melanoconita*.—Cf.: *melaconita*.
- **MELANOLITA.—Sin.: *delessita*.
- MELANOMICAS.—Nombre genérico que abarca *estilpnomelana*, *cronstedtita*, etc.
- *MELANOSIDERITA.—Probablemente es mezcla de *limonita* y de un *silicato* de *Fe*.
- **MELANOSTIBIANA.— $6(\text{Mn}, \text{Fe})\text{O} \cdot \text{Sb}_2\text{O}_3$ (?).
- **MELANOTALITA.— CuCl_2 , o bien, $\text{Cu}(\text{Cl}, \text{OH})_2$.
- **MELANOTECITA.—Sin.: *melanotekita*.— $\text{Pb}_3\text{Fe}_4^{+++}[\text{O}|\text{S}|\text{O}_4]_3$.
- **MELANOTEKITA.—Sin.: *melanotekita*.— $\text{Pb}_3\text{Fe}_4^{+++}[\text{O}|\text{Si}|\text{O}_4]_3$.
- **MELANOVANADITA.— $\text{Ca}_2\text{V}_{10}\text{O}_{23} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.
- *MELANTERITA.—Sin.: *vitriolo de hierro*, *ferriovitriolo*.—
 $\text{Fe}[\text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.
- MELANTERITA MAGNESÍFERA.—Sin.: *Magnesio melanterita*, *kirovita*, *cuprokirovita*.
- *MELIFANITA.—N. e. d.—Cf.: *melinofana*.
- *MELILITA.— $(\text{Ca}, \text{Na})_2(\text{Al}, \text{Mg})[\text{Si}, \text{Al}]_2\text{O}_7$.
- **MELINITA.—Sin.: *tierra amarilla*.—Mezcla de *hidróxido de hierro* y de *bol*.
- *MELINOFANA.— $(\text{Ca}, \text{Na})_2(\text{Be}, \text{Al})[\text{Si}_2\text{O}_6\text{F}]$.
- *MELINOSA.—N. e. d.—Cf.: *wulfenita*.
- **MELITA.—Sin.: *pedra de miel*.— $\text{Al}_2[\text{C}_{12}\text{O}_{12}] \cdot 18\text{H}_2\text{O}$.
- MELNIKOVITMARCASITA.—Cf.: *marcasita* (criptocristalina de origen geliforme).
- MELNIKOWITPIRITA.—Cf.: *pirita* (criptocristalina de origen geliforme).
- *MELONITA.— NiTe_2 .
- **MELOPSITA.—Quizá sea idéntica a *gymnita*.
- **MELOSARKA.—N. e. d.—Cf.: *melopsita*.
- **MELLITA (?).—Quizá sea variedad de *alofana*.

- *MELLONITA.—N. e. d.—Puede ser, o bien *pseudocotunnita*, o bien una mezcla.
- MENA DE MANGANESO (gris).—Sin.: *Manganerz* (grauess) (al.)
- MENA DE MANGANESO (negra).—Sin.: *Manganerz* (schwarzes) (al.)
- MENACCANITA.—N. e. d.—Cf.: *ilmenita*.
- MENAS BLANDAS DE MANGANESO.—Equivale en «sentido amplio» a *pirolusita*.
- MENAS DURAS DE MANGANESO.—Equivale en «sentido amplio» a *cabezas calvas negras*.
- **MENDELEJEWITA.—Variedad de *betafita*.
- *MENDIPITA.— $\text{PbCl}_2 \cdot 2\text{PbO}$.
- **MENDOZITA.— $\text{NaAl}[\text{SO}_4]_2 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$ (?).
- **MENEGHINITA.— $4\text{PbS} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$ (?).
- **MENGITA.—N. e. d.—Se aplicó a *niobita* y a *monacita*.
- **MENILITA.—*Substancia opalina* de origen organógeno.
- *MENNIGE (al.).—Sin.: *minio*.— Pb_3O_4 .
- *MERCALLITA.— $\text{KH}[\text{SO}_4]$.
- *MERCURIO (1).—Elemento químico núm. 80 de orden en la tabla periódica de los elementos.—*Hg*.
- *MERCURIO (2).—Sin.: *Quecksilber* (al.).—*Hg*.—Cristaliza en el sistema trigonal.
- *MERCURIO (3).—*Hg nativo* (líquido).
- MERCURIOAMMONITA.—Sin.: *Mercurammonit* (al.).—N. e. d.—Cf.: *kleinita*.
- MERKURAMMONIT (al.).—Sin.: *mercurioammonita*.—N. e. d.—Cf.: *kleinita*.
- **MEROXENA.—Variedad más frecuente de *biotita*. (Es pobre en hierro.)
- *MERRILLITA.—N. e. d.—Cf.: *francolita* (en meteoritos).
- MERUMITA.—*Oxido de cromo hidratado* (procedente del río Merume) (British Guyana).
- *MERWINITA.— $\text{Ca}_3\text{Mg}[\text{SiO}_4]_2$.
- *MESABITA.—N. e. d.—Cf.: *limonita ocrosa*.
- **MESITINSPAT.—Sin.: *ferromagnesita*.
- **MESITITA.—Sin.: *ferromagnesita*.
- *MESODIALYTA.—Mineral que se encuentra situado entre *endialyta* y *eukolita*.
- MESOSTATITA.—Sin.: *metatalco*—Modificación enantiotropa (estable de 900-1.270°) del sistema (*enstatita-clinoenstatita*).
- *MESOLINA.—N. e. d.—Cf.: *lezyna*.

- *MESOLITA.— $\text{Na}_2\text{Ca}_2[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.
 *MESOLITINA.—N. e. d.—Cf.: *thomsonita*.
 MESOMICROCLINA.— $\text{K}[(\text{Al}, \text{Si})_2\text{Si}_2\text{O}_8]$.
 MESOTIPOS.—N. e. d.—Nombre genérico que agrupaba *natrolita*, *mesolita* y *escolesita*.
 MESQUITELITA (?).—Parece ser producto poco diferente de *montmorillonita*. Procede de la transformación de feldspatos. (Mesquitela, Portugal.)
 MESSELITA.—Cf.: *anapaita* que, en parte, se ha transformado en *collinsita*.
 MESSINGBLUETE (al.).—Sin.: *auricalcita*.
 METAALUNÓGENA.—Pseudomorfosis según *alunógena* con sólo $(13 \frac{1}{2}) \text{H}_2\text{O}$ en lugar de (18).
 **METAAUTUNITA.— $\text{Ca}[\text{UO}_2 | \text{PO}_4]_2 \cdot (6-2\text{H}_2\text{O})$.
 MEABASALUMINITA (artif.).—Se obtiene calentando *basalunita* a 150°C . Es anhidro.
 METABASSETITA.— $\text{Fe}[\text{UO}_2 | \text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.
 METABENTONITA (1).—Se puede hablar de este mineral como de *bentonita* metamorfizada.
 METABENTONITA (2).—Mineral del grupo de *montmorillonita*.
 *METABIOTITA.—Sin.: *bauerita*.
 *METABRUCITA.—Pseudomorfosis orientada de *periclasa* según *brucita*.
 *METABRUSHITA.—N. e. d.—Cf.: *brushita*.
 *METACALCOLITA.—N. e. d.—Cf.: *metatorbernita*.
 **METACINNABARITA.—Modificación polimorfa (cúbica).— HgS .
 **METACLORITA.—N. e. d.—Cf.: *dafnita*.
 *METACRISTOBALITA.—Sin.: *cristobalita* (cúbica).
 METAESCOLEZITA.—Cf.: *escolesita* parcialmente deshidratada. Se obtiene calentando *escolesita* y también se la encuentra en la naturaleza.
 *METAGADOLINITA.—N. e. d.—Cf.: *gadolinita* (descompuesta).
 *METAGREENALITA.—N. e. d.—Cf.: *greenalita*.
 *METAHALLOYSITA.— $\text{Al}_4[(\text{OH})_8 | \text{Si}_4\text{O}_{10}]$.
 **METAHEWETTITA.— $\text{CaH}_2[\text{V}_6\text{O}_{17}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
 METAHIDROBORACITA.—N. e. d.—Cf.: *inderborita*.
 **METAHOHMANNITA.— $\text{Fe}^{+++}[\text{OH} | \text{SO}_4] \cdot (1 \frac{1}{2}) \text{H}_2\text{O}$.
 **METAJARLITA (?).—Parece ser idéntica a *jarlita*.
 METAKAHLERITA (?).— $\text{Fe}[\text{UO}_2 | \text{AsO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

- METALONCHIDITA.—N. e. d.—Cf.: *marcasita* con pequeño contenido de *As*.
 METALOPARITA.—Se origina a partir de *loparita* por una transformación hidrotermal y se diferencia de este principalmente por adsorción de agua y pérdida de los álcalis y de una parte de los alcalino-térreos.
 METANATROLITA (art.) (1).—Cf.: *natrolita* (deshidratada artificialmente).
 *METANATROLITA (2).—Cf.: *natrolita*.
 *METANOCERINA (?).—Es casi equivalente a *nocerina*.
 METANOVAČEKITA.— $\text{Mg}[\text{UO}_2 | \text{AsO}_4]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
 *METAROSSITA.— $\text{Ca}[\text{V}_2\text{O}_6] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
 METASERICITA.—Variedad de *sericita*.
 **METASIDERONATRITA.— $\text{Na}_2\text{Fe}^{+++}[\text{OH} | (\text{SO}_4)_2] \cdot (1 \frac{1}{2}) \text{H}_2\text{O}$.
 METASIMÁSONITA.—N. e. d.—Cf.: *microlita*.
 *METASTIBNITA.— Sb_2S_3 .
 METASTRENGITA.—Sin.: *fosfosiderita*.—N. e. d.—Cf.: *clinostrengita*.
 METATAENITA.—Parece ser constituyente externo de *taenita* de composición: Fe_6Ni .
 METATALCO.—Sin.: *mcsoenstearita*.
 **METATHENARDITA.—Modificación polimorfa exagonal (obtenida en las fumarolas del Monte Pelado).— $\delta\text{-Na}_2[\text{SO}_4]$.
 METATHOMSONITA.—Cf.: *thomsonita* (deshidratada).
 *METATORBENITA.— $\text{Cu}[\text{UO}_2 | \text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.
 *METATRIPLITA (?).—Producto de transformación, negro, de *triplita*.
 METATYUYAMUNITA.— $\text{Ca}[\text{UO}_2 | \text{VO}_4]_2 \cdot (3-5)\text{H}_2\text{O}$.
 METAURANITAS.—Nombre genérico que comprende a los hidratos con $8\text{H}_2\text{O}$ por unidad de fórmula constituidos fundamentalmente por grupos de uranilo $[\text{UO}_2]^{2+}$ y tetraedros $[\text{PO}_4]^{3-}$ ó $[\text{AsO}_4]^{3-}$.
 METAURANOCIRCITA.—Hasta hace poco se llamaba *uranocircita*.— $\text{Ba}[\text{UO}_2 | \text{PO}_4]_2 \cdot (6-2)\text{H}_2\text{O}$.
 METAURANOPILITA.—Cf.: *uranopilita* que por unidad de fórmula contiene sólo (10) H_2O en lugar de (12).
 METAURANOSPINITA.— $\text{Ca}[\text{UO}_2 | \text{AsO}_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.
 **METAVARISCITA.—Sin.: *clinovariscita*.
 **METAVANXITA.— $\text{Fe}^{++}\text{Al}_2[\text{OH} | \text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.
 *METAVOLTITA.—N. e. d.—Cf.: *metavoltina*.
 **METAVOLTINA.—Modificación polimorfa (exagonal).— $\alpha\text{-K}_2\text{Fe}_3^{+++}[\text{OH} | (\text{SO}_4)_2] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

- **METAXITA.—N. e. d.—Cf.: *asbesto de crisotila* (de poco valor industrial).
- METAZEUNERITA.—Hasta hace poco se denominaba *zeunerita*.— $\text{Cu}[\text{UO}_2 | \text{AsO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.
- **MEYERHOFFERITA.— $\text{Ca}[\text{B}_2^{[4]} \text{B}^{[3]} \text{O}_3(\text{OH})_3] \cdot \text{H}_2\text{O}$.
- *MEYERSITA.—Mineral probablemente idéntico con *variscita* o con *metavariscita*.—Es coloidal o criptocristalino.—Su fórmula aproximada es $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- **MEYMACITA (?).—Sin.: *hidrotungstita*.— $\text{WO}_2(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.
- *MYARGYRITA.— AgSbS_2 .
- **MICA(S) (grupo de las ...).—Comprende dentro de los filosilicatos (estructura en bandas) las series de minerales siguientes: 1) serie de *muscovita*; 2) serie de *biotita*.
- MICA RUBÍ.—Sin.: *rubinglimmer* (al.).—Cf.: *lepidocrocita*.
- MICA TITANÍFERA.—Cf.: *zodanita*.
- MICA(S) URANÍFERAS (grupo de ...).—Nombre genérico que comprende las series de *torbernita* (*uranitas*) y de *meta-torbernita* (*meta-uranitas*), división fundada en razones estructurales.
- MICA VANADINÍFERA.—Cf.: *roscoelita*.
- *MICAFILITA.—N. e. d.—Cf.: *andalusita*.
- *MICARELLA.—Pseudomorfosis de una mezcla de *pinita* y *mica* según *escapolita*.
- MICAULTITA (?).—Sin.: *micaultita*.
- *MICAULTITA (?).—Sin.: *micaultita*.—Producto de transformación de *rutila* (de aspecto terroso y color rojo ladrillo).
- **MICROCLINA.— $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$.
- MICROCLINAPERTITA.—Mineral formado por *microclina* con fajas de *albita*.
- MICRODONHAMITA.—Sin.: *dunhamita*.
- *MICROFILITA.—Sin.: *microplakita*.—N. e. d.—Son inclusiones en *labradorita*.
- *MICROLEPIDOLITA.—Cf.: *lepidolita* con ángulo pequeño de ejes ópticos en contraposición a *macrolepidolita*.
- **MICROLITA.— $(\text{Ca}, \text{Na})_2(\text{Ta}, \text{Nb}, \text{Ti})_2\text{O}_6(\text{OH}, \text{F}, \text{O})$
- *MICROPERTITA.—El mineral está formado por *ortoclasa* con inclusiones de *albita*.
- *MICROSCHOERLITA.—N. e. d.—Son cristalitos de *caolinita*.
- **MICROSOMMITA.—N. e. d.—Se aplicó a *nefelina* y a *davyna*.
- *MICROTINA.—N. e. d.—Cf.: *plagioclasa* (clara).
- *MICROVERMICULITA.—N. e. d.—Son cristalitos de *caolinita*.
- MICHAELITA.—N. e. d.—Cf.: *costra de ópalo*.

- MICHAELSONITA.—N. e. d.—Cf.: *erdmannita*.
- MICHEEWITA.—Cf.: *georgeyita*.— $\text{K}_2\text{Ca}_5[\text{SO}_4]_6 \cdot (1,5)\text{H}_2\text{O}$.
- *MICHEL-LEVYITA.—N. e. d.—Cf.: *barita*.
- *MIDDLETONITA.—Cf.: *resina* que probablemente es parecida al ámbar.
- **MIEDZIANKITA.—N. e. d.—Cf.: *tennantita* (rica en Zn).
- *MIEMITA.—Variedad de *dolomita*.
- **MIERSITA.—Agl.
- *MIESITA.—Cf.: *piromorfita* (calcífera).
- *MILANITA.—N. e. d.—Cf.: *halloysita* (verde claro).
- MILARITA.— $\text{KCa}_2\text{AlBe}_2[\text{Si}_{12}\text{O}_{36}] \cdot (\frac{1}{2})\text{H}_2\text{O}$.
- MILOSCHINA.—N. e. d.—Cf.: *alofana* (cromífera).
- MILOWITA.—N. e. d.—Es *silice* que dicen ser «amorfa» (Milos).
- MILLERITA.—Modificación polimorfa (trigonal).— $[\beta\text{-NiS}]$.
- **MILLISITA.— $(\text{Na}, \text{Ca})\text{Al}_3[(\text{OH}, \text{O})_4 | (\text{PO}_4)_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- *MIMETESITA.— $\text{Pb}_5[\text{Cl} | (\text{AsO}_4)_3]$.
- **MINASITA (?).—Sustancia encontrada como *faras*. Parece amorfa y su composición es $2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.
- *MINASRAGRITA.— $\text{V}_2^{++++}[(\text{OH})_2 | (\text{SO}_4)_3] \cdot 15\text{H}_2\text{O}$.
- **MINDIGITA.—Probablemente pertenece a la serie de *brucita* y dentro de ella a *transvaalita*.
- MINERAL Q.— $(\text{Fe}, \text{Cu}, \text{Sb}, \text{Pb}, \text{Ag})_x\text{S}_y$.
- **MINERVITA.—N. e. d.—Cf.: *taranakita*.
- *MINETTA (1).—Cf.: *hematites parda* que forma oolitos de arquitectura concéntrica (de tamaño pequeño pero algo variable).
- MINETTA (2).—Se trata de una roca.
- *MINGUETITA.—Cf.: *clorita* (ferrífera).
- MINGUZZITA.— $\text{K}_3\text{Fe}^{+++}[\text{C}_2\text{O}_4]_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.
- *MINIO.—Sin.: *Mennige* (al.).— Pb_3O_4 .
- MINNESOTAITA.— $(\text{Fe}^{++}, \text{Mg}, \text{H}_2)_3[(\text{OH})_2 | (\text{Si}, \text{Al}, \text{Fe}^{+++})_4\text{O}_{10}]$.
- **MINYULITA.— $\text{KAl}_2[(\text{OH}, \text{F}) | (\text{PO}_4)_2] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
- MIRABILITA.—Sin.: *sal de Gluber*.— $\text{Na}_2[\text{SO}] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.
- MIRQUIDITA (?).—Sustancia que contiene As_2O_5 , P_2O_5 , PbO , Fe_2O_3 y H_2O .
- **MISENITA.— $\text{K}_8\text{H}[\text{SO}_4]_7$.
- MISERITA.—Hasta hace poco se decía *natroxonotilita*. Su composición parece ser: $\text{Ca}_3(\text{KH})[\text{SiO}_3]_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$.
- MISITA.—N. e. d.—Sin.: *mysi*.

- **MISKEYITA.—N. e. d.—Cf.: *clorita* (compacta; identidad perfecta con *pseudofita*).
- MISPÍQUEL.—Sin.: *arsenopirita*, *pirita arsenical*.—FeAsS.
- MISY.—Sin.: *misita*.—N. e. d.—Se aplicó a *copiapita*, *jarosita* y *metavoltina*.
- *MITCHELLITA.—N. e. d.—Cf.: *magnocromita*.
- MITRIDATITA.—Producto terroso y verde claro de descomposición de *zirconita*. — Su composición aproximada: $\text{Ca}_3\text{Fe}_4^{+++}[(\text{OH})_6 | (\text{PO}_4)_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O} \cdot n \text{ aq.}$
- *MITSCHERLICHITA.— $\text{K}_2[\text{CuCl}_4(\text{H}_2\text{O})_2]$.
- **MIXITA.— $\text{BiCu}_{12}[(\text{OH})_6 | (\text{AsO}_4)_6] \cdot 9\text{H}_2\text{O}$.
- *MIZZONITA.—Cristal de mezcla del sistema *marialita* (Ma) *mejonita* (Me), siendo su composición $\text{Ma}_5\text{Me}_5 \rightarrow \text{Ma}_2\text{Me}_8$.
- *MODDERITA.—Sin.: *arsenocobalto*.—CoAs.
- *MODUMITA.—N. e. d.—Cf.: *eskutterudita*.
- *MOFFRASITA.—N. e. d.—Cf.: *bindheimita*.
- *MOHAVITA.—Sin.: *tinkalkonita*, *tincalconita*. — $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.
- *MOHAWKITA.—N. e. d.—Mezcla de *domeykita*, *niquelina* y *breithauptita*.
- *MOHAWKWHITNEYITA.—N. e. d.—Mezcla probable de *algodonita* y *whitneyita*.
- MOHELNITA.—Cf.: *clorita* (parecida a *clinoclora* o a *moravita*).
- *MOHSINA.—N. e. d.—Cf.: *loeilngita*
- *MOHSITA.—N. e. d.—Cf.: *ilmenita*.
- *MOISSANITA.—Se encuentra en los meteoritos y corresponde al carborundo II: SiC.
- *MOLDAVITA.—Se aplicó a *vidrio cósmico* (?) y a *ozoquerita negra*.
- *MOLIBDENITA.— MoS_2 .
- *MOLIBDENO (1).—Elemento químico núm. 42 de orden de la tabla periódica de elementos.—*Mo*.
- MOLIBDENO (2).—*Mo*.—Cristaliza en el sistema cúbico.
- *MOLIBDITA.—Sin.: *ocre de molibdeno*.— MoO_3 .
- *MOLIBDOFILITA.— $\text{Pb}_2\text{Mg}_2[(\text{OH})_2 | \text{Si}_2\text{O}_7]$.
- *MOLIBDOMENITA.—Probablemente es un seleniuro de Pb, rómbico.
- *MOLIBDOSCHEELITA.—Sin.: *seyrigita*.—Cristal de mezcla del sistema (*powellita-scheelita*).
- *MOLIBDOSODALITA (?).—Cf.: *sodalita* (contiene MoO_3) (Vesubio).

- *MOLISITA.—Sin.: *molysita*.— FeCl_3 .
- MOLURANITA.—No se conoce bien aún este mineral. — $\text{H}_2[(\text{UO}_2)_3 | (\text{MoO}_4)_5] \cdot 9\text{H}_2\text{O}$.
- MOLYSITA.—Sin.: *molysita*.— FeCl_3 .
- *MOLLITA.—Sin.: *lazulita*.
- *MONACITA.— $\text{Ce}[\text{PO}_4]$ (suele contener ThO_2).
- MONAZITOIDE.—N. e. d.—Cf.: *monacita*.
- MONETITA.— $\text{CaH}[\text{PO}_4]$.
- *MONHEIMITA.—N. e. d.—Cf.: *ferrosmithsonita*.
- **MONIMOLITA.—Sin.: *bindheimita*.
- *MONITA.—N. e. d.—Cf.: *colofana* terrosa.
- *MONOFANA.—N. e. d.—Cf.: *epistilbita*.
- *MONOTERMITA.—Mineral casi idéntico a *caolinita*.
- **MONRADITA.—Pseudomorfosis de *serpentina* según *pyrorena*.
- *MONROLITA.—N. e. d.—Cf.: *silimanita*.
- *MONTANITA.— $[(\text{BiO})_2 | \text{TeO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- MONTESITA.—Cf.: *hornablenda* fibrosa.
- MONTBRAYITA.— Au_2Te_3 .
- **MONTEBRASITA.— $\text{LiAl}[\text{OH} | \text{PO}_4]$.
- MONTEPONITA (?).—CdO.
- MONTESITA.— PbSn_4S_3 .
- *MONTGOMERYITA.— $\text{Ca}_4\text{Al}_5[(\text{OH})_5 | (\text{PO}_4)_6] \cdot 11\text{H}_2\text{O}$.
- *MONTICELLITA.— $\text{CaMg}[\text{SiO}_4]$.
- *MONTMARRITA.—N. e. d.—Cf.: *yeso*.
- **MONTMORILLONITA.—
$$\left\{ \begin{array}{l} (\text{Al}_{1.67}\text{Mg}_{0.33})[(\text{OH})_2 | \text{Si}_4\text{O}_{10}]^{10.33-} \\ \text{Na}_{0.33}(\text{H}_2\text{O})_4 \end{array} \right\}$$
- MONTROSEITA.— $(\text{V}, \text{Fe})\text{OOH}$.
- *MONTROYDITA.—HgO.
- *MOORABOOLITA.—N. e. d.—Cf.: *natrolita*.
- *MOOREITA.— $(\text{Mg}, \text{Zn}, \text{Mn})_8[(\text{OH})_{14} | \text{SO}_{14}] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (?).
- **MOOSACHAT (al.).—Sin.: *ágata musgoso*.—Cf.: *ágata* (con inclusiones parecidas al musgo).
- *MOOSOPAL (al.).—Sin.: *ópalo musgoso*.—Cf.: *ópalo* (con inclusiones similares al musgo).
- MORAESITA.— $\text{Be}_2[\text{OH} | \text{PO}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
- **MORAVITA.—Sustancia mineral que necesita aún un estudio para saber si es o no *clorita*, y de serlo qué especie de *clorita* es.
- **MORDENITA.— $(\text{Ca}, \text{K}_2, \text{Na}_2)[\text{AlSi}_5\text{O}_{12}]_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.
- *MORENCITA.—N. e. d.—Cf.: *nontronita*.

- *MORENOSITA. — Sin.: *vitriolo de níquel, níquel-vitriolo*. — $\text{Ni}[\text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.
- **MORESNETITA. — N. e. d.—Cf.: Mezcla de *sauconita* y de *hemimorfita*.
- *MORFOLITA. — N. e. d.—Cf.: *magnesita*.
- *MORGANITA. — Variedad de *berilo* (su color es rosa-rojo).
- *MORINITA. — Mineral no bien conocido aún. Su composición probable es $\text{Na}_2\text{Ca}_3\text{Al}_3\text{H}[\text{F}_6 | (\text{PO}_4)_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.
- *MORIONA. — Variedad fanerocristalina de *cuarzo* (de color pardo oscuro).
- **MORNITA. — N. e. d.—Cf.: *labradorita*.
- *MOROCCHITA. — N. e. d.—Cf.: *eschapbachita*.
- *MORONITA. — N. e. d. — Mezcla (componente principal CaCO_3).
- *MORONOLITA. — N. e. d.—Cf.: *jarosita*.
- *MOROXITA. — Cf.: *apatita* (verde azulada).
- *MORVENITA. — N. e. d. — Cf.: *harmotoma* (en cristales no mezclados).
- *MOSANDRITA. — $(\text{Ca}, \text{Na}, \text{Y})_{2-3}(\text{Ti}, \text{Zr}, \text{Ce})$
 $[(\text{H}_2\text{O}, \text{F}) | (\text{SiO}_4)_2]$.
- **MOSCHELLANDSBERGITA. — Sin.: *landsbergita*.
- **MOSESITA. — $[\text{Hg}_2\text{N}]\text{Cl} \cdot \text{H}_2\text{O}$.
- *MOSSITA. — $(\text{Fe}, \text{Mn})(\text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_6$.
- *MOSSOTTITA. — Cf.: *aragonita* (estroncífera).
- *MOTH (ing.). — N. e. d.—Cf.: *limonita* (cincífera).
- *MOTTRAMITA. — $\text{Pb}(\text{Cu}, \text{Zn})[\text{OH} | \text{VO}_4]$.
- *MUCKITA. — Cf.: *resina* parecida al ámbar.
- *MUELLERINA. — N. e. d.—Cf.: *krennerita* (o *silvanita*) (?).
- *MUELLERITA. — N. e. d.—Cf.: Se aplicó a *nontronita* (*samboninita*) y a *eschertelita*.
- *MUESENITA. — N. e. d.—Cf.: *linneita*.
- *MULDANA. — N. e. d.—Cf.: *ortoclasa* (de Mulda).
- *MULLANITA. — N. e. d.—Cf.: *boulangierita*.
- *MULLICITA. — N. e. d.—Cf.: *vivianita* (Mullica Hill).
- **MULLITA. — $\text{Al}_4^{[6]} \text{Al}_4^{[4]} [\text{O}_3(\text{O}_{0.5}, \text{OH}, \text{F}) | \text{Si}_3\text{AlO}_{16}]$.
- *MUNKFORSSITA. — Mineral parecido a *esvanbergita* (pero parece monoclinico y libre de OH).
- **MUNKRUDITA. — Tiene cierto parentesco con la *esvanbergita*, pero es un sulfatofosfato de Fe^{++} , Ca y (algo de Al).
- *MUNTENITA. — N. e. d.—Cf.: *ámbar*.
- **MURCHISONITA. — Variedad de *ortoclasa* con determinadas direcciones de exfoliación.

- MURDOCHITA. — PbCu_6O_8 .
- *MURIACITA. — N. e. d.—Cf.: *anhidrita*.
- *MURMANITA. — $\text{NaTi}[\text{OH} | \text{SiO}_4]$ (?).
- *MUROMONTITA. — N. e. d.—Cf.: *ortita*.
- *MURSINSKITA (?). — Se desconoce su composición. Sólo se sabe que es tetragonal.
- MUSCOVITA. — $\text{KAl}_2[(\text{OH}, \text{F})_2 | \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$.
- *MUSCHKETOWITA. — Pseudomorfosis de *magnetita* según *haematites*.
- *MUSITA. — N. e. d.—Cf.: *parisita*.
- *MUSSITA. — N. e. d.—Cf.: *diópsida*.
- MUSSOLINITA. — Variedad de *talco* (Sardinia).
- **MUTHMANNITA. — $(\text{Ag}, \text{Au})\text{Te}$.
- *MYELIN. — N. e. d.—Cf.: *nakrita*.
- *MYRICKITA. — N. e. d.—Cf.: *calcedonia* (con reflejos grises y rojos).
- *MYSORINA. — N. e. d.—Mezcla de *malaquita* (como componente principal), etc.

N

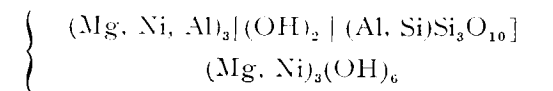
- *NACRITA. — Sin.: *nakrita*.
- **NADORITA. — Modificación polimorfa (rómica). — PbSbO_2Cl
- *NAEGITA. — Cf.: *circón* (con Y , Nb , Ta , Th y U).
- **NAESUMITA (?). — Silicato de Ca , Al hidratado.
- *NAFTA. — *Petróleo* crudo.
- *NAFTADIL. — N. e. d.—Cf.: *ozoquerita*.
- NAFTINA. — Cf.: bien *hatchettina* o bien *ozoquerita*.
- **NAFTOLITA. — Mezcla de *hidrocarburos*.
- **NAGATELITA. — $(\text{Ca}, \text{Ce})_2(\text{Al}, \text{Fe}^{+++}, \text{Fe}^{++})_3$
 $[\text{O} | \text{OH} | \text{SiO}_4 | (\text{Si}, \text{P})_2\text{O}_7]$.
- NAGELSCHMIDTITA (art.). — Sólo aparece en escorias y estructuralmente es parecido a *larmita*. Es cristal de mezcla.
- *NAGYAGITA. — $\text{AuTe}_2 \cdot 6\text{Pb}(\text{S}, \text{Te})$ (?).
- *NAHCOLITA. — NaHCO_3 .
- NA-HETEROSITA. — N. e. d. — Mezcla de *alluaudita* con *purpurita*.
- NAKRITA (NACRITA). — $\text{Al}[(\text{OH})_k | \text{Si}_4\text{O}_{10}]$.
- *NAMAQUALITA. — Parece tener composición parecida a *piroaurita* (pero en lugar de Mg tiene Cu).
- *NANTOKITA. — CuCl .

- **NAPALITA.—Mezcla de hidrocarburos.
- **NAPOLEONITA.—N. e. d.—Se aplicó a *ortoclasa* y a *amfibol*.
- NA-PURPURITA.—N. e. d.—Mezcla de *alluandita* y *purpurita*.
- *NARSASUKITA.— $\text{Na}_2(\text{Ti, Fe})[(\text{O, OH, F} \mid \text{Si}_3\text{O}_{10})]$.
- *NASONITA.— $\text{Pb}_6\text{Ca}_4[\text{Cl}_2 \mid (\text{Si}_2\text{O}_7)_3]$.
- *NASTURANA.—N. e. d.—Cf.: *uranpfecherz* (al.).
- NATRAMBLYGONITA (NATRONAMBLIGONITA).—N. e. d.—Cf.: *fremontita*.
- *NATRIKALITA.—N. e. d.—Parece ser *halita potásica*.
- NATRIOAUTUNITA.— $\text{Na}_2[\text{UO}_2 \mid \text{AsO}_4]_2\text{.aq}$.
- NATRIOGLAUCONITA.—Cf.: *glauconita* (con cerca del 3 % de Na_2O).
- NATRIOHEWTITA.—Su composición probable es: $(\text{Na, K})_2\text{H}_2$
 $[\text{V}_6\text{O}_{17}]_1\text{.8H}_2\text{O}$.
- *NATRITA.—Sin.: *Soda* (al.), *Natron* (al.).— $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{.10H}_2\text{O}$
- *NATROALUNITA.— $\text{NaAl}_3[(\text{OH})_6 \mid (\text{SO}_4)_2]$.
- *NATROBOROCALCITA.—N. e. d.—Cf.: *ulexita*.
- *NATROCALCITA (1).—N. e. d.—Se aplicó a *gaylussita* y a *datolita*.
- NATROCALCITA (2).— $\text{NaCu}_2[\text{OH} \mid (\text{SO}_4)_2]\text{.H}_2\text{O}$.
- NATROCHABASITA.—N. e. d.—Cf.: *gmelinita*.
- *NATROFLAITA.— $\text{Na}(\text{Mn}^{++}, \text{Fe}^{++})[\text{PO}_4]$.
- *NATROJAROSITA.— $\text{NaFe}_3^{+++}[(\text{OH})_6 \mid (\text{SO}_4)_2]$.
- NATROAITA.— $\text{Na}_2[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}]\text{.2H}_2\text{O}$.
- NATROMESOMICROCLINA.—Sin.: *natronortoclasa*.—Paso de *albita* a *mesomicroclina*.
- NATROMONTEBRASITA.—Sin.: *fremontita*.—(Na, Li)
 $[(\text{OH, F}) \mid \text{PO}_4]$.
- NATRÓN.—Sin.: *natrita*, *soda*.— $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{.10H}_2\text{O}$.
- **NATRONALAUM (al.).—Sin.: *alumbre sódico*.
 $\text{NaAl}[\text{SO}_4]_2\text{.12H}_2\text{O}$.
- *NATRONBERZELIITA.—Cf.: *berzeliita* sódica.
- *NATRONFLOGOPITA.—Variedad de *flogopita*.
- *NATRONITRITA.—N. e. d.—Cf.: *Natronsalpeter* (al.).
- *NATRONMESOTIPO.—N. e. d.—Cf.: *natrolita*.
- NATRON-MICROCLINA.—Sin.: *anortoclasa*.—Paso de *albita* a *microclina*.
- **NATRONORTOCLASA.—Sin.: *natronmesomicroclina*.—Paso de *albita* a *mesomicroclina*.
- NATRONTREMOLITA.—Sustancia mineral intermedia entre *tremolita* y *glaucofana*.
- *NATRONSALPETER (al.).—Sin.: *nitronatrita*, *sodaniter*.
 NaNO_3

- *NATROSIDERITA.—N. e. d.—Cf.: *acmita*.
- NATROTRONSANIDINA.—Variedad sódica de *sanidina*.
- **NATROXONOTLITA.—N. e. d.—Cf.: *miserita*.
- **NAUJAKASITA.— $\text{Na}_4\text{Fe}^{++}\text{Al}_4\text{H}_4\text{Si}_8\text{O}_{27}$.
- NAUMANNITA (1).—Modificación polimorfa (rómbrica)
 $[\alpha\text{-Ag}_2\text{Se}]$.
- **NAUMANNITA (2).—Modificación polimorfa (cúbica)
 $[\beta\text{-Ag}_2\text{Se}]$.
- *NAURODITA.—Cf.: *hornablenda* (azul).
- *NAURUITA.—Variedad de *colofana*.
- NAVAJOITA.— $\text{VO}(\text{OH})_3$.
- *NECRONITA.—N. e. d.—Cf.: *ortoclasa*.
- **NEFEDIEVITA (?).—Probablemente es un mineral idéntico a *montmorillonita*.
- **NEFELINA.— $\text{KNa}_3[\text{AlSiO}_4]_4$.
- *NEFRITA.—Cf.: bien *actinolita* o bien *antofilita* (compactas).
- *NEFRITOIDE.—N. e. d.—Cf.: *nefrita* de fibras paralelas.
- *NEFTGIL.—N. e. d.—Cf.: *ozoquerita*.
- NEKOITA.— $\text{CaH}_2[\text{SiO}_2\text{O}_6]\text{.H}_2\text{O}$.
- NEMALITA.—Cf.: *brucita* fibrosa.
- *NEMAFILITA.—Variedad de *antigorita*.
- NEMECITA.—Probablemente es *hisingerita* o bien *canbyita*.
- NENADKEVITA.—La composición probable es
 $(\text{Mg, Th, Ca, Pb})_3[\text{UO}_2 \mid \text{SiO}_4]_2\text{.(n + 4)H}_2\text{O}$ y es probable su parentesco con *pilbarita*.
- NENADKEWITSCHITA.—(Na, K, Ca)(Nb, Ti)[Si_2O_7]. $2\text{H}_2\text{O}$.
- **NEOCIANITA.—Sin.: *litidionita*.—(Na, K) $[\text{Si}_3\text{O}_7]$ (?).
- *NEOCOLEMANITA.—N. e. d.—Cf.: *colemanita*.
- *NEOCRISOLITA.—N. e. d.—Cf.: *fayalita*.
- NEODIGENITA.— Cu_9S_9 .
- NEOGASTUNITA.—Cf.: *eschroekingerita*.
- NEOGLAUCONITA.—Variedad de *glauconita*.
- *NEOLITA.—N. e. d.—Cf.: *serpentina* (impura).
- NEOMESSELITA.—Sin.: *messelita*.
- **NEOPURPURITA.—Debido a falsa determinación se impuso este nombre a una *heterosita*.
- **NEOTANTALITA.—N. e. d.—Cf.: *microclita*.
- **NEOTESITA.—N. e. d.—Se aplicó a *epigenita* y a un producto de descomposición de *tefroita*.
- *NEOTIPO.—N. e. d.—Cf.: *bariocalcita*.
- *NEOTOKITA (?).—Producto de meteorización de *rodonita* (al parecer, coloidal).

- **NEPOUITA.—Variedad de *antigorita*.
 *NEPTUNITA.— $\text{Na}_2\text{FeTi}[\text{Si}_4\text{O}_{12}]$.
 **NERTSCHINSKITA.—Variedad de *halloysita*.
 **NESLITA.—N. e. d.—Cf.: *ópalo*.
 *NESQUEHONITA.— $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.
 *NEUDORFITA.—Resina parecida al ámbar.
 **NEUKIRCHITA.—N. e. d.—Mezcla principalmente de *psilomelana* y *polianita*.
 NEUQUENITA.—Sin.: *asfalto*.
 **NEUROLITA.—Probablemente es variedad de *agalmatolita*.
 *NEWBERYITA.— $\text{MgH}[\text{PO}_4] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.
 **NEWBOLDITA.—Sin.: *marmatita*.—Cf.: *blenda* ferrífera.
 NEWJANSKITA.—Sin.: *osmiridio*.
 *NEWPORTITA.—N. e. d.—Cf.: *ottrelita*.
 **NEWTONITA.—N. e. d.—Cf.: *alunita*.
 *N'HANGELLITA.—Variedad de *betún* (similar a *coorongita*).
 *NICCOCROMITA (?).—Cf.: *cromato* (niquelífero, dudoso).
 *NICCOLITA.—Sin.: *niquelina*.
 NICOLAYITA.—N. e. d.—Cf.: *torogummita*.
 *NICOMELANA (?).—Es óxido de Ni (dudoso).
 *NICOPIRITA.—N. e. d.—Cf.: *pentlandita*.
 *NICHOLSONITA (NICOLSONITA).—Sin.: *aragonita cincífera* (contiene quizá hasta el 10 % de Zn).
 NIFESITA.—Es agregado de grano fino de *bravoita* y *pentlandita*.
 *NIFOLITA.—N. e. d.—Cf.: *chiolita* (impura).
 NIGERITA.— $(\text{Al}, \text{Fe})_2(\text{Sn}, \text{Zn}, \text{Mg}, \text{Fe})_3\text{H}_2\text{O}_{24}$.
 NIGGLIITA (1).—Probablemente *PtSn*.
 **NIGGLIITA (2).—N. e. d.— PtTe_3 .
 *NIGRESCITA.—Variedad, verde a negro, de *serpentina*.
 *NIGRINA (1).—Cf.: *rutila ferrífera*.
 **NIGRINA (2).—Cf.: *ilménita* (con pseudomorfosis orientada parcialmente de *rutila*, debido a eliminación de Fe).
 *NIGRITA (?).—Parece ser uno de los llamados minerales de *asfalto*.
 NIOCALITA.—Es parecida a *woehlerita*.—La composición probable es: $\text{Ca}_1\text{Nb}[(\text{O}, \text{F})_3 | (\text{SiO}_4)_2]$.
 *NÍQUEL (1).—Se trata del elemento químico número 28 de orden de la tabla periódica de los elementos.—Ni.
 **NÍQUEL (2).—Ni es polimorfo. El [β -Ni] cristaliza en el sistema cúbico.
 NÍQUELANTIGORITA.—Sin.: *antigorita niquelífera*.—Variedad de *antigorita*.

- NÍQUELASBOLANA.—Sin.: *asbolana niquelífera*.—Variedad *niquelífera* de *asbolana* (con cerca de 3,6 % de Ni).
 NÍQUELCABRERITA.—Sin.: *cabrerita niquelífera*.—Cf.: *annabergita magnesífera* (hasta un 9,3 % de MgO).
 NÍQUELCRISOTILA.—Sin.: *crisotila niquelífera*, *garnierita*.—Variedad de *crisotila*.



- NÍQUELCLORITA (?).—Sin.: *clorita niquelífera*.
 NÍQUELEPSOMITA.—Sin.: *epsomita niquelífera*.—Variedad de *epsomita* (se conocen epsomitas con un 12 % de NiO y un 10 % de MgO).
 NÍQUELESMERALDA.—Sin.: *esmeralda niquelífera*.—N. e. d.—Cf.: *zaratita*.
 NÍQUELFERRÍFERO.—Sin.: *niquel hierro*, *awaruita*.—(Ni, Fe) con Ni:Fe = 2:1 aproximadamente.
 NÍQUELGYMNITA.—Sin.: *gymnita niquelífera*.—Mineral quizá idéntico a *antigorita niquelífera*.
 NÍQUELHIERRO.—Sin.: *niquel ferrífero*, *awaruita*.—(Ni, Fe) con Ni:Fe = 2:1 aproximadamente.
 *NÍQUELINA.—Sin.: *niccolita*.—NiAs.
 *NÍQUELLINNEITA.—Sin.: *linncita niquelífera*.—Cf.: *polydimita*.
 NÍQUELMAGNETITA.—Sin.: *magnetita niquelífera*.—Probablemente es cristal de mezcla del sistema (*magnetita-trevoirita*).
 NÍQUELPIRITA.—Sin.: *bravoita*, *pirita niquelífera*.
 (Ni, Fe, Co) S_2 .
 NÍQUELPIRROTINA.—Mezcla de *pentlandita* con *pirrotina*.
 NÍQUELSAPONITA.—Sin.: *saponita niquelífera*, *pinelita*.—Cf.: *saponita niquelífera*.
 **NÍQUELSKUTTERUDITA.—Sin.: *eskutterudita niquelífera*, *cloantita*.—Cf.: *eskutterudita niquelífera*.
 NÍQUELVERMICULITA.—Sin.: *vermiculita niquelífera*.—Variedad de *vermiculita*.
 NÍQUELVITRIOLO.—Sin.: *morenosita*, *vitriolo de niquel*.— $\text{Ni}[\text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.
 NITER (al.).—Sin.: *nitrokalita*.— KNO_3 .
 **NITRAMMITA.—Sin.: *Ammonsalpeter* (al.).—Modificación polimorfa (rómbrica).—[Pmmn]- NH_4NO_3 .
 **NITRATITA.—N. e. d.—Cf.: *nitronatrita*.
 **NITRO.—Se trata del radical [NO_3] $^-$.

- **NITROBARITA.—Ba[NO₃]₂.
- **NITROCALCITA.—Su composición probable es Ca[NO₃]₂ · 4H₂O.
- **NITROGLAUBERITA.—N. e. d.—Mezcla de *nitronatrita* y *darapskita*.
- *NITROKALITA (NITROCALCITA).—Sin.: *Niter* (al.) *salitre*, *nitro*. KNO₃.
- *NITROMAGNESITA.—Probablemente es Mg[NO₃]₂ · 2H₂O.
- *NITRONATRITA.—Sin.: *Sodaniter* (al.).—NaNO₃.
- *NIVENITA.—Cf.: *uraninita* (con sustituciones diadójicas) (contiene tierras de Ce y de Y).
- *NOBILITA (?).—Se asemeja a *nagyagita*.
- **NOCERINA.—Mg₃[F₃ | BO₃].
- NOGIZAWALITA.—Mineral casi idéntico a *oyamalita*.
- *NOHLITA.—N. e. d.—Cf.: *samaraskita* (descompuesta).
- NOLANITA.—Fe₃⁺⁺⁺V₆O₁₈.
- *NOLASCITA.—N. e. d.—Cf.: *galenita* (arsenical).
- **NONTRONITA.—
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Fe}_2^{+++}[(\text{OH})_2 | \text{Al}_{0,33}\text{Si}_{3,67}\text{O}_{10}]^{0,33} - \\ \text{Na}_{0,33}(\text{H}_2\text{O})_4. \end{array} \right\}$$
- *NORALITA.—N. e. d.—Cf.: *barkevikita* (casi libre de Mg).
- *NORBEGITA.—Mg₃[(OH, F)₂ | SiO₄].
- *NORDENSKIOELDINA.—CaSn[BO₃]₂.
- *NORDENSKIOELDITA.—N. e. d.—Cf.: *grammatita*.
- NORDITA.—La composición parece ser: Na₄(Ce, La⁺⁺)_{1,5} (Sr, Mn, Ca, Mg)₃Si₈O₂₃.
- *NORDMARKITA (1).—N. e. d.—Cf.: *estaurolita*.
- NORDMARKITA (2).—Nombre de roca.
- NORILSKITA (art.).—Es aleación de *Pt*, *Fe*, *Ni*, *Cu*.
- NORMALINA.—N. e. d.—Cf.: *filipsita*.
- NORMANNITA.—Mineral parecido a *bismutita*.
- *NORTHUPITA.—Na₃Mg[Cl | (CO₃)₂].
- **NOSEANA.—Na₈[SO₄ | (AlSiO₄)₆].
- *NOSELITA.—N. e. d.—Cf.: *noseana*.
- **NOUMEAITA.—N. e. d.—Cf.: *garnierita*.
- NOVACEKITA.—Mg[UO₂ | AsO₄]₂ · 10H₂O (?).
- NOVOELPIDITA.—No se ha dado aún una descripción de este mineral.
- NUEVITA.—N. e. d.—Cf.: *samaraskita*.
- **NUOLAITA.—Es concrecimiento íntimo de dos minerales de *Nb*, *Ta* y *Ti*.
- *NUSSIERITA.—Cf.: *piromórfica arsenical*.
- **NUTTALITA.—N. e. d.—Cf.: *mejonita*.

O

- OAKITA.—N. e. d.—Cf.: *litioforita*.
- OBORITA (?).—No se tiene descripción detallada aún. Quizá contenga tierras raras.
- OBRUICHEVITA.—(Y, U, Na₂)Ta₂O₆(OH, F).
- *OCRE.—Nombre genérico.—Designa sustancias pulverulentas de colores (±) fuertes.
- *OCRE AMARILLO.—Cf.: *limonita*.
- OCRE DE ANTIMONIO.—Sin.: *romeíta*.—(Ca, NaH)Sb₂O₆ (O, OH, F).
- **OCRE DE BISMUTO.—Producto de transformación de *bismuto metálico* (quizá *bismita* y *bismutita*).
- **OCRE DE COBALTO.—N. e. d.—Cf.: *asbolana*.
- **OCRE MANGANISÍFERO.—Sin.: *Manganocker* (al.).
- OCRE DE MOLIBDENO.—Sin.: *molibdita*.
- **OCRE DE NÍQUEL.—N. e. d.—Cf.: *flores de níquel*.
- **OCRE ROJO.—Sin.: *roetel* (al.), *almagre*, *hematites roja terrosa*.
- OCRE DE TÁNTALO.—Quizá: Ta₂O₇.
- OCRE DE TELURO.—Cf.: *telurita*.
- OCRE DE VANADIO.—V₂O₅.
- *OCRE DE WOLFRAMIO.—Sin.: *tungstita* WO₂(OH)₂.
- **OCRE DE URANIO.—Sin.: *uranopilita*
- $$\left\{ \begin{array}{l} 6[\text{UO}_2 : 5(\text{OH})_2 : 1\text{SO}_4] \cdot 12\text{H}_2\text{O} \\ 1\text{H}_2\text{O} \end{array} \right\}$$
- *OCROITA.—Sin.: *cerita*.
- *OCROLITA.—N. e. d.—Cf. *nadorita*.
- **OCTAEDRITA.—N. e. d.—Se aplicó a *anatasa* y a sustancias *meteóricas* (meteoritos).
- OCTOBOLITA (basáltica).—Sin.: *augita*.
- OCTOFILITAS.—Nombre genérico de micas que responden al tipo de fórmula de *biotita*, *flogopita*, *zinnwaldita*, etc.—Cf.: *eptafiletas*.
- **OCHRANA.—Cf.: *bol* (amarillo).
- ODENITA (ODITA, ODINITA).—N. e. d.—Cf.: *biotita* (de Finbo).
- *ODONTOLITA.—Variedad de *colofana* (debe su origen en primer lugar a dientes de animales fósiles).
- OEHRNITA.—N. e. d.—Cf.: *piroxeno* (alterado).
- *OELLACHERITA.—Sin.: *bariomuscovita*.—(K, Ba) (Al, Mg)₂ [(OH, F)₂ | AlSi₃O₁₀] con BaO hasta 10 %.

- *OERSTEDITA.—N. e. d.—Cf.: *circon* (transformado radio-activamente).
 OFITA (1).—Sin.: *serpentina*.
 OFITA (2).—ROCA.
 **OFFRETITA.—Sin.: *filipsita*.
 *OGKOITA (OGKONKOITA).—Cf.: *proclorita ferrifera*.
 **OISANITA.—N. e. d.—Se aplicó a *epidota* y a *anatasa*.
 **OJO DE GATO.—Reflejos irisados originados por *cuarzo* con inclusiones de asbesto.
 OJO DE HALCÓN.—Sin.: *Falkenauge* (al.): subvariedad de *cuarzo* fanerocristalino, con inclusiones de *crocidolita*.
 **OJO DE TIGRE.—Subvariedad fanerocristalina de *cuarzo* con inclusiones de *crocidolita*.
 **OKENITA.— $\text{CaH}_2[\text{Si}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$.
 **OLAFITA.—N. e. d.—Cf.: *albita*.
 *OLDHAMITA.— CaS .
 *OLIGISTO.—Sin.: *Eisenglanz* (al.).—Cf.: *hematites roja* (macro cristalizada).
 **OLIGOCLASA.—Mineral de la serie isomorfa de *plagioclasas* [*anortita* (An), *albita* (Ab)]. Su composición responde: $\text{Ab}_6\text{An}_1 \rightarrow \text{Ab}_2\text{An}_1$.
 *OLIGONITA.—Sin.: *oligosiderita*.—N. e. d.—Cf.: *mangano-siderita*.
 OLIGOSIDERITA.—Sin.: *oligonita*.—N. e. d.—Cf.: *mangano-siderita*.
 **OLIVEIRAITA.—Quizá es producto secundario de alteración de *curenita*. La composición probable es: $3\text{ZrO}_2 \cdot 2\text{TiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
 *OLIVENITA.— $\text{Cu}_2[\text{OH} | \text{AsO}_4]$.
 *OLIVINA.— $(\text{Mg}, \text{Fe})_2[\text{SiO}_4]$.
 *OLLITA.—Sin.: *pedra de ollerros*.—Mezcla de *talco* y *clorita*.
 OLYNTOLITA.—N. e. d.—Cf.: *grossularia*.
 *OMFACITA.—Semejante a *fassaíta*, se presenta siempre granuda (forma con *granate* la roca *eclogita*).
 ONDREJITA.—Sin.: *taumasita*.
 ONEGITA.—N. e. d.—Cf.: *goetita* (en el *cuarzo* del lago Onega).
 ONICE.—Subvariedad de *calcedonia* (de color negro).
 ONKOITA (OGKOITA).—N. e. d.—Cf.: *proclorita ferrifera*.
 *ONKOFILITA.—N. e. d.—Cf.: *muscovita* (escamosa, procedente de un feldespato).
 **ONKOSINA.—N. e. d.—Cf.: *paragonita*.

- *ONOFRITA (1).—Cristales de mezcla de la serie de la blenda $\text{Hg}(\text{S}, \text{Se})$.
 ONOFRITA (2).—N. e. d.—Cf.: *koehlerita*.
 *ONTARIOLITA.—Probablemente es variedad de *dipiro*.
 OGUANOLITA.—Variedad de *taylorita*.
 *OOLITA.—Concreciones concéntricas de minerales en agregados. El tamaño es variable, pero por término medio de 1 mm.
 *OOSITA.—Mezcla (predomina *muscovita*) pseudomorfa según *cordierita*.
 *OPALALOFANA.—N. e. d.—Cf.: *eschrosterita*.
 **OPALO.— SiO_2 + aq. (amorfo). (A veces algo uranífero).
 OPALOÁGATA.—Cf.: *ópalo fajeado*.
 OPALO (esponjoso).—Sin.: *Schwimmkiesel* (al.). (Su origen es organógeno).
 *OPALO DE FUEGO.—Sin.: *Feueropal* (al.).—Variedad del ópalo (trasparente y de color amarillo a rojo ladrillo).
 OPALOJASPE.—N. e. d.—Cf.: *jaspe ópalo*.
 OPALO LECHOSO.—*Opalo* que debido a pérdida de agua tiene el aspecto lechoso turbio.
 OPALO MUSGOSO.—Sin.: *Moosopal* (al.).—Cf.: *ópalo* (con inclusiones similar al musgo).
 *OPALO NOBLE.—Variedad del *ópalo* (con magnífico juego de luces).
 OPALO VIDRIOSO.—Sin.: *Glasopal* (al.).—N. e. d.—Cf.: *hiálita*.
 **ORANGITA.—Variedad del *circón*. (Color naranja y transparente \rightarrow traslúcido).
 *ORANITA.—N. e. d.—Concrescimiento *peritico* de *ortoclasa* y *anortita*, así como de otros feldespatos.
 *ORAVICZITA.—N. e. d.—Cf.: *arcilla cincífera*.
 ORDOÑEZITA.— ZnSb_2O_6 .
 ORICALCITA.—N. e. d.—Cf.: *auricalcita*.
 ORICITA.—N. e. d.—*heulandita acicular*.
 **ORIENTITA.— $\text{Ca}_1\text{Mn}_1^{+++}[\text{SiO}_4]_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.
 ORILEYITA.—N. e. d.—Cf.: *domeykita* (impura).
 ORLITA.—Probablemente tiene parentesco con *kasolita*.— $\text{Pb}_3[(\text{UO}_2)_3 | (\text{OH})_8 | (\text{SiO}_4)_4]$.
 **ORNITITA.—N. e. d.—Pseudomorfosis orientadas de *carbonato hidroxilapatita* según *brushita*.
 *ORO (1).—Elemento químico número 79 de orden en la tabla periódica de los elementos *Au*.
 *ORO (2).—*Au*.—Cristaliza en el sistema cúbico (tipo *Cu*).

- *ORO (3).—Au nativo.
- *ORO DE GATO.—Sin.: *ammocrisa*.
- ORO DE PLACERES.—Generalmente es más puro que el oro filoniano.
- *OROPIÓN.—N. e. d.—Cf.: *bol* blando y negro pardo.
- *OROPIMENTA.—Sin.: *auripigmenta*.— As_2S_3 .
- *OROSEITA.—N. e. d.—Cf.: *iddingsita*.
- ORTITA.—Sin.: *allanita* (Ca, Ce, La, Th, Na)₂
(Al, Fe, Be, Mg, Mn)₃[O | OH | SiO₄ | Si₂O₇].
- ORTOANFIBOLES.—Nombre genérico que agrupa los anfiboles rómbicos. Se *contrapone* a los clinofanfiboles. En *sentido estricto* sólo agrupa a la serie de *antofilita*.
- ORTOANTIGORITA.—Modificación exagonal de *antigorita*.
- *ORTOBROMITA.—N. e. d.—Cf.: *embolita*.
- ORTO-CLORITAS.—N. e. d.—Nombre genérico que comprendía a todas las *cloritas* que resistían más el ataque de ácidos (cf. *leptocloritas*).
- ORTO-RIEBECKITA.—Cf.: *riebeckita* (casi negra).
- ORTO-TAENITA.—Constituyente interno de *taenita*, composición (Fe₂Ni) en contraposición con la *meta-taenita* (Fe₆Ni).
- ORTOSA GERMANÍFERA (art.).—Sin.: *germanio-ortosa*.
- **ORUETITA.—Se trata: a) de una mezcla de *gruenlingita* y *bismuto nativo* (dudoso); b) de un mineral idéntico a *joscita*.
- *ORVILLITA.—N. e. d.—Cf.: *circón* (descompuesto).
- *OSANNITA.— $Na_4(K, Ca)_{0.1}Fe_6^{++}Fe_4^{+++}$
[(OH)₄ | (Al, Fe⁺⁺⁺)_{0.1}Si₁₅₋₁₆O₄₄].
- *OSBORNITA.—Se conoció en meteoritos.—TiN.
- *OSERSKITA.—N. e. d.—Cf.: *aragonita* (columnar).
- *OSMELITA.—N. e. d.—Cf.: *pectolita*.
- *OSMIO (1).—Elemento químico número 76 de orden de la tabla periódica de elementos.—Os.
- OSMIO (2).—Os.—Cristaliza en el sistema exagonal.
- *OSMIRIDIO.—(Ir, Os...).
- *OSMITA.—(Os, Ir...).
- **OSTEOKOLLA.—N. e. d.—Cf.: *toba* (calcárea, de trama celular) (ROCA).
- **OSTEOLITA.—Cf.: *fosforita* (producto de huesos) (ROCA).
- *OSTRANITA.—N. e. d.—Cf.: *circón* (alterado).
- *OSTWALDITA.—Cf.: *clorargirita* (criptocristalina).
- OSUMILITA.—(K, Na, Ca)(Mg, Fe⁺⁺_{1/2}(Al, Fe⁺⁺, Fe⁺⁺⁺)₃ [(Si, Al)₁₂O₃₀].H₂O.

- *OTAVITA.—CdCO₃.
- **OTAYLITA (?).—Parece ser sustancia casi idéntica a *ben-tonita*.
- *OTTRELITA (1).—Variedad de *cloritoide* (contiene bastante Fe⁺⁺ y Mn).
- OTTRELITA (2).—N. e. d.—Cf.: *dialaga*.
- *OUATITA.—N. e. d.—Cf.: *wad*.
- *OULOFOLITA.—N. e. d.—Cf.: *yeso* (hojoso).
- *OVERITA.—Ca₃Al₆[(OH)₃ | (PO₄)₄]₂.15H₂O.
- *OWENITA.—N. e. d.—Cf.: *turingita*.
- *OWYHEEITA.—5PbS.Ag₂S.3Sb₂S₃.
- OXACALCITA.—N. e. d.—Cf.: *schewellitita*.
- OXAHVERITA.—N. e. d.—Cf.: *oxhaverita*.
- *OXALITA.—Sin.: *humboldtina*.—Fe[Ce₂O₄].2H₂O.
- **OXAMMITA.—(NH₄)₂[C₂O₄].H₂O.
- *OXHAVERITA.—N. e. d.—Cf.: *apofilita*.
- **OXIAPATITA.—Sin.: *voelektrita*.—Ca₁₀[O | (PO₄)₆].
- OXICHILDRENITA.—Su composición probable es:
(Fe⁺⁺⁺, Mn⁺⁺⁺, Mn⁺⁺)Al[(O, OH)₂ | PO₄].H₂O.
- OXIDO DE CALCIO.—CaO.
- OXIHORNABLENDA.—Se aplica este nombre a *hornablenda* *basáltica* y a *hornablenda* en la que probablemente O sustituye a OH.
- *OXIKERTSCHENITA (?).—Producto de oxidación de *vivianita*.
- *OXIMAGNITA.—N. e. d.—Cf.: *maghaemita*.
- **OYAMALITA.—Cristal de mezcla del sistema *circón-rcnotina* (Y|PO₄) [(Zr...)(Si, P)O₄] (con casi un 18 % de tierras raras).
- **OZARKITA.—N. e. d.—Cf.: *thomsonita*.
- *OZOQUERITA.—Mezcla de *hidrocarburos*.

P

- *PACHNOLITA.—NaCa[AlF₆].H₂O.
- *PAGODITA.—N. e. d.—Cf.: *agalmatolita*.
- **PAIGEITA.—Sin.: *consenita*.—(Fe⁺⁺, Mg)₂Fe⁺⁺[(O₂ | BO₃].
- PAINITA.—5Al₂O₃.Ca₂[(Si, BH)O₄].
- **PAINTERITA.—Cf.: *vermiculita* (verde).
- *PAJSBERGITA.—N. e. d.—Cf.: *rodonita*.
- PALACHEITA.—Sin.: *botryógena*.
- *PALADIO (1).—Elemento químico núm. 46 de orden de la tabla periódica de elementos. Pd.

- *PALADIO (2).—Pd. Es polimorfo. Cristaliza en el sistema cúbico y en el exagonal.
- PALADIO (3).—Pd. nativo.
- PALADIOAMALGAMA.—Sin.: *potarita*.
- **PALADIOORO.—Sin.: *porpecita*.
- PALAEOLEUCITA.—N. e. d.—Es el llamado «mineral primitivo u originario» de *pseudoleucita*.
- *PALAEONATROLITA.—N. e. d.—Es el llamado «mineral primitivo u originario» de *pedra de trama*.
- PALAITA.—N. e. d.—Cf.: *hureaulita*.
- PALERMOITA.—(Li,H,Sr)Al₂[OH | PO₄]₂.
- *PALIGORSKITA.—Sin.: *palygorskita*.
- **PALMERITA.—N. e. d.—Cf.: *taranakita*.
- *PALMIERITA.—PbK₂[SO₄]₂.
- **PALYGORSKITA.—Sin.: *atapulgita*.—
Mg_{2.5}[(H₂O)₂ | OH | Si₄O₁₀].2H₂O.
- PALLADITA.—Cf.: *PdO* (terroso).
- PALLITA.—Ca(Al, Fe⁺⁺⁺)₃[(OH)₃O | (PO₄)₂].2H₂O.
- **PANABASE (fr.).—Sin.: *tetraedrita*.
- *PANDERMITA.—Sin.: *priceita*.
- *PANTELARITA.—N. e. d.—Cf.: *anortoclasa*.
- PANTELERITA.—Se trata de una roca.
- *PAPEL DE CARBÓN.—Cf.: *lignito* (hoja de sedimentación muy delgada).
- *PAPOSITA (?).—N. e. d.—Cf.: *amarantita*.
- PARAACANTITA.—Cf.: *acantita* [*x*-Ag₂S] pseudomorfa según *argentita* [*β*-Ag₂S].
- *PARAALUMINITA.—Probablemente es *felsoebanyita* más hidratada.
- PARAAUTUNITA.—Ca[*UO*₂ | PO₄]₂.
- **PARABAYLDONITA.—Cristal de mezcla del sistema (*duftita-conicalcita*).
- *PARABUTLERITA.—Modificación polimorfa (rómica).—
Fe⁺⁺⁺[OH | SO₄].2H₂O.
- PARACALCOSINA.—Cf.: *x*-Cu₂S (en pseudomorfosis según *neodigenita*).
- PARACAOLINITA.—Término final de uno de los componentes del sistema hipotético (*caolinita-serpentina*).
- PARACANCRINITA (art.).—Cf.: *canerinita* (sin *Ca*).
- **PARACELSIANA.—Ba[Al₂Si₂O₈]. La composición es igual a *celsiana*, pero la disposición estructural es diferente.
- *PARACOLUMBITA.—N. e. d.—Cf.: *ilmenita*.

- *PARACOQUIMBITA (1).—Modificación polimorfa (trigonal).—
Fe₂⁺⁺⁺[SO₄]₃.9H₂O.
- PARACOQUIMBITA (2).—N. e. d.—Cf.: *eslavikita*.
- PARACRISOTILA.—Modificación polimorfa (rómica) de *crisotila*.
- PARADAMINA.—Modificación polimorfa (triclínica).—
Zn₂[OH | AsS₄].
- **PARADOXITA.—Cf.: *feldespato potásico* (forma de *adularia* y de color rojo carne).
- PARAESTILBITA.—N. e. d.—Cf.: *epidesmina*.
- *PARAFINA.—Variedad de *ozoquerita*.
- PARAGEARKSUTITA.—Ca₄Al₄F₈(F, OH)₁₂.3H₂O.
- *PARAGONITA.—NaAl₂[(OH, F)₂ | AlSi₃O₁₀].
- PARAGUANAJUATITA.—Bi₂(Se, S)₃.
- *PARAHILGARDITA.—Modificación polimorfa (triclínica).—
Ca₆[Cl₄ | (B₆O₁₁)₃].4H₂O.
- *PARAHOPEITA.—Modificación polimorfa (triclínica).—
Zn₃[PO₄]₂.4H₂O.
- *PARAILMENITA.—N. e. d.—Cf.: *ilmenita*.
- PARAJAMESONITA.—Modificación polimorfa no bien estudiada aún.—4PbS.FeS.3Sb₂S₃.
- *PARAKOBELITA.—N. e. d.—Cf.: *galenita* impura.
- *PARALAURIONITA.—Modificación polimorfa (monoclínica).—
PbOHCl.
- *PARALOGITA.—N. e. d.—Cf.: *mizzonita*.
- *PARAMELACONITA.—Sin.: *paratenorita*.
- *PARAMONTMORILLONITA (?).—Producto parecido a *corcho de montaña*.
- PARAMONTROSEITA.—VO₂.
- *PARANKERITA.—N. e. d.—Cf.: *anquerita* (con algo más de Mg).
- **PARANTINA.—N. e. d.—Cf.: *mizzonita*.
- PARARAMMELSBURGITA.—Modificación polimorfa (rómica).—
[Pbcm ó Pbc2].—NiAs₂.
- PARASCHIOEPITA.—Sin.: *eschoepita*.
- *PARASEPIOLITA.—N. e. d.—Cf.: *sepiolita*.
- *PARASITA.—N. e. d.—Cf.: *boracita* (turbia).
- PARASYMPLESITA.—Modificación polimorfa (monoclínica).—
Fe₃⁺⁺[ASO₄]₂.8H₂O.
- **PARATACAMITA.—Sin.: *atelita*.—Modificación polimorfa (exagonal).—Cu₂(OH)₃Cl.
- *PARATENORITA.—Sin.: *paramelaconita*.—Modificación polimorfa (tetragonal).—CuO.

- PARATHURINGITA.—Sin.: *paraturingita*.
- *PARATOOITA (?).—Mezcla de *fosfatos* de Al, Fe⁺⁺⁺ con H₂O.
- **PARATORITA.—Mineral idéntico, al parecer, a *torita* (se cree rómbico).
- PARATURINGITA.—Sustancia que requiere aún mucho estudio, primero para ver si es *clorita*, y luego determinar si es una nueva especie.
- PARAURANITA.—Nombre genérico que agrupa los productos artificiales anhidros obtenidos calentando *uranitas* y *metauranitas* a la temperatura de 70-100° C.
- **PARAURICALCITA.—Se aplica este nombre a *hidrocincita*, a *rosasita*, etc.
- **PARAUAUXITA.—Fe⁺⁺Al₂[OH | PO₄]₂.8H₂O.
- *PARAVIVIANITA.—N. e. d.—Cf.: *vivianita* (que contiene Mg, Mn, Ca).
- *PARAWOLLASTONITA.—Modificación polimorfa (monoclínica). [α-CaSiO₃].
- *PAREDrita.—N. e. d.—Cf.: *favas* (negros, de rutilo con ½ % H₂O).
- **PARGASITA.—Mezcla de *edenita* y *hornablenda* corriente.
- PARIANITA.—N. e. d.—Cf.: *asfalto* (Trinidad).
- *PARISITA.—CaCe₂[F₂ | (CO₃)₃].
- **PARKERITA.—Ni₃(Bi, Pb)₂S₂ (rómbico).
- **PAROFITA (?).—Parece ser un mineral casi idéntico a *giesseckita*.
- PARORTOCLASA.—N. e. d.—Cf.: *anortoclasa*.
- **PARSETTENSITA.—
- $$\left\{ \begin{array}{l} (K, H_2O) (Mn, Fe^{+++}, Mg, Al)_{<3} [(OH)_2 | Si_4O_{10}] \\ X_n(H_2O)_2 \end{array} \right\}$$
- **PARSONSITA.—Pb₂[UO₂ | (PO₄)₂].2H₂O.
- PARTRIDGEITA.—Mn₂O₃.
- *PARTSCHINA.—Sin.: *partschinita*.—N. e. d.—Cf.: *espesartina*.
- **PARTZITA.—Cu₁₋₂Sb₂₋₁(O, OH, F)₇.
- PARRYITA (?).—Probablemente es *silicato cálcico hidratado*.
- **PASCOITA.—Ca₃[V₁₀O₂₈].16H₂O.
- *PASSAUNITA.—N. e. d.—*mizzonita* (en parte caolinizada).
- **PASSYITA.—N. e. d.—Cf.: *cuarzo terroso*.
- **PASTREITA.—Cf.: *jarosita* o *natrojarosita*.
- *PATAGOSITA (?).—Cf.: *calcita* (procedente de conchas fósiles).

- *PATERAITA (?).—Cf.: *molibdato de cobalto* (compacto y negro).
- **PATERNOITA.—MgB₂O₄.4H₂O.
- PATIÑOITA.—Parece ser un *fosfato* u *arseniato* amarillo (no hay más datos).
- *PATRINITA.—N. e. d.—Cf.: *aikinita*.
- *PATRONITA.—No está bien estudiado aún. VS₄ (?).
- **PATTERSONITA.—Cf.: *proclorita*.
- *PAULITA.—N. e. d.—Cf.: *hiperstena*.
- PAVONITA.—Ag₂S.3Bi₂S₃.
- *PAZITA.—N. e. d.—Cf.: *loellingita* (con algo de azufre).
- *PEALITA.—N. e. d.—Cf.: *geyserita*.
- *PEARCEITA.—Sin.: *polibasita arsenical*.—8(Ag, Cu)₂S.As₂S₃.
- *PECKHAMITA.—Probablemente es mezcla de *enstatita* y *olivina*.
- *PECTOLITA.—Sin.: *pektolita*.—Ca₂NaH[SiO₃]₃.
- *PECHBLENDITA.—Sin.: *uraninita*, *Uranpecherz* (al.).—(U, Th)O₂.
- PEDERNAL.—Sin.: *Feuerstein* (al.). *Flint* (ing.)—Variedad de *ópalo* que se ha transformado en *calcedonia*.
- *PEGANITA.—N. e. d.—Cf.: *variscita*.
- *PEGMATOLITA.—N. e. d.—Cf.: *ortoclasa*.
- PEKTOLITA.—Sin.: *pektolita*.—Ca₂NaH[SiO₃]₃.
- **PELAGITA.—Concreciones de *óxidos* de manganeso procedentes del fondo del mar.
- *PELAGOSITA.—N. e. d.—Cf.: *aragonita* (impura).
- PELHAMINA.—N. e. d.—Cf.: *serpentina*.
- **PELHAMITA.—Variedad de *jefferisita*.
- PELIGOTITA.—Parece que es idéntica a *johannita*.
- *PELIKANITA.—Parece ser idéntica a *cimolita*.
- *PELINITA (2).—Es *silicato* de Al hidratado (de las arcillas).
- *PELIOMA.—N. e. d.—Cf.: *cordierita*.
- *PELIONITA.—N. e. d.—Es *hulla* compacta y sin brillo de Mt. Pelión.
- *PELOCONITA.—N. e. d.—Cf.: *wad*.
- *PELOSIDERITA.—N. e. d.—Cf.: *siderita* arcillosa.
- *PENCATITA.—Cf.: *mármol* con *brucita*, *hidromagnesita* y *periclasa* (ROCA).
- *PENFIELDITA.—Pb₂O.HCl₃.
- PENNAITA.—Cf.: *silicato* de Na, Ca, Mn, Fe, Zr, Ti. Quizá existe parentesco con *guarinita*.

- PENNANTITA.— $\left\{ \begin{array}{l} (\text{Mn, Al, Fe}^{+++})_3[(\text{OH})_2 | (\text{Al, Si})\text{Si}_3\text{O}_{10}] \\ \text{Mn}_3(\text{OH})_6 \end{array} \right\}$
- **PENNINA.— $\left\{ \begin{array}{l} (\text{Mg, Al})_3[(\text{OH})_2 | \text{Al}_{0.5-0.9}\text{Si}_{3.5-2.1}\text{O}_{10}] \\ \text{Mg}_3(\text{OH})_6 \end{array} \right\}$
- *PENNITA.—N. e. d.—Cf.: *hidrodolomita*.
- **PENROSEITA.—Sin.: *blockita*.—(Ni, Cu, Co)Se₂.
- *PENTACLASITA.—N. e. d.—Cf.: *piroxeno*.
- PENTAHIDRITA.—Mg[SO₄].5H₂O.
- *PENTAHIDROCALCITA (?).—Parece ser CaCO₃.5H₂O.
- *PENTLANDITA.—(Fe, Ni)₃S₈.
- *PENWITHITA.—N. e. d.—Cf.: *rodonita* (meteorizada).
- *PEPLOITA.—Cf.: *cordierita* (descompuesta, parecida a *pinita*).
- PERCIVALITA.—Cf.: *piroxena sodifera* (verde).
- **PERCYLITA.—PbCl₂.Cu(OH)₂.
- PERDELA.—N. e. d.—Cf.: *topacio* (verde amarillento).
- *PERICLASA.—MgO.
- **PERICLINA.—Cf.: *plagioclasas macladas* según [010] y alargadas en dirección de este mismo eje.
- *PERIDOTA (1).—Se suele denominar así a *olivina* litogénica.
- PERIDOTA (2).—Nombre de ROCAS.
- *PERISTERITA.—N. e. d.—Cf.: *albita* (clara).
- *PERLSINTER (al.).—Sin.: *fiorita*.—N. e. d.—Cf.: *geyserita*.
- *PEROWSKITA.—CaTiO₃.
- *PEROWSKYNA.—N. e. d.—Cf.: *trifilina*.
- PERPLEXITA.—Cf.: *ceolita* compacta (aún no definitivamente estudiada).
- FERRIERITA.—Ce₂Ti₂[O₄ | Si₂O₇] (?).
- *PERSBERGIT.—Producto de transformación de *nefelina*, al parecer, similar a *pinita* (?).
- **PERTITA.—Cf.: *ortoclasa* (con inclusiones de *albita*).
- *PERUVITA.—N. e. d.—Cf.: *eschapbachita*.
- *PESILLITA.—N. e. d.—Cf.: *brawnita* (de Pesillo).
- *PETALITA.—Li[AlSi₄O₁₀].
- *PETRÓLEO.—Mezcla de *hidrocarburos* líquidos (ROCA).
- *PETTERDITA.—N. e. d.—Cf.: *mimetesita*.
- PETTKOITA.—N. e. d.—Cf.: *voltaita*.
- *PETZITA.—(Ag, Au)₂Te.
- *PEZ.—Sin.: *asfalto*.
- *PFAFFITA.—Se aplica este nombre a *bindheimita* y a *jamesonita*.

- **PHÄAKTINITA.—Mineral muy parecido a *delessita*.
- **PHAESTINA.—N. e. d.—Cf.: *broncita* (meteorizada, dando lugar a *talco*).
- **PHAKELITA.—Sin.: *fakelita*.—Cf.: *kaliofilita*.
- **PHAKOLITA.—Sin.: *fakolita*.—Variedad de *chabasita*.
- *PHARMAKOCHALCITA.—Sin.: *farmacocalcita*.—N. e. d.—Cf.: *olivenita*.
- **PHARMAKOLITA.—Sin.: *farmacolita*.—CaH[AsO₄].2H₂O.
- *PHARMAKOPIRITA.—Sin.: *farmacopirita*.—N. e. d.—Cf.: *loellingita*.
- **PHARMAKOSIDERITA.—Sin.: *farmacosiderita*.—KFe₄⁺⁺⁺[(OH)₄ | (AsO₄)₃](6-7)H₂O.
- *PHENAKITA.—Sin.: *fenakita*, *fenaquita*.—Be₂[SiO₄].
- **PHENGITA.—Sin.: *fengita*.—K(Fe, Mg)Al[(OH, F)₂ | (Al, Si)Si₃O₁₀].
- **PHILADELPHITA.—Sin.: *filadelfita*.—Producto de descomposición de la *biotita*.
- *PHILIPSTADITA.—Sin.: *filipstadita*.—N. e. d.—Cf.: *hornablanda común*.
- **PHILLIPITA.—Sin.: *filipita*.—Parece ser mezcla de un *ferri-sulfato* y *calcantita*. Su composición probable: CuFe₂⁺⁺⁺[SO₄]₄.12H₂O.
- **PHILLIPSITA.—Sin.: *filipsita*.—KCa[Al₃Si₃O₁₆].6H₂O.
- **PHLOGOPITA.—Sin.: *flogopita*.—KMg₃[(F, OH)₂ | AlSi₃O₁₀].
- *PHOENICITA.—Sin.: *foenicita*.—Cf.: *foenicocroita*.
- *PHOENIKOCHROITA.—Sin.: *foenicocroita*.—Pb₃[O | (CrO₄)₂].
- **PHOLERITA.—Sin.: *pholidita*, *folelita*, *folidita*.—N. e. d.—Cf.: *dickita* (de grano grueso).
- **PHOLIDITA.—Sin.: *pholerita*, *folelita*, *folidita*.—N. e. d.—Cf.: *dickita* (de grano grueso).
- **PHOLIDOLITA (?).—Sin.: *folidolita*.—Probablemente es *flogopita* (libre de F y pobre en alúmina).
- *PHONITA.—Sin.: *fonita*.—N. e. d.—Cf.: *elacolita*.
- **PHOSGENITA.—Sin.: *fosgenita*.—Pb₂[Cl₂ | CO₃].
- PHOSPHATALLOPIANA.—Sin.: *fosfatoalofana*.—Cf.: *alofana* (que contiene fósforo).
- **PHOSPHOCERITA.—N. e. d.—Cf.: *monacita*.
- **PHOSPHOCROMITA.—N. e. d.—Mezcla de *laxmannita* y *piromorfita*.
- **PHOSPHOFERRITA.—Sin.: *fosfoferrita*.—(Fe⁺⁺, Mn)₃[PO₄]₂.3H₂O.

- **PHOSPHOPHYLLITA.—Sin.: *fosfofilita*. $Zn_2Fe[PO_4]_2 \cdot 4H_2O$.
- **PHOSPHORALUNÓGENA.—Sin.: *fosforalunógena*.—Cristal de mezcla. $Al_2[PO_3OH]_2(SO_4)_2 \cdot 18H_2O$.
- **PHOSPHORITA.—Sin.: *fosforita*. Roca cuyo constituyente principal es *colofana*.
- **PHOSPHORMIMETESITA.—Sin.: *kampylita*, *fosforomimetesita*.—Variedad de la *mimetesita*.
- *PHOSPHORROESSLERITA.—Sin.: *fosfororoesslerita*.—
 $MgH[PO_4] \cdot 7H_2O$.
- PHOSPHOSIDERITA.—Sin.: *fosforosiderita*, *clinoestringita*.—
 $Fe^{+++}[PO_4] \cdot 2H_2O$.
- PHOSPHOSKORODITA.—Sin.: *fosfoescorodita*, *fosfoeskorodita*.—Cf.: *escorodita* (con 26,12 % As_2O_5 y 16,03 % P_2O_5).
- **PHOSPHURANYLITA.—Sin.: *fosfuranilita*.—
 $Ca[(UO_2)_4(OH)_4(PO_4)_2] \cdot 8H_2O$.
- **PHOSPHYTRITA.—N. e. d.—Sin.: *fosfitrita*.—Cf.: *xenotima*.
- *PHOTICITA.—N. e. d.—Sin.: *foticita*.—Cf.: *rodonita* (impura).
- *PHOTOLITA.—N. e. d.—Sin.: *fotolita*.—Cf.: *pectolita*.
- *PHTANITA.—Jaspe pizarreño negro.
- *PHYLLITA (1).—N. e. d.—Sin.: *filita* (1).—Cf.: *ottrelita*.
- PHYLLITA (2).—Sin.: *filita* (2).—Nombre de roca.
- **PHYLOCHLORITA.—Sin.: *filoclorita*.—Sustancia que requiere mayor estudio en primer lugar para ver si es en realidad *clorita*.
- *PHYLLORETINA.—Sin.: *filoretina*.—Constituyente de ámbar parecido a *koenlcinita*.
- *PHYSALITA.—Sin.: *fisalita*, *pirofisalita*, *pyrophysalita*.—N. e. d.—Cf.: *topacio* (opaco).
- *PHYTOKOLLITA.—Sin.: *fitocolita*.—Resina fósil, gelatinosa.
- **PIAMONTITA.—Sin.: *piemontita*.
- *PIAUZITA.—Resina que probablemente es parecida al ámbar.
- **PICTA.—Probablemente es mineral idéntico a *delvauxita* y de origen geliforme.
- *PICKERINGITA.— $MgAl_2[SO_4]_4 \cdot 22H_2O$.
- *PICNOCLORITA.—Sin.: *pyknochlorita*.—Variedad ferrífera de *clinoclora*.
- *PICNOFILITA.—N. e. d.—Sin.: *pyknofilita*.—Cf.: *sericita*.
- *PICNOTROPA.—N. e. d.—Sin.: *pyknotropa*.—Cf.: *serpentina* (impura).
- PICOTITA.— $(Fe, Mg)(Al, Cr, Fe)_2O_4$.

- PICROALUNÓGENO.—N. e. d.—Sin.: *pikroalunógeno*.—Cf.: *pickeringita* (impura).
- **PICROAMOSITA.—Sin.: *pikroamosita*.—Cf.: En realidad es *antofilita*.
- PICROCRICHTONITA.—N. e. d.—Sin.: *pikrocrichtonita*.—Cf.: *ilmenita* (magnesífera).
- *PICROCROMITA.—N. e. d.—Sin.: *pikrochromita*.—Cf.: *magnesiocromita*.
- PICROEPIDOTA.—N. e. d.—Sin.: *pikroepidota*.—Cf.: *epidota* equivocadamente designada como magnesífera.
- *PICROFARMACOLITA.—Sin.: *pikropharmakolita*.—Su composición aproximada: $(Ca, Mg)_3[AsO_4]_2 \cdot 6H_2O$.
- PICROFILA.—N. e. d.—Sin.: *pikrophylla*.—Cf. *piroxena* (descompuesta).
- PICROFLUITA.—N. e. d.—Sin.: *pikrofluita*.—Mezcla de *fluorita* y de un silicato de Mg (dudoso).
- *PICROILMENITA.—Sin.: *pikroilmenita*.—Cf.: *ilmenita* (con tiene hasta un 16 por 100 MgO).
- PICROKNEBELITA.—Sin.: *pikroknebelita*.—Variedad de *knebelita* (contiene hasta el 4 por 100 MgO).
- *PICROLITA.—Sin.: *pikrolita*.—N. e. d.—Cf.: *antigorita*.
- *PICROMERITA.—Sin.: *pikromerita*, *eschoenita*.—
 $K_2Mg[SO_4]_2 \cdot 6H_2O$.
- *PICRÓSMINA.—N. e. d.—Sin.: *pikrosmina*.—Cf.: *crisotila*.
- *PICROTÉFROITA.—N. e. d.—Sin.: *pikrotephroita*.—Cf.: *tefroita* (magnesífera).
- *PICROTITANITA.—N. e. d.—Sin.: *pikrotitanita*.—Cf.: *picroilmenita*.
- *PICTITA.—N. e. d.—Cf.: *titanita*.
- **PIDDINGTONITA.—Mezcla de silicatos, en particular, de *hiperstena* procedentes de meteoritos.
- PIEDMONTITA.—Sin.: *piemontita*.
- PIEDRA DE LA MECA.—N. e. d.—Se trata de *calcedonia* azul (Arabia).
- PIEDRA DE MIEL.—Sin.: *melita*.— $Al_2[C_{12}O_{12}] \cdot 18H_2O$.
- **PIEDRA DE MOCA.—Cf.: *calcedonia* (con inclusiones dendríticas).
- **PIEDRA DE OLLEROS.—Sin.: *ollita*.—Se trata de una mezcla de *talco* con *clorita*.
- **PIEDRA DE SANGRE.—Oxido de hierro anhidro y compacto.
- PIEDRA DE SERRA.—N. e. d.—Sin.: *Serrastein* (al.).—Cf.: *calcedonia* (fajeada).

- **PIEDRA DE SOL.—Plagioclasa con inclusiones de escamas de hematitas o de mica.
- PIEDRA DE TRAMA.—Sin.: *Spreustein* (al.).—Cf.: *natrolita* fibrosa, producto de descomposición de *clacolita*, *sodalita*, *cancrinita*.
- **PIEDRA LUNAR.—Cf.: *sanidina* o *plagioclasa* algo enturbadas a causa del desmezcle. El color es algo lechoso.
- PIEDRA RADIAL.—Sin.: *Strahlstein* (al.).—Nombre genérico que comprende: *Strahlstein*, *grammatita* (= *tremolita*), *Strahlstein alcalino* (= *actinolita*), *Strahlstein arcilloso* (= ?) de composición: $\text{NaCa}_3\text{AlMg}_{10}[(\text{OH})_3\text{O} | \text{AlSi}_{13}\text{O}_{44}]$.
- PIEMONTITA.— $\text{Ca}_2(\text{Al, Fe, Mn})_2\text{Al}[\text{O} | \text{OH} | \text{SiO}_4 | \text{Si}_2\text{O}_7]$.
- *PIERREPONTITA (?).—Cf.: *turmalina* (ferrífera).
- *PIETRICKITA.—Mezcla de *hidrocarburos*.
- **PIGEONITA.—Paso a la serie (*diópsida-hedenbergita*) a partir de la serie de *clinoenstatita*.— $[\text{Mg, Fe, Ca}]_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$. La proporción entre (Mg, Fe):Ca es aproximadamente = 7:1.
- PIGEONITAUGITAS.—Son *clinopiroxenas* comprendidas entre *augita* y *pigeonita*.
- *PIGOTITA.—Substancia aún no bien estudiada.— $\text{Al}_4[\text{O}_6 | \text{C}_6\text{H}_5\text{O}_4] \cdot 13,5\text{H}_2\text{O} (?)$.
- *PIHLITA (?).—Substancia cercana a *cimatolita*. Quizá se trate de una mezcla.
- *PIKRANALCIMA.—Cf.: *analcima* (en realidad).
- *PIKROALUNÓGENO.—N. e. d.—Sin.: *picroalunógeno*.—Cf.: *pickeringita* impura.
- PIKROAMOSITA.—N. e. d.—Sin.: *picroamosita*.—Cf.: *antofilita*.
- PIKROCHROMITA.—N. e. d.—Sin.: *picrochromita*.—Cf.: *magnesiocromita*.
- *PIKROCRICHTONITA.—N. e. d.—Sin.: *picrocrichtonita*.—Cf.: *ilmenita* (magnesífera).
- *PIKROEPIDOTA.—N. e. d.—Sin.: *picroepidota*.—Cf.: *epidota* (equivocadamente designada como magnesífera).
- *PIKROFLUITA.—N. e. d.—Sin.: *picrofluita*.—Mezcla de *fluorita* y de un silicato de Mg (dudoso).
- PIKROILMENTA.—Sin.: *picroilmenita*.—Cf.: *ilmenita* (contiene hasta un 16 % MgO).
- PIKROKNEBELITA.—Sin.: *picroknebelita*.—Variedad de *knebelita* (con hasta el 4 % MgO).

- *PIKROLITA.—N. e. d.—Sin.: *picrolita*.—Cf.: *antigorita*.
- PIKROMERITA.—Sin.: *picromerita*, *eschoenita*.— $\text{K}_2\text{Mg}[\text{SO}_4]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
- PIKROPHARMAKOLITA.—Sin.: *picrofarmacolita*.—Su composición aproximada: $(\text{Ca, Mg})_3[\text{AsO}_4]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
- PIKROPHYLLA.—N. e. d.—Sin.: *picrofila*.—Cf.: *piroxena* (descompuesta).
- PIKROSMINA.—N. e. d.—Sin.: *picrosmina*.—Cf.: *crisotila*.
- PIKROTEPHROITA.—N. e. d.—Sin.: *picrotefroita*.—Cf.: *tefroita* (magnesífera).
- *PIKROTHOMSONITA.—Sin.: *picrothomsonita*.—Variedad de *thomsonita*.
- PIKROTITANITA.—N. e. d.—Sin.: *picrotitanita*.—Cf.: *picroilmenita*.
- **PILARITA.—N. e. d.—Mezcla de *crisotila* y *caolinita*.
- **PILBARITA.— $\text{PbTh}[\text{UO}_2 | (\text{SiO}_4)_2] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
- *PILINITA.—N. e. d.—Cf.: *vesuziana* (asbestiforme).
- *PILITA.—N. e. d.—Se aplicaba a: 1) *actinolita* (pseudomorfa según *olivinio*) y 2) *jamesonita*, *estibina*, *plagionita*, etcétera.
- **PILOLITA.—Sin.: *ferripalygorskita*.— $(\text{Mg, Fe}^{+++})_{2,5}[(\text{H}_2\text{O})_2 | \text{OH} | \text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- *PILSENITA.—Cf.: *wehrlita*.— $\text{Bi}_3\text{Te}_2 (?)$.
- **PIMELITA.—Cf.: *saponita* (niquelífera.)
- *PINAQIOLITA.—Sin.: *pinakiolita*.— $(\text{Mg, Mn}^{++})_2 \text{Mn}^{+++}[\text{O}_2 | \text{BO}_3]$.
- PINAQIOTOLITA.—Sin.: *pinakiolita*.— $(\text{Mg, Mn}^{++})_2 \text{Mn}^{+++}[\text{O}_2 | \text{BO}_3]$.
- *PINGUITA.—Variedad de *nontronita*.
- PINITA.—Cf.: *muscovita* (compacta pseudomorfa según *cordierita*).
- *PINITOIDE.—Pseudomorfosis de *pinita* (mezclada con *arcilla*) según una *feldespato*.
- *PINNOITA.— $\text{MgB}_2\text{O}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.
- *PINOLITA.—N. e. d.—Cf.: *magnesita*.
- *PINTADOITA.—Se trata quizá de: $\text{CaH}[\text{VO}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
- *PIOTINA.—N. e. d.—Cf.: *saponita*.
- *PIRAFROLITA.—N. e. d.—Mezcla de *feldespato* y *ópalo*.
- *PIRALOLITA.—Cf.: *talco* (pseudomorfosis según *piroxena*)
- *PIRANTIMONITA.—N. e. d.—Cf.: *kermesita*.
- **PIRARGILITA.—Producto de transformación de *cordierita*. (Es parecido a *pinita*.)

- **PIRARGIRITA.—Sin.: *pyrargyrita*.—Modificación polimorfa (trigonal).— Ag_3SbS_3 .
- *PIRAUXITA.—N. e. d.—Sin.: *pyrauxita*.—Cf.: *pirofilita*.
- **PIRENEITA.—N. e. d.—Sin.: *pyrencia*.—Cf.: *grosularia* (con inclusiones grafiticas).
- **PIRGOMA.—N. e. d.—Sin.: *pyrgom*.—Cf.: *fassaíta*.
- *PIRICROLITA.—N. e. d.—Sin.: *pyrichrolita*.—Cf.: *piroestilpnita*.
- **PIRITA.—Sin.: *pyrita*.—Modificación polimorfa (cúbica).— FeS_2 .
- PIRITA LANCEADA.—Sin.: *Speer kies* (al.).—Variedad de *marcasita*.
- *PIRITA MAGNÉTICA.—Sin.: *pirrotina*, *pyrrhotina*.— FeS .
- *PIRITA NIQUELÍFERA.—Sin.: *bravoíta*.— $(\text{Ni}, \text{Fe}, \text{Co})\text{S}_2$.
- *PIRITOGELITA.—N. e. d.—Sin.: *pyritogelita*.—Cf.: *melnikovitpirita*.
- *PIRITOLAMPRIITA.—N. e. d.—Sin.: *pyritolampriita*.—Probablemente es mezcla de *arsenopirita* y *discrasita*.
- **PIROAURITA.—Sin.: *pyroaurita*.— $\text{Mg}_6\text{Fe}_2[(\text{OH})_{16} | \text{CO}_3] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$.
- *PIROBELONITA.—Sin.: *pyrobelonita*.— $\text{PbMn}[\text{OH} | \text{VO}_4]$.
- *PIROCLASITA.—N. e. d.—Sin.: *pyroklasita*.—Variedad de *fosforita* (mezcla de *colofana* y *monetita*).
- *PIROCLORO (1).—Sin.: *pyrocloro* (1).— $(\text{Na}, \text{Ca})_2(\text{Nb}, \text{Ta}, \text{Ti})_2\text{O}_6(\text{OH}, \text{F}, \text{O})$.
- PIROCLORO (2).—Sin.: *pyrocloro* (2).—N. e. d.—Cf.: *microlita*.
- PIROCLORO-WIIKITA.—Sin.: *pyrocloro-wiikita* (wiikita).—Probablemente es $[\text{Ca}_3\text{UNb}_3\text{O}_{12}\text{OH}]$ de igual estructura que la *betafita*.
- *PIROCONITA.—Sin.: *pyrokonita*.—N. e. d.—Cf.: *pachnolita*.
- *PIROCROITA.—Sin.: *pyrochroita*.— $\text{Mn}(\text{OH})_2$.
- PIROESMERALDA.—Sib. *pyrosmaragd* (al.).—N. e. d.—Es variedad de *fluorita*.
- PIROESTIBITA.—Sin.: *pyrostibita*.—N. e. d.—Cf.: *kermesita*.
- PIROESTILPNITA.—Sin.: *pyrostilpnita*.—Modificación polimorfa (monoclínica).— Ag_3SbS_3 .
- *PIROFANA.—Sin.: *pyrophana*.—N. e. d.—Cf.: *ópalo de fuego*.
- *PIROFANITA.—Sin.: *pyrophanita*.— MnTiO_3 .
- *PIROFILITA.—Sin.: *pyrophyllita*.— $\text{Al}_2[(\text{OH})_2 | \text{Si}_4\text{O}_{10}]$.
- *PIROFISALITA.—Sin.: *pyrophysalita*.—Variedad de *topacio*.

- **PIROFOSFORITA.—Sin.: *pyrophosphorita*.—N. e. d.—Cf.: *whitlockita*.
- *PIROGUANITA.—Sin.: *pyroguanita*, *pyroklasita*.—Variedad de *fosforita*.
- *PIROIDESINA.—N. e. d.—Sin.: *pyroidesina*.—Cf.: *serpentina* (compacta).
- *PIROLUSITA.—Modificación polimorfa (tetragonal) (de origen secundario).—Idéntico a *polianita*.—Generalmente existe pseudomorfosis, según *manganita*, presentando morfología rómbica. [β - MnO].
- *PIROMELANA.—Sin.: *pyromelana*.—Casi idéntico a *titanita*.
- *PIROMELINA.—N. e. d.—Sin.: *pyromelina*.—Cf.: *morenosita* (con algo de *Mg*).
- *PIROMORFITA.—Sin.: *pyromorphita*.— $\text{Pb}_5[\text{Cl} | (\text{PO}_4)_3]$.
- *PIROPA.—Sin.: *pyropa*.— $\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$.
- *PIROPISSITA.—Sin.: *pyropissita* (carbón de cera).—Mezcla de sustancias ceras.
- *PIRORETINA.—Sin.: *pyroretina*.—Resina fósil pardo negruzca.
- *PIRORTITA.—N. e. d.—Sin.: *pyrorthita*.—Cf.: *ortita* (descompuesta).
- **PIROSCLERITA.—Sin.: *pyrosklerita*.—Pseudomorfosis de *pennina* según *piroxena*.
- **PIROSMALITA.—Sin.: *pyrosmalita*.— $(\text{Mn}, \text{Fe})_{14}[(\text{OH}, \text{Cl})_{14} | \text{Si}_{14}\text{O}_{35}]$.
- **PIROSTILPNITA.—Sin.: *pyrostilpnita*.—Modificación polimorfa (monoclínica).— Ag_3SbS_3 .
- *PIROTECNITA.—N. e. d.—Sin.: *pyrotechnita*.—Cf.: *thénardita*.
- **PIROXENAS (familia de).—Sin.: *piroxenas* (familia de).—Nombre genérico que agrupa silicatos de composición ideal: $\text{R}_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$. Cuando *R* representa dos elementos químicos de parecido radio iónico aparente, de tamaño medio, la estructura es rómbica (*ortopiroxenas*), pero si tienen radios de tamaño medio y grande (p. e. *Mg* y *Fe*) la estructura es monoclínica (*clinoaugitas*). Existen pocas excepciones a esta regla.
- PIROXENPERTITA.—Sin.: *pyroxenapertita*.—Piroxenos diversos en concrecimiento lamelar.
- **PIROXMANGITA.—Sin.: *pyroxmangita*.— $(\text{Mn}, \text{Fe})[\text{SiO}_3]$.
- PIRRITA.—Sin.: *pyrrhita*, *pirocloro*.
- PIRRROLITA.—N. e. d.—Sin.: *pyrrholita*.—Cf.: *anortita* (descompuesta y hojosa).

- PIRROARSENITA.—N. e. d.—Sin.: *pyrrhoarsenita*.—Cf.: *berzelüita* (magnesífera).
- PIRROSIDERITA.—N. e. d.—Sin.: *pyrrhosiderita*.—Cf.: *goethita*.
- *PIRROTINA.—Sin.: *pyrrhotina*, *pirita magnética*.—FeS.
- *PIRSSONITA.— $\text{Na}_2\text{Ca}[\text{CO}_3]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- **PISANITA.—Cf.: *melanterita* (cuprífera).—(Fe, Cu)
 $[\text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.
- **PISEKITA (?).—Sin.: *pisequita*.—Probablemente es *monacita urano-niobífera metamicta*.
- PISEQUITA.—Sin.: *pisekita*.—Probablemente es *monacita urano-niobífera metamicta*.
- *PISOLITA (1).—Cf.: *aragonita* (concrecionada (guisantes)).
- PISOLITA (2).—Es una roca.
- *PISSOFANA (?).—Es un gel de Al, Fe con SO.
- *PISTACITA.—N. e. d.—Sin.: *pistazita*.—Cf.: *epidota*.
- *PISTOMESITA.—Variedad de *ferromagnesita* (con la proporción Mg:Fe=1:1).
- PITCH (ing.).—Sin.: *asfalto*, *betún*, *erdpech* (al.).
- *PITKAERANTITA.—Cf.: *piróxeno* transformado (pseudomorfosis). Es parecida a *uralita*.
- *PITTASFALTO.—Mezcla de *hidrocarburos* (con posición intermedia entre *petróleo* y *asfalto*).
- *PITTICITA (1).—Es amorfo. Su composición probable es: $\text{Fe}_{20}^{+++}[(\text{OH})_{24} | (\text{AsO}_4, \text{PO}_4, \text{SO}_4)_{13}] \cdot 9\text{H}_2\text{O}$.
- **PITTICITA (2).—Parece ser: *glockerita* (siderogel con H_2SO_4 adsorbido) (?).
- *PITTINITA.—N. e. d.—Cf.: *gummita* (impura).
- PLAFFEITA.—*Resina* fosilizada.
- **PLAGIOCITRITA.—N. e. d.—Quizá se trataba de pequeños cristales de azufre.
- **PLAGIOCLASAS (Grupo de...).—Nombre genérico que agrupa los *feldespatos calcicosódicos* (serie *anortita* (An), *albita* (Ab)).
- **PLAGIONITA.— $5\text{PbS} \cdot 4\text{Sb}_2\text{S}_3$.
- *PLAKODINA (art.).—N. e. d.—Cf.: *maucherita* (producto metalúrgico).
- *PLANCHEITA.—Composición probable.—(Cu, Ca)₃
 $[\text{Si}_3\text{O}_9] \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$.
- *PLANERITA.—Mineral de gran parecido a *evansita*.
- *PLANOFERRITA.— $\text{Fe}_2[(\text{OH})_4 | \text{SO}_4] \cdot 13\text{H}_2\text{O}$ (?).
- *PLASMA.—Subvariedad de *calcedonia* (debido a inclusiones es algo turbio y de color verde sucio).

- *PLATA (1).—Elemento químico núm. 47 de orden de la tabla periódica de elementos.—Ag.
- *PLATA (2).—Ag.—Cristaliza en sistema cúbico.
- *PLATA (3).—Ag.—*Nativo*.
- *PLATA CÓRNEA.—Sin.: *clorargirita*, *cerargirita*.—AgCl.
- *PLATINO (1).—Se trata del elemento químico núm. 78 de orden de la tabla periódica de elementos.—Pt.
- *PLATINO (2).—Cristaliza en el sistema cúbico.—Pt.
- *PLATINO (3).—Pt. nativo.—Cf.: *polixena*.
- **PLATTNERITA.— PbO_2 .
- **PLATYNITA.— $\text{PbBi}_2\text{SSe}_2$ (?).
- **PLAZOLITA.—Cf.: *hibschita*.
- *PLENARGIRITA (?).—Mineral parecido a *eschaphbachita*.
- *PLEONASTA.—Cf.: *espinela* (ferrífera, oscura).
- *PLEONEKTITA.—N. e. d.—Cf.: *mimetesita* (antimonífera).
- *PLESSITA.—Agregado finamente lamelar de *kamasita* y *taenita* (en ferrometeoritos).
- *PLEURASITA.—N. e. d.—Cf.: *arseniopleita*.
- *PLEUROCLASA.—N. e. d.—Cf.: *wagnerita*.
- **PLEYSTEINITA.—Cf.: *fluellita* (el nombre se puso por equivocación).
- *PLINIANA.—N. e. d.—Cf.: *arsenopirita* (desgarrada).
- *PLINTITA.—Cf.: *arcilla* roja probablemente en su mayor parte *nontronita*.
- PLOMBAGINA.—Nombre vulgar de *grafito*.
- **PLOMBIERITA.— $\text{Ca}_5\text{H}_2[\text{Si}_3\text{O}_9] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
- *PLOMO (1).—Elemento químico núm. 82 de orden de la tabla periódica de elementos.
- *PLOMO (2).—Pb.—Cristaliza en el sistema cúbico.
- *PLOMO (3).—Pb, *nativo*.
- PLOMOARAGONITA.—Sin.: *tarnowitzita*.
- **PLUMBAGO.—N. e. d.—Nombre dado al *grafito* y a *galenita*.
- **PLUMBALOFANA.—Cf.: *galenita* (pseudomorfa según *piromorfita*).
- *PLUMBJODITA.—N. e. d.—Cf.: *eschwartzembergita*.
- PLUMBOINITA.—N. e. d.—Cf.: *dufrenoyita*.
- **PLUMBOCALCITA.—Cristal de mezcla anómalo del sistema (*calcita-cerusita*).
- **PLUMBOCOLUMBITA.—Sin.: *plumboniobita*.—Su composición probable es: $(\text{Y, Yb, Gd})_2(\text{Fe, Pb, Ca, U})[\text{Nb}_2\text{O}_7]_2$
 (amorfo) (?).

- *PLUMBOCUPRITA.—N. e. d.—Mezcla de *calcosina* y *galena*.
 PLUMBODOLOMITA.—Cf.: *dolomita* con algo de plomo.
 **PLUMBOESTANNITA.—N. e. d.—Mezcla de *galenita* y *estannina*.
 *PLUMBOESTIBITA.—N. e. d.—Cf.: *boulangierita* fibrosa.
 *PLUMBOFERRITA.— $PbO \cdot 2Fe_2O_3$.
 *PLUMBOGUMMITA.— $PbAl_3H[(OH)_6 | (PO_4)_2]$.
 *PLUMBOJAROSITA.— $Pb^{++}Fe_6^{+++}[(OH)_6 | (SO_4)_2]_2$.
 PLUMBOMALAQUITA.—Probablemente: $PbCu_3[(OH)_2 | (CO_3)_3]$.
 **PLUMBOMANGANITA.—Parece ser *sulfuro* de *Mn* y de *Pb*.
 *PLUMBOMANGITA.—N. e. d.—Mezcla de *galenita* con otras menas.
 *PLUMBONACRITA.—N. e. d.—Cf.: *hydrocerusita* (impura)
 *PLUMBONILOBITA.—Sin.: *plumbocolumbita*.—Su composición probable es: (Y, Yb, Gd)(Fe, Pb, Ca, U)[Nb_2O_7]₂ (amorfo) (?).
 *PLUMBORESINITA.—Cf.: *plumbogummita*.
 PLUMBOSYNADELFITA.—Variedad de *synadelphita* (con un 3,2 % de PbO).
 **PLUMOSITA.—Habitus fibroso que presentan algunos minerales, como p. e. *bourbonita*.
 *PODOLITA.—Mineral parecido a *dahlita*.
 *POECHITA.—Es gel de *Fe, Si* (*manganesífero*).
 *POIKILITA (1).—Sin.: *poikilopirita*.—N. e. d.—Cf.: *bornita*.
 POIKILITA (2).—Es la trama de una *ROCA*.
 POIKILOPIRITA.—Sin.: *poikilita*.—N. e. d.—Cf.: *bornita*.
 *POLIADELFITA.—N. e. d.—Cf.: *andradita*.
 **POLIANITA.—Modificación polimorfa tetragonal.—Es de origen primario con morfología tetragonal.—Cf.: [β -MnO].
 **POLIARGIRITA.—Composición probable: $Ag_{24}Sb_2S_{15}$. Quizá sea *argirita* con *polibasita* o *pirargirita*.
 *POLIARGITA.—N. e. d.—Cf.: *anortita* (descompuesta).
 *POLIARSENITA.—N. e. d.—Cf.: *sarkinita*.
 **POLIBASITA.— $8(Ag, Cu)_2S \cdot Sb_2S_3$.
 POLIBASITA ARSENICAL.—Sin.: *pearceita*.— $8(Ag, Cu)_2S \cdot As_2S_3$.
 *POLICRASA.—(Y, Er, Ce, U, Pb, Ca) [(Ti, Nb, Ta)₂(O, OH)₆].
 *POLICRASILITA.—N. e. d.—Cf.: *circón*.
 *POLICROLITA.—N. e. d.—Producto de transformación de *cordierita*.

- *POLICROITA.—N. e. d.—Cf.: *cordierita*.
 *POLICROMA.—N. e. d.—Cf.: *piromorfita*.
 *POLIDIMITA.— Ni_3S_4 .
 *POLIHALITA.— $K_2Ca_2Mg[SO_4]_4 \cdot 2H_2O$.
 POLIHIDRATO.—Cf.: *bassanita*.
 *POLIHIDRITA (?).—N. e. d.—Quizá sea sustancia de composición: $(Ca, Mn)_3(Fe, Al)_2Si_4O_{12} \cdot 6H_2O$ (amorfo).
 POLIIRVINGITA.—Cf.: *mica litinifera*.
 *POLILITA.—N. e. d.—Cf.: *augita* (negra).
 *POLILITIONITA.—Quizá sea el constituyente A de *lepidolita*.—Cf.: composición de *lepidolita*.
 *POLIMIGNITA.—(Ce, La, Y, Th, Mn, Ca) [(Ti, Zr, Nb, Ta)₂O₆].
 **POLISFERITA.—Sin.: *polyspharita*.—Cf.: *calciopiromorfita*.
 **POLITELITA (1) (?).—Sulfosal de *Sb*, con: *Pb, Zn, Ag* y *Fe*.
 *POLITELITA (2).—N. e. d.—Cf.: *freibergita*.
 *POLIXENA.—Cf.: *platino* (nativo que lleva consigo siempre Fe, Ir, Os, Rh, Pd, Ru).
 *POLLUCITA.— $(Cs, Na)[AlSi_2O_6] \cdot H_2O_{<1}$.
 *PONITA.—N. e. d.—Cf.: *ferrorodocrosita* (con la proporción Mn:Fe=5:1).
 *POONAHLITA (?).—Variedad de *mesolita*.
 PORCELAINITA.—Sin.: *mullita*.
 *PORCELANITA.—N. e. d.—Cf.: *escapolita* (descompuesta).
 *PORCELLOFITA.—Cf.: *serpentina* (asemeja espuma de mar).
 PORCITA.—Sin.: *porcelainita*.—Cf.: *mullita*.
 *PORPECITA.—Aleación de Au-Pd.
 *PORRIZINA.—Variedad de *augita* (finamente acicular).
 *PORTLANDITA.— $Ca(OH)_2$.
 *POŠEPNYITA.—Mezcla de *hidrocarburos*.
 *POTARITA.—PdHg.
 *POTASA.— K_2O .
 *POTASIO (1).—Elemento químico núm. 19 de orden de la tabla periódica de elementos.—*K*.
 *POTASIO (2).—*K*. Cristaliza en el sistema cúbico.
 *POUZACITA.—N. e. d.—Cf.: *leuchtenbergita*.
 *POWELLITA.— $Ca[MoO_4]$.
 **PRASEN (al.).—Sin.: *prasio*.—Subvariedad del cuarzo fanero-cristalino con particularidades (pues encierra *actinota*, que origina el color verde característico).
 **PRASEOLITA.—N. e. d.—Cf.: *cordierita* (descompuesta, producto similar a *pinita*).

- *PRASER.—N. e. d.—Cf.: *crisoprasa*.
- **PRASILITA (?).—Substancia parecida a *clorita*.
- *PRASIN.—Sin.: *prasincalcita*.
- PRASINCALCITA.—N. e. d.—Sin.: *prasin*.—Cf.: *ehlita*.
- PRASIO.—Sin.: *prasen* (al.).
- *PRASOCROMO (?).—Producto (verde) de transformación de *cromita*.
- *PREDAZZITA.—Mármol con *brucita*, *hidromagnesita* y *periclasa*.—Es *ROCA*.
- *PREGRATTITA.—N. e. d.—Se aplica este nombre a *paragonita* y a *margarita*. (Se presenta en escamas delgadas).
- *PREHNITA.— $\text{Ca}_2\text{Al}_2[(\text{OH})_2 | \text{Si}_3\text{O}_{10}]$.
- *PREHNITOIDE.—N. e. d.—Mezcla de *maralita* y *prehnita impura*.
- *PRESLITA.—N. e. d.—Cf.: *tsumebita*.
- **PRIBAMITA.—N. e. d.—Se aplicaba a *blenda cadmifera* y a *hierro acicular* y *lepidocroita*.
- **PRICEITA.—Sin.: *pandermita*.— $\text{Ca}_2\text{B}_5\text{O}_9\text{OH} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.
- PRIDERITA.— $(\text{K}, \text{Ba})_{1.33}(\text{Ti}, \text{Fe}^{+++})_8\text{O}_{16}$.
- PRIGUINITA.—Es amarilla.— $\text{H}_2[\text{UO}_2 | (\text{MoO}_4)_2] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.
- *PRILEPITA.—Resina fósil (Prilep.).
- *PRIORITA.—Sin.: *blomstrandina*.— $(\text{Y}, \text{Ce}, \text{Th}, \text{Ca}, \text{Na}, \text{U})$
 $[(\text{Ti}, \text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_6]$.
- **PRISMATINA.—Sin.: *kornerupina*.— $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_4(\text{Al}, \text{B})_6$
 $[(\text{O}, \text{OH})_{3.6} | (\text{SiO}_4)_1]$
- **PRIXITA.—*Mimetesita* fibrosa.
- PRJEVALSKITA.—No ha sido aún estudiado este mineral.
 $\text{Pb}[\text{UO}_2 | \text{PO}_4]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
- **PROBERTITA.—Sin.: *kramerita*.— $\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.
- **PROCLORITA.—Sin.: *rhipidolita*.—
 $\left\{ \begin{array}{l} (\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_3[(\text{OH})_2 | \text{Al}_{1.2-1.5}\text{Si}_{2.5-2.5}\text{O}_{10}] \\ \text{Mg}_3(\text{OH})_6 \end{array} \right\}$
- *PROIDONITA.—Es SiF_4 (procedente de exhalaciones volcánicas).
- PROKOENENITA (art.).—Producto artificial sintético.
- **PROLEKTITA.—N. e. d.—Cf.: *norbergita*.
- PROMULLITA.—Cf.: *metacaolin*.
- *PROSOPITA.— $\text{Ca}[\text{Al}(\text{F}, \text{OH})_4]_2$.
- **PROTEITA.—Sustancia parecida a *fassaita*.
- *PROTOBASTITA.—Cf.: *broncita* (a causa de descomposición inicial, muestra anomalías de orientación óptica).
- PROTICALCITA.—Cf.: *lublinita*.

- *PROTOCLORITA.—Cf.: *ortoclorita*.
- PROTODOLOMITA.—Se denominan así miembros de transición entre *dolomita* y *calcita magnesifera*.
- PROTOMELANA.—Cf.: *psilomelana*.
- **PROTONONTRONITA.—Substancia casi idéntica a *nontronita*.
- **PROTOVERMICULITA.— $\left\{ \begin{array}{l} \text{Mg}_2(\text{Mg}, \text{Fe})[\text{OH}_2 | \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]^{2x-} \\ \text{Mg}_x(\text{H}_2\text{O})_4 \end{array} \right\}$
- **PROUSTITA.—Modificación polimorfa (trigonal).— Ag_3AsS_3 .
- *PRUNNERITA.—N. e. d.—Cf.: *calcita* parecida externamente a *calcedonia*.
- *PSATYRITA.—N. e. d.—Cf.: *ryloretinita*.
- *PSATUROSA.—N. e. d.—Cf.: *estefanita*.
- *PSEUDOALBITA.—N. e. d.—Cf.: *andesina*.
- PSEUDOAPATELITA.—Probablemente es tan sólo *karfosiderita* (rica en aluminio). La composición probable es: $(\text{Fe}, \text{Al})_2$
 $[(\text{OH})_4 | \text{SO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$ donde $\text{Fe} : \text{Al}$ está en la proporción 5 : 2.
- *PSEUDOAPATITA.—Cf.: *fosfato cálcico* pseudomorfo según *piromorfita*.
- **PSEUDOBERZELIITA.—Al parecer es *berzeliita* (biáxica ópticamente).
- *PSEUDOBIOTITA.—N. e. d.—Cf.: *biotita* (meteorizada).
- *PSEUDOBOLEITA.— $5\text{PbCl}_2 \cdot 4\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 2\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$.
- *PSEUDOBROOKITA.— $\text{Fe}_2^{+++}\text{TiO}_5$.
- *PSEUDOCALCEDONITA.—N. e. d.—Variedad óptica de *calcedonia*.
- *PSEUDOCOPIAPITA.—Variedad de *copiapita*.
- *PSEUDOCOTUNNITA.—Probablemente se trata de K_2PbCl_4 .
- *PSEUDOCROCIDOLITA.—N. e. d.—Cf.: *crocidolita* silificada.
- *PSEUDODEWEYLITA.—Cf.: *pseudogymnita*.
- *PSEUDOESCAPOLITA.—Cf.: *piroxeno* (pseudomorfa según *escapolita*).
- *PSEUDOESTEATITA.—N. e. d.—Cf.: *halloysita* (verde oscura).
- *PSEUDOFILIPSITA.—Cf.: *filipsita* (con comportamiento anómalo durante la deshidratación).
- **PSEUDOFITA.—N. e. d.—Se aplicó a *clinoclora* y a *pennina*.
- *PSEUDOGAYLUSSITA.—Cf.: *calcita* (en pseudomorfosis).
- *PSEUDOGLAUCOFANA.—Variedad de *glaucofana*.
- *PSEUDOHETEROSITA.—N. e. d.—Cf.: *esicklerita*.
- *PSEUDOHIPERSTENA.—N. e. d.—Cf.: *dialaga*.
- PSEUDOJADE.—Mineral o producto artificial parecido a *jadecita*.

- PSEUDOJADEITA (1).—Mineral o producto artificial parecido a *jadeita*.
- PSEUDOJADEITA (2).—Constituyente hipotético de *jadeita*.
- PSEUDOKALIOFILITA.—Cf.: *ultramarina* (tostada y sin azufre).
- PSEUDOKAMPYLLITA.—N. e. d.—Cf.: *piromorfita* (de forma parecida a toneles).
- PSEUDOLAUEITA.— $MnFe_2^{+++}[(OH) | PO_4]_2 \cdot 8H_2O$.
- PSEUDOLAUMONTITA.—Parece ser pseudomorfosis (?) de minerales según *laumontita*.
- *PSEUDOLÂVENITA (?).—Parece ser variedad óptica de *lâvenita*.
- *PSEUDOLEUCITA.—Mezcla de *ortoclasa* y *nefelina* en pseudomorfosis según *leucita*.
- **PSEUDOLIBETHENITA.—Cf.: *libethenita*.
- *PSEUDOLITA.—Cf.: *talco* (pseudomorfo según espinela).
- **PSEUDOMALAQUITA.— $Cu_5[(OH)_2 | PO_4]_2$.
- *PSEUDOMANGANITA.—Cf.: *pirolusita* (pseudomorfa según *manganita*).
- *PSEUDOMEJONITA (?).—Substancia casi igual a *mejonita*.
- *PSEUDOMENDIPITA.—N. e. d.—Cf.: *mendipita*.
- *PSEUDOMESOLITA.—N. e. d.—Cf.: *mesolita* (con propiedades ópticas anómalas).
- *PSEUDONATROLITA (?).—Cf.: *ceolita* (parecida a *natrolita*).
- *PSEUDONEFELINA.—N. e. d.—Cf.: *nefelina*.
- **PSEUDONOCERINA (?).—Parece ser que es idéntica a *fluorita*.
- PSEUDOORTOCLASA.—N. e. d.—Se aplicó a *sanidina* (rhyacolita) y a *anortoclasa*.
- *PSEUDOZOQUERITA.—N. e. d.—Cf.: *ozoquerita*.
- *PSEUDOPALAITA.—N. e. d.—Cf.: *hurcaulita*.
- *PSEUDOPARISITA.—N. e. d.—Cf.: *kordylita*.
- *PSEUDOPICROITA.—N. e. d.—Cf.: *baeckstroemita*.
- *PSEUDOPIROFILITA.—N. e. d.—Mezcla de *pirofilita* y *donbassita*.
- *PSEUDOSOMMITA.—N. e. d.—Cf.: *nefelina*.
- PSEUDOSUCCINITA.—Sustancia que se comporta en el proceso de disolución de manera diferente a *succinita*.
- PSEUDOTHURINGITA.—
- $$\left. \begin{array}{l} (Fe^{++}, Al, Mg)_3[(OH)_2 | Al_{1.5-2}Si_{2.5-2}O_{10}] \\ (Fe, Mg)_3(OH)_6 \end{array} \right\}$$
- *PSEUDOTRIPLITA.—Cf.: *heterosita* (pseudomorfa según *triplita*).

- **PSEUDOWAYELLITA.—N. e. d.—Cf.: *crandallita*.
- PSEUDOWOLLASTONITA.—Modificación polimorfa (triclínica-pseudo-exagonal).— $(\beta-CaSiO_3)$.
- **PSILOMELANA.— $(Ba, H_2O)_2Mn_5O_{10}$.
- *PSIMYTHITA.—N. e. d.—Cf.: *leadhillita*.
- *PSITTACINITA.—N. e. d.—Cf.: *mottramita*.
- **PTEROLITA.—Mezcla de *mica*, *aegirina*, etc., en pseudomorfosis según *barkevikita* (de la cual tomaron esos minerales su origen).
- PTILOLITA.—N. e. d.—Cf.: *mordenita*.
- *PUCHERITA.— $Bi[VO_4]$.
- *PUFAHLITA.—N. e. d.—Mezcla de *blenda* y *teallita*.
- *PUFLERITA.—N. e. d.—Cf.: *desmina*.
- PLLSZKYITA (?).—Sulfato de *Cu*, *Zn*.
- **PULLEITA.—N. e. d.—Maclas de *apatita*.
- **PUMPELLYITA.— $Ca_4(Mg, Fe, Mn)(Al, Fe, Ti)_3[(OH)_2 | (SiO_3OH)(SiO_4)] \cdot 2H_2O$.
- *PUNAHLLITA.—N. e. d.—Cf.: *mesolita*.
- *PUNAMUSTEIN (al.).—N. e. d.—Cf.: *nefrita*.
- *PURPURITA.— $(Mn^{+++}, Fe^{+++})[PO_4]$.
- *PUSCHKINITA.—N. e. d.—Cf.: *epidota*.
- PKYKNITA.—Cf.: *topacio* (prismático de los criaderos de estaño).
- PKYNOCLORITA.—Sin.: *picnoclorita*.—Variedad ferrífera de *clinocloro*.
- PKYNOFILITA.—N. e. d.—Sin.: *picnofilita*.—Cf.: *sericita*.
- PKYNOTROPA.—N. e. d.—Sin.: *picnotropa*.—Cf.: *serpentina* (impura).
- PKYRARGYRITA.—Sin.: *pirargirita*.
- PKYRAUXITA.—N. e. d.—Sin.: *pirauxita*.—Cf.: *pirofilita*.
- PKYRENEITA.—N. e. d.—Sin.: *pireneita*.—Cf.: *grosularia* (con inclusiones grafiticas).
- PKYRGOM.—N. e. d.—Sin.: *pirgom*.—Cf.: *fassaita*.
- PKYRICHROLITA.—N. e. d.—Sin.: *piricrolita*.—Cf.: *piroestilpnita*.
- PKYRITA.—Sin.: *pirita*.— FeS_2 .
- PKYRITOGELITA.—N. e. d.—Sin.: *piritogelita*.—Cf.: *melnikovítpirita*.
- PKYRITOLAMPRITA.—N. e. d.—Sin.: *piritolamprita*.—Probablemente es mezcla de *arsenopirita* y *discrasita*.
- PKYROURITA.—Sin.: *piroaurita*.— $Mg_6Fe_2[(OH)_{16} | CO_3] \cdot 4H_2O$.

- PYROBELONITA.—Sin.: *pirobelonita*.— $\text{PbMn}[\text{OH} | \text{VO}_4]$.
- PYROCLORO (1).—Sin.: *piroclo-ro* (1).— $(\text{Na}, \text{Ca})_2(\text{Nb}, \text{Ta}, \text{Ti})_2\text{O}_6(\text{OH}, \text{F}, \text{O})$.
- PYROCLORO (2).—N. e. d.—Sin.: *piroclo-ro* (2).—Cf.: *micro-lita*.
- PYROCLORO-WIIKITA.—Sin.: *piroclo-ro-wiikita* (*wiikita*).—Probablemente es $\text{Ca}_3\text{UNb}_3\text{O}_{12}\text{OH}$, de igual estructura que *betafita*.
- PYROCHROITA.—Sin.: *pirocroita*.— $\text{Mn}(\text{OH})_2$.
- PYROGUANITA.—Sin.: *piroguanita*.—Variedad de *fosforita*.
- PYROIDESINA.—N. e. d.—Sin.: *piroidesina*.—Cf.: *serpentina* (compacta).
- PYROKLASITA.—N. e. d.—Sin.: *piroclasita*.—Variedad de *fosforita* (mezcla de *colofana* y de *monclita*).
- PYROKONITA.—N. e. d.—Sin.: *pirokonita*.—Cf.: *pachnolita*.
- PYROLUSITA.—Sin.: *pyrolusita*.—Modificación polimorfa (tetragonal) (de origen secundario). Idéntico a *polianita*, generalmente en pseudomorfosis según *manganita*, presentando morfología rómbica.— $[\text{MnO}_2]$.
- PYROMELANA.—Sin.: *pyromelana*.—Casi idéntico a *titanita*.
- PYROMELINA.—N. e. d.—Sin.: *pyromelina*.—Cf.: *morenosita* (con algo de Mg).
- PYROMORPHITA.—Sin.: *pyromorfita*.— $\text{Pb}_3[\text{Cl} | (\text{PO}_3)_3]$.
- PYROPA.—Sin.: *pyropa*.— $\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$.
- PYROPHANA.—N. e. d.—Sin.: *pyrofana*.—Cf.: *ópalo de fuego*.
- PYROPHANITA.—Sin.: *pyrofanita*.— MnTiO_3 .
- PYROPHOSPHORITA.—Sin.: *pyrofillita*.— $\text{Al}_2[(\text{OH})_2 | \text{Si}_4\text{O}_{10}]$.
- PYROPKYSALITA.—Sin.: *pyrofisalita*.—Variedad de *topacio*.
- PYROPISSITA.—Sin.: *pyropissita*, *carbón córco*.—Mezcla de sustancias céreas.
- PYRORETINA.—Sin.: *pyroretina*.—Resina fósil pardo negruzca.
- PYROSKLERITA.—Sin.: *pyrosclerita*.—Pseudomorfosis de *penina* según *piroxena*.
- PYROSMALITA.—Sin.: *pyrosmalita*.— $(\text{Mn}, \text{Fe})_{14}[(\text{OH}, \text{Cl})_{14} | \text{Si}_{14}\text{O}_{35}]$.
- PYROSMARAGD (al.).—Sin.: *piroesmeralda*.—N. e. d.—Es variedad de *fluorita*.
- PYROSTIBITA.—N. e. d.—Sin.: *pyroestibita*.—Cf.: *kermesita*.
- PYROSTILPNITA.—Sin.: *pyrostilpnita*.—Modificación polimorfa (monoclínica).— Ag_3SbS_3 .
- PYROTECHNITA.—N. e. d.—Sin.: *pyrotecnita*.—Cf.: *thenardita*.
- PYROXENAS (familia de...).—Sin.: *piroxenas* (familia de...).

- PYROXENAPERTITA.—Sin.: *piroxenapertita*.—*Piroxenos* diversos en concrecimiento lamelar.
- PYROXMANGITA.—Sin.: *piroxmangita*.— $(\text{Mn}, \text{Fe})[\text{SiO}_3]$.
- *PYRRHITA.—Sin.: *pirrita*, *piroclo-ro*.
- *PYRRHOARSENITA.—N. e. d.—Sin.: *pyrroarsenita*.—Cf.: *berzelita* (manganisífera).
- *PYRRHOLITA.—N. e. d.—Sin.: *pirrolita*.—Cf.: *anortita* (descompuesta y hojosa).
- PYRRHOSIDERITA.—N. e. d.—Sin.: *pirrosiderita*.—Cf.: *goethita*.
- PYRRHOTINA.—Sin.: *pirrotina*, *pirita magnética*.

Q

- QUARZ (al.).—Sin.: *cuarzo*.
- QUARZINA.—Sin.: *cuarzina*.—N. e. d.—Cf.: *lutcina* (variedad de *calcedonia*).
- *QUECKSILBER (al.).—Sin.: *mercurio* (2).—*Hg*.—Cristaliza en el sistema trigonal.
- *QUECKSILBERFAHLERZ (al.).—Cf.: *eschwazita*.
- *QUECKSILBERHORNERZ (al.).—N. e. d.—Cf.: *calomelana*.
- QUEENSTOWNITA.—ROCA fundida y vítrea por choque de meteoritos sobre la Tierra (Tasmania).
- *QUELLERZ (al.).—Variedad de *limonita*.
- *QUENSELITA.— $\text{PbO} \cdot \text{MnOOH}$.
- **QUENSTEDTITA.— $\text{Fe}_2^{+++}[\text{SO}_4]_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.
- *QUERCYITA.—Variedad de *colofana*.
- *QUETENITA.—Cf.: *botryogena*.
- *QUIASTOLITA.—Sin.: *chiastolita*.
- **QUINCYITA (?).—Parecido o idéntico a *sepiolita*.
- **QUIROGUITA.—Parece ser una pseudomorfosis de *galenita* según mineral rómbico desconocido.
- *QUISQUEITA.—N. e. d.—Es *lignito* vanadífero y algo azufroso.

R

- RABBITTITA.— $\text{Ca}_3\text{Mg}_3[(\text{UO}_2) | (\text{OH})_2 | (\text{CO}_3)_3]_2 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$.
- **RABDIONITA.—Sin.: *rhabdionita*.—Variedad del *wad*.
- **RABDITA.—Sin.: *rhabdita*.—Variedad acicular de *eschreibersita*.— $(\text{Fe}, \text{Ni}, \text{CO})_3\text{P}$.
- **RABDOFANA.—Sin.: *rhabdofana*.— $\text{Ce}[\text{PO}_4] \cdot (0.0.5)\text{H}_2\text{O}$.

- RABDOPISSITA.—Sin.: *rhadopissita*.—Substancia bituminosa parda encontrada en carbones de Siberia.
- *RABENGLIMMER (al.).—Cr.: *simvaldita* (ferrífera).
- **RACEWINITA.—Probablemente es *ferri-bcidellita*.
- *RADAUTA.—N. e. d.—Cf.: *labradorita*.
- *RADIOBARITA.—Variedad de *barita* (radioactiva).
- **RADIOFILITA.—Sin.: *radiophyllita*.— $\text{Ca}_4[(\text{OH})_4\text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- *RADIOFLUORITA (?).—Probablemente es *fluorita* (con algo de *Ra*).
- *RADIOLITA.—N. e. d.—Cf.: *natrolita* (radiada).
- RADIOPHYLLITA.—Sin.: *radiofilita*.— $\text{Ca}_4[(\text{OH})_4\text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- *RADIOTINA.—Muy parecida a *serpentina*.
- **RAEDELERZ (al.).—Sin.: *bournonita*.— $2\text{PbS} \cdot \text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$.
- RAETIZITA.—N. e. d.—Sin.: *rhaetizita*.—Cf.: *distena* (en agregados radiales incoloros).
- *RAFAELITA.—N. e. d.—Mezcla (?) de *paralaurionita* y *asfalto* vanadínifero (quizá *albertita*).
- RAFANOSMITA.—N. e. d.—Sin.: *raphanosmita*, *zorgita*.—Mezcla de *clausthalita*, *umangita* y *tiemannita*.
- **RAFILITA.—N. e. d.—Sin.: *raphisiderita*.—Cf.: *ilvaíta*.
- *RAFITA.—N. e. d.—Sin.: *raphita*.—Cf.: *ulexita*.
- RAGITA.—N. e. d.—Sin.: *rhagita*.—Cf.: *atelesita*.
- *RATHITA.—N. e. d.—Cf.: *blenda* (impura).
- **RAIMONDITA.—Cf.: *jarosita* o *natrojarosita*.
- **RALSTONITA.— $\text{Na}_x(\text{Al}_{2-x}\text{Mg}_x)(\text{F}, \text{OH})_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$.
- **RAMDOHRITA.— $6\text{PbS} \cdot 2\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$.
- *RAMIRITA.—N. e. d.—Cf.: *descloizita*.
- **RAMMELSBURGITA.—Modificación polimorfa rómbica [Pmm].— NiAs_2 .
- *RAMOSITA.—Escoria volcánica.
- **RAMSAYITA.— $\text{Na}_2\text{Ti}_2[\text{O}_3 | \text{Si}_2\text{O}_6]$.
- RAMSDELLITA.—Modificación polimorfa (rómbica) [Pbnm].— $[\gamma\text{-MnO}_2]$.
- **RANCIÉITA.— $(\text{Ca}, \text{Mn}^{++})\text{Mn}_4^{+++}\text{O}_9 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (?).
- **RANDANITA.—N. e. d.—Sin.: *randannita*.—Cf.: *trípoli* (similar al *caolín*).
- RANDANNITA.—N. e. d.—Sin.: *randanita*.—Cf.: *trípoli* (similar al *caolín*).
- **RANDITA.—N. e. d.—Mezcla de *calcita*, *uranofana* y algo de *tyuyamunita*.

- *RANITA.—N. e. d.—Parecido a *hidronefelina* (mezcla de *pectolita* y *piedra de trama*).
- RANKINITA.— $\text{Ca}_3[\text{Si}_2\text{O}_7]$.
- RANSAETITA.—Nombre mal puesto.—Mezcla de *espezzartina* con *cuarzo*, *piroxena* y *hematites*.
- *RANSONITA.— $\text{CuFe}_2^{+++}[\text{SO}_4]_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.
- *RAPHANOSMITA.—N. e. d.—Sin.: *rafanosmita*, *zorgita*.—Mezcla de *clausthalita*, *umangita* y *tiemannita*.
- RAPHILITA.—N. e. d.—Sin.: *rafilita*.—Cf.: *actinolita*.
- RAPHISIDERITA.—N. e. d.—Sin.: *rafsiderita*.—Cf.: *ilvaíta*.
- RAPHITA.—N. e. d.—Sin.: *rafita*.—N. e. d.—Cf.: *ulexita*.
- **RAPIDOLITA.—N. e. d.—Cf.: *escapolita*.
- RASHLEIGHITA.—Cristal de mezcla del sistema (*turquesa* y *calcosiderita*) con $\text{Al}:\text{Fe}=2:1,3$.
- *RASORITA.—Nombre comercial de *kernita*.
- **RASPITA.—Modificación polimorfa (monoclínica).— $[\alpha\text{-Pb}[\text{WO}_4]]$.
- *RASTOLITA.—N. e. d.—Sin.: *rhastolita*.—Cf.: *biotita* (meteorizada).
- *RATHITA.— $3\text{PbS} \cdot 2\text{As}_2\text{S}_3$.
- *RATHOLITA.—N. e. d.—Cf.: *pectolita*.
- *RATOFKITA.—N. e. d.—Cf.: *fluorita*.
- *RAUMITA.—Cf.: *cordierita* (algo transformada).
- **RAUVITA.— $\text{Ca}[(\text{UO}_2)_2 | \text{V}_{10}\text{O}_{28}] \cdot 16\text{H}_2\text{O}$.
- *RAZOUKOWSKYNA.—N. e. d.—Cf.: *alofana* (azul y verde).
- *REACUMURITA.—N. e. d.—Sin.: *riwaíta*.—Mezcla de *wollastonita* y *vidrio* (originada por desvitricación de lava).
- **RECTORITA.—Consta alternativamente de capas de *pirofilita* y *montmorillonita*.
- *REDDINGITA.— $(\text{Mn}, \text{Fe}^{++})_3[\text{PO}_4]_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.
- **REDINGTONITA.—Probablemente su composición es: $(\text{Fe}^{++}, \text{Mg}, \text{Ni})(\text{Cr}, \text{Al})_2[\text{SO}_4]_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$.
- *REDONDITA.—Es *variscita* ferrífera.
- *REDRUTHITA.—N. e. d.—Cf.: *calcosina*.
- REEDMERGNERITA.—Quizá es *albita borífera*.— $\text{Na}[\text{BSi}_3\text{O}_8]$.
- *REFIKITA.—N. e. d.—Resina fósil.
- *REGNOLITA.—N. e. d.—Cf.: *tennantita*.
- *REICHARDTITA.—N. e. d.—Cf.: *epsomita*.
- REICHITA.—N. e. d.—Cf.: *calcita*.
- *REINITA.—Pseudomorfosis de *ferberita* según *scheelita*.
- *REISSACHERITA.—Mezcla de sedimentos químicos (*aragonita*, *hidróxidos de Mn, Fe*) y de sedimentos mecánicos

- (*muscovita*, *albita*, *cuarzo*, *clorita*, *biotita*).—Es el depósito de las aguas de la fuente de Gastein.
- **REISSITA.—N. e. d.—Se aplicó a *epistilbita* y a *sal de glauber*.
- **REJALGAR.—As₄S₄.
- *REMINGTONITA.—N. e. d.—Se aplicó a *flores de cobalto* y a *carbonatos de Co* con H₂O implantados sobre *serpentina*.
- *REMOLINITA.—N. e. d.—Cf.: *atacamita*.
- *RENARDITA.—Pb[(UO₂)₄ | (OH)₄ | (PO₄)₂] · 8H₂O.
- RENIERITA.—Variedad ferrífera de *germanita*.
- *RENIFORMITA.—N. e. d.—Cf.: *jordanita* (impura).
- RENITA.—N. e. d.—Sin.: *rhenita*.—Cf.: *pseudomalaquita*.
- RENSELAERITA.—Pseudomorfosis de *talco* según *augita*.
- REPOSSITA.—Nombre equivocado.—Cf.: *graftonita*.
- RESANITA (?).—Silicato verde de *Fe*, *Cu*.
- *RESINA.—Nombre genérico que incluye las combinaciones oxigenadas de hidrocarburos, p. e., *ámbar*, etc.
- **RESTORMELITA.—Mineral similar o idéntico a *agalmatolita*.
- RETGERSITA.—Modificación polimorfa (tetragonal).—
z-Ni[SO₄] · 6H₂O.
- *RETINALITA.—N. e. d.—Cf.: *serpentina* (compacta).
- RETINALOFANA.—N. e. d.—Cf.: *pitticita*.
- *RETINASEALTO.—N. e. d.—*Resina fósil*.
- **RETINITA.—Nombre genérico que agrupa una serie de *resinas* parecidas al *ámbar*.
- RETBANYITA.—N. e. d.—Cf.: *cosalita* (impura).
- REZIANA (?).—Arseniato básico de *Mn*, *Ca* y de tierras raras.
- *REZITA.—N. e. d.—Cf.: *laumontita*.
- *REUSSINA.—N. e. d.—Cf.: *sal de Glauber*.
- *REUSSINITA.—*Resina* parecida al *ámbar*.
- **REVDANSKITA.—Probablemente variedad de *antigorita*.
- *REYERITA (?).—Parece casi idéntico a *gyrolita*.
- **REZBANYITA.—2PbS · Cu₂S · nBi₂S₃.
- *RRABDIONITA.—Sin.: *rabdionita*.—Variedad del *rad*.
- **RHABDITA.—Sin.: *rabdita*.—Variedad acicular de *eschreibersita*.—(Fe, Ni, Co)₃P.
- **RHABDOFANA.—Sin.: *rabdozana*.—Ce[PO₄] · (0-0.5)H₂O.
- RHABDOPISSITA.—Sin.: *rabdopissita*.—Substancia bituminosa parda encontrada en carbones de Siberia.
- RHAETIZITA.—N. e. d.—Sin.: *ractizita*.—Cf.: *distena* (en agregados radiales incoloros).

- **RHAGITA.—N. e. d.—Sin.: *ragita*.—Cf.: *atelesita*.
- *RHASTOLITA.—N. e. d.—Sin.: *rastolita*.—Cf.: *biotita* (meteorizada).
- *RHENITA.—N. e. d.—Sin.: *renita*.—Cf.: *pseudomalaquita*.
- RHIPIDOLITA.—Sin.: *ripidolita*, *proclorita*.—

$$\left\{ \begin{array}{l} (\text{Mg, Fe, Al})_3 [(\text{OH})_2 | \text{Al}_{1,2-1,5}\text{Si}_{2,8-2,5}\text{O}_{10}] \\ \text{Mg}_3 (\text{OH})_6 \end{array} \right\}$$
- *RHODALITA.—Sin.: *rodalita*.—Arcilla de color rosa debida al Fe. Es *ROCA*.
- RHODESITA.—Sin.: *rodesita*.—(Ca, Na, K)₁₈[Si₃₃O₈₀] · 24H₂O.
- **RHODHALOSE.—N. e. d.—Cf.: *bieberita*.
- *RHODITA.—Sin.: *rodita*.—Aleación de *oro* y *radio*.
- *RHODIZITA.—Sin.: *rodizita*.—KNaLi₄Al₄[Be₃B₁₀O₂₇].
- RHODOCROMO.—Sin.: *rodocromo*.—Cf.: *ortoclorita* (cromífera).
- *RHODOCROSITA.—Sin.: *rodocrosita*.—MnCO₃.
- *RHODOITA.—N. e. d.—Sin.: *rodoita*.—Cf.: *eritrina*.
- RHODOLITA.—N. e. d.—Sin.: *rodolita*.—Cf.: *piropa*.
- *RHODONITA.—Sin.: *rodonita*.—(Mn, Fe, Ca)[SiO₃].
- RHODOPHOSPHITA.—N. e. d.—Sin.: *rodofosfita*.—Cf.: *apatita* (manganesífera).
- RHODOPHYLLITA.—N. e. d.—Sin.: *rodofilita*.—Cf.: *chromoclorita*.
- *RHODOTILITA.—N. e. d.—Sin.: *rodotilita*.—Cf.: *inesita*.
- *RHODUSITA.—Sin.: *rodusita*.—Variedad de *crossita*.
- *RHOENITA.—Sin.: *roenita*.—Es *aenigmatita* con bastante Fe⁺⁺⁺ y Al, así como Mg.
- RHOMBARSENITA.—N. e. d.—Sin.: *rombarsenita*.—Cf.: *claudetita*.
- RHOMBOCLASA.—Sin.: *romboclasa*.—Fe⁺⁺⁺H[SO₄]₂ · 4H₂O.
- *RHYAKOLITA.—N. e. d.—Sin.: *riacolita*.—Cf.: *sanidina*.
- RIACOLITA.—N. e. d.—Sin.: *rhyakolita*.—Cf.: *sanidina*.
- RIBEIRITA.—Es un *hidroxilocircón*.
- **RICKARDITA.—Composición probable: Cu₃Te₂.
- *RICOLITA.—N. e. d.—Cf.: *serpentina*.
- *RICHELLITA.—Composición probable: Ca₃Fe₁₀⁺⁺⁺ [(OH, F)₃ | (PO₄)₂]₄ · nH₂O.
- RICHETITA.—Parece ser un óxido de *Pb*, *U* hidratado (monoclínico, en plaquitas pseudoexagonales de (0,1 mm.)).
- **RICHMONDITA (1).—Mezcla de *freibergita*, *galenita*, *blenda*, etc.

- RICHMONDITA (2).—Composición probable: $\text{AlPO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
- *RICHTERITA.— $(\text{Na}, \text{K})_{2-3}(\text{Ca}_{2-3}\text{Mn}_{1-2}\text{Mg}_{10})$
 $[(\text{O}, \text{OH})_4 | (\text{Al}, \text{Fe}^{+++})_{0-1}\text{Si}_{15-16}\text{O}_{44}]$.
- **RIEBECKITA.— $(\text{Na}, \text{K})_{4-6}\text{Ca}_{0-1}\text{Mg}_{0-2}\text{Fe}_{3-8}^{++}\text{Fe}_{0-6}^{+++}$
 $[(\text{O}, \text{OH})_4 | \text{Al}_{0-1}\text{Si}_{15-16}\text{O}_{44}]$.
- *RIEMANNITA.—N. e. d.—Cf.: *alofana*.
- *RILANDITA.—N. e. d.—Composición probable:
 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.
- *RIMPYLITA.—Variedad de *hornablenda*.
- *RINKITA.— $\text{Na}(\text{Ca}, \text{Ce})_2(\text{Ti}, \text{Ce})[\text{F} | (\text{SiO}_4)_2]$.
- RINKOLITA.—Es *rinkita* estroncífera.
- RINNEITA.— $\text{K}_3\text{Na}[\text{FeCl}_6]$.
- RIOLITA.—N. e. d.—Sin.: *rionita*.—Se aplicó a *tetraedrita* bismutífera y a *culebrita*.
- **RIONITA.—Sin.: *riolita*.—Se aplicaba este nombre *tetraedrita* bismutífera y a *culebrita*.
- **RIPIDIOLITA.—Sin.: *rihpidiolita*, *proclorita*.—

$$\left\{ \begin{array}{l} (\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_3[(\text{OH})_2 | \text{Al}_{1,2-1,3}\text{Si}_{2,8-2,5}\text{O}_{10}] \\ \text{Hg}_3(\text{OH})_6 \end{array} \right\}$$
- *RIPONITA.—N. e. d.—Cf.: *marialita* (turbia) (Ripón).
- **RISOERITA.— $(\text{Y}, \dots)(\text{Nb}, \text{Ti})\text{O}_4$.
- *RISSEITA.—N. e. d.—Cf.: *auricalcita*.
- RITTINGERITA.—N. e. d.—Cf.: *xantokon*.
- *RIVAITA.—N. e. d.—Sin.: *veaumurita*.—Mezcla de *wollastonita* y *vidrio* (originado probablemente por desvitrificación de la lava). (Vesubio.)
- **RIVERSIDEITA.— $\text{Ca}_5\text{H}_2[\text{Si}_3\text{O}_9]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- *RIVOTITA.—N. e. d.—Mezcla de *malaquita* y *estibiconita*.
- *RIZOPATRONITA.—N. e. d.—Cf.: *patronita*.
- *ROBELLAZITA (?).—Contiene *V*, *Nb*, *Ta*, *W*, *Al*, *Fe*, *Mn*.
- ROBERTSONITA.—Sulfuro de cinc coloidal.—Cf.: *brunckita*.
- ROBINSOITA.— $7\text{PbS} \cdot 6\text{Sb}_2\text{S}_3$.
- *ROCHLANDITA.—N. e. d.—Cf.: *serpentina*.
- *ROCHLEDERITA.—Resina parecida al ámbar.
- ROCKBRIDGEITA.— $(\text{Fe}^{++}, \text{Mn})\text{Fe}_4^{+++}[(\text{OH})_5 | (\text{PO}_4)_3]$.
- **ROCKLANDITA.—Variedad de *serpentina*.
- RODALITA.—Sin.: *rhodalita*.—Arcilla de color rosa debido al Fe (ROCA).
- RODESITA.—Sin.: *rhodesita*.— $(\text{Ca}, \text{Na}, \text{K})_{18}[\text{Si}_{33}\text{O}_{80}] \cdot 24\text{H}_2\text{O}$.
- RODITA.—Sin.: *rodita*.—Aleación de oro y rodio.
- RODIZITA.—Sin.: *rhodizita*.— $\text{KNaLi}_4\text{Al}_4[\text{Be}_3\text{B}_{10}\text{O}_{27}]$.

- *RODOCROMO.—Sin.: *rhodocromo*.—Cf.: *ortoclorita* (cromífero).
- *RODOCROSITA.—Sin.: *rhodocrosita*.— MnCO_3 .
- *RODOFILITA.—N. e. d.—Sin.: *rhodophyllita*.—Cf.: *apatita* (manganisífera).
- RODOITA.—N. e. d.—Sin.: *rhodoita*.—Cf.: *eritrina*.
- **RODOLITA.—N. e. d.—Sin.: *rhodolita*.—Cf.: *piropa*.
- *RODONITA.—Sin.: *rhodonita*.— $(\text{Mn}, \text{Fe}, \text{Ca})[\text{SiO}_3]$.
- RODOTILITA.—N. e. d.—Sin.: *rhodotilita*.—Cf.: *inesita*.
- RODUSITA.—Sin.: *rhodusita*.—Variedad de *erossita*.
- **ROEBLINGITA.— $\text{PbCa}_3\text{H}_6[\text{SO}_4 | (\text{SiO}_4)_3]$ o bien $\text{PbSO}_4 \cdot 3\text{CaH}_2[\text{SiO}_4]$.
- *ROEMERITA.— $\text{Fe}^{++}\text{Fe}_2^{+++}[\text{SO}_4]_4 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$.
- ROENITA.—Sin.: *rhoenita*.—Es *aenigmatita* con bastante Fe^{+++} , *Al*, así como *Mg*.
- ROENTGENITA.— $\text{Ca}_2\text{Ce}_3[\text{F}_3 | (\text{CO}_3)_5]$.
- ROEPPERITA.—Cf.: *ferroknebelita* con *Zn* y *Mg* (y con algo de carbonato de Mn).— $(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Zn}, \text{Mg})_2[\text{SiO}_4]$.
- ROESSLERITA.—Nombre genérico que comprende a la *fosfoesslerita* y a la *arsenoroesslerita*.
- ROETEL.—Sin.: *hematites roja terrosa*, *almagre*, *ocre rojo*.
- ROETTISITA.—Probable variedad de *antigorita*.
- **ROGERSITA (?).—Se aplica: 1) a un producto de descomposición de *samaraskita*, y 2) a *lausenita* (en desuso).
- **ROMANECHITA.—N. e. d.—Se aplicaba bien a designar *tsilomelana* o bien a *criptomelana*.
- *ROMANZOVITA.—N. e. d.—Cf.: *hessonita*.
- *ROMBARSENITA.—N. e. d.—Sin.: *rhombarsenita*.—Cf.: *claudetita*.
- *ROMBOCLASA.—Sin.: *romboclasa*.— $\text{Fe}^{+++}\text{H}[\text{SO}_4]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
- *ROMEINA.—N. e. d.—Cf.: *roméita*.
- *ROMÉITA.—Sin.: *ocre de antimonio*.— $(\text{Ca}, \text{NaH})\text{Sb}_2\text{O}_6$
 $(\text{O}, \text{OH}, \text{F})$.
- ROOSEVELTITA.—Modificación polimorfa (monoclínica).— $\alpha\text{-Bi}[\text{AsO}_4]$
- **ROSASITA.— $(\text{Cu}, \text{Zn})_2[(\text{OH})_2 | \text{CO}_3]$.
- **ROSCOELITA.— $\text{KV}_2[(\text{OH})_2 | \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$.
- ROSCHERITA.— $(\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Fe})_2\text{Al}[(\text{OH}) | (\text{PO}_4)_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- *ROSEITA.—N. e. d.—Cf.: *muscovita* alterada.
- **ROSELITA.—Modificación polimorfa (monoclínica).— $\alpha\text{-Ca}_2\text{Co}[\text{AsO}_4]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

- ROSELLANA.—N. e. d.—*Anortita* descompuesta.—Cf.: *rosita* (2).
- **ROSENBUSCHITA.—(Na, Ca)₃(Fe, Ti, Zr)[F | (SiO₄)₂].
- *ROSENITA.—N. e. d.—Cf.: *plagionita*.
- *ROSICKYITA.—Modificación polimorfa (monoclínica prismática) del azufre [γ -S].
- ROSICLER.—Nombre genérico que agrupa a *proustita* y a *pirargirita*.
- *ROSIERESITA.—Probablemente es *evansita* con Pb y Cu.
- ROSINCA.—Nombre comercial de *rodocrosita* (Suramérica).
- *ROSITA (1).—N. e. d.—Cf.: *wolfsbergita*.
- ROSITA (2).—N. e. d.—Sustancia *pinitica* pseudomorfa según *anortita* (cf.: *rosellana*).
- *ROSOLITA.—N. e. d.—Cf.: *grossularia* (roja).
- **ROSSITA.—Ca[V₂O₆] · 4H₂O.
- *ROSTREAVORITA.—N. e. d.—Cf.: *epidota* (fibrorradiada).
- *ROSTERITA.—Variedad óptica de *berilo*.
- *ROSTHORNITA.—*Resina* parecida al ámbar.
- ROTHOFFITA.—N. e. d.—Cf.: *andradita* (manganisífera).
- *ROUBSCHITA.—N. e. d.—Cf.: *magnesita*.
- **ROWEITA.—CaMn[HBO₃]₂.
- *ROWLANDITA.—Probablemente *talenita* isotropizada.—Composición quizá: (Y, La, Ce)₁Fe[F | Si₂O₇]₂ (?).
- ROYITA.—N. e. d.—Cf.: *cuarzo* oscuro (con inclusiones de *limonita* y *biotita*).
- *RUBELANA.—Producto de descomposición de *biotita*.
- *RUBELITA.—Variedad roja de *turmalina*.
- *RUBÍ.—Sin.: *rubí oriental*.—Variedad roja de *corindon* hialino (piedra preciosa).
- RUBÍ ESTRELLADO.—*Rubí* con asterismo.
- *RUBÍ ORIENTAL.—Sin.: *rubí*.—Variedad roja de *corindon* hialino (piedra preciosa).
- *RUBICELLA.—N. e. d.—Cf.: *espinela* (amarillo naranja).
- *RUBIDIO.—Elemento químico núm. 37 de orden en la tabla periódica de elementos.—*Rb*.
- *RUBIDIOMICROCLINA.—Variedad de *microclina* con aproximación del 3 por 100 en peso de Rb₂O.
- *RUBIESITA.—Probablemente mezcla de sulfuros (Serranías de Ronda).
- RUBINBLENDA.—Se aplica a una variedad de *blenda* de cinc y se aplicó a *proustita* o *pirargirita*.

- *RUBINEISEN.—N. e. d.—Sin.: *hierro rubí*.—Cf.: *lepidocrocita*.
- RUBINESPINELA.—Nombre comercial de *espinela* rojo sangre.
- RUBINGIRASOL (al.).—Sin.: *ojo de gato rubí*.
- RUBINGLIMMER (al.).—Sin.: *mica rubí*.—Cf.: *lepidocrocita*.
- *RUBISLITA.—Probablemente es *clorita* verde.
- *RUBRITA.—MgFe₂⁺⁺⁺[SO₄]₄ · 18H₂O.
- *RUMAENITA.—*Resina* parecida al ámbar.
- RUMONGITA.—N. e. d.—Cf.: *ilmenorutila*.
- **RUMPFITA.—Sin.: *esheridanita*, *grochavita*.—
- $$\left(\begin{array}{c} (\text{Mg, Al})_3[(\text{OH})_2 | \text{Al}_{(1,2-1,5)}\text{Si}_{(2,8-2,5)}\text{O}_{10}] \\ \text{Mg}_3(\text{OH})_6 \end{array} \right)$$
- *RUSSCOBALTO.—Variedad de *asbolana*.
- *RUSSELITA.—(Bi₂, W)O₃.
- RUSTITA.—Sin.: *ayasita*.
- *RUTENIO (1).—Elemento químico núm. 44 de orden de la tabla periódica de elementos.—*Ru*.
- RUTENIO (2).—*Ru*.—Cristaliza en el sistema exagonal.
- *RUTENITA.—N. e. d.—Cf.: *jaipurita*.
- RUTENOSMIRIDIO.—Composición: 40 % Ir, 40 % Os y 20 % Ru.—Cristaliza en el sistema exagonal.
- **RUTHERFORDINA.—[UO₂ | CO₃].
- *RUTHERFORDITA.—Equivale a *fergusonita*.
- **RUTILA.—Modificación polimorfa (ditetragonal dipiramidal).—[P₄/mmm].—TiO₂.

S

- SAAMITA.—Variedad de *apatita* (contiene SrO y cierta cantidad (3-5 %) de tierras raras).
- SABUGALITA.—AlH[UO₂ | PO₄]₄ · 16H₂O.
- *SACCHARITA.—N. e. d.—Mezcla granuda de *plagioclasa* y *cuarzo* en *serpentina*.
- *SAFFLORITA.—CoAs₂.
- **SAFIRINA.—Mg₂Al₄[O₆ | SiO₄].
- SAFIRO.—Sin.: *zafiro*.—Variedad azul del *corindon*.
- *SAFRANITA.—N. e. d.—Nombre comercial propuesto de *ci-tranita*. No ha sido aceptado.
- *SAGENITA.—Cf.: *rutila* (finamente acicular).
- SAHAMALITA.—(Ce, La, Nd)₂(Mg, Fe)[CO₃]₁.
- **SAHLINITA.—Pb₁₁[Cl₁ | O₆ | (AsO₄)₂].

- *SAHLITA.—N. e. d.—Cf.: *salita* (piroxeno de Sala).
 SAKIITA.—Cf.: *hexahidrita* (exahidrita).
 *SAL DE GLAUBER.—Sin.: *Glaubersalz* (al.), *mirabilita*.—
 $\text{Na}_2[\text{SO}_4] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.
 SAL DE PIEDRA.—Sin.: *halita*, sal común.
 **SALAIITA.—N. e. d.—Cf.: *salita*.
 **SALAMMONIACO.—Sin.: *Salmiac* (al.).—Modificación poli-
 morfa (cúbica).
 *SALAMMONITA.—N. e. d.—Cf.: *salammoniaco*.
 *SALDANITA.—N. e. d.—Cf.: *alunógeno*.
 **SALÉEITA.— $\text{Mg}[\text{UO}_2 | \text{PO}_4]_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.
 *SALESITA.— $\text{Cu}[\text{IO}_3\text{OH}]$.
 SALITA.—Cristal de mezcla del sistema (*diópsida-hedenbergi-
 ta*). Su composición corresponde a 2 *diópsida* + 1 *heden-
 bergita*.
 SALITER (al.).—N. e. d.—Cf.: *nitrocalcita*.
 *SALITRE.—Sin.: *nitrocalita*, *nitropotásico*.— KNO_3 .
 *SALMIAK (al.).—Cf.: *salammoniaco*.
 *SALMITA.—Variedad de *cloritoide* manganesífera.
 *SALMOITA (?).—Probablemente es *fosfato básico de cinc*.
 **SALMONSITA.—Cf.: *huréaulita hidroxilferrifera*.—
 $(\text{Mn}, \text{Fe}^{+++})_3\text{H}_2[\text{PO}_4 \cdot (\text{OH})_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
 *SALVADORITA.—N. e. d.—Cf.: *krochukita* (de Quetana
 (Chile)).
 *SAMMARSKITA.—Sin.: *yttroniobita*, *ytrocolumbita*.—
 $(\text{Y}, \text{Er})_4[(\text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_7]_3$.
 SAMARSKITA-WIJKITA.—Probablemente es una pseudomorfo-
 sis. Contiene *Ta*, *Ti* tierras de *cerio* y de *itrio*, *U*, *SiO*₂,
 etcétera. Es muy radioactivo.
 **SAMIRESITA.—Sin.: *pirocloro uranífero*.
 *SAMOITA (?).—Mezcla de un mineral (probablemente) que
 puede ser *montmorillonita*, y de otro mineral que puede
 ser *labradorita*.
 SAMPLEITA.— $\text{CaNaCu}_3[\text{Cl} | (\text{PO}_3)_4] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.
 *SAMSONITA.— $2\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{MnS} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$.
 SANBORNITA.— $\text{Ba}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$.
 SANDARACHAT (al.).—Sin.: *rejalgar*.
 *SANDBERGERITA.—N. e. d.—Mezcla (?) de *tenantita* inci-
 fera y *muscovita* meteorizada.
 SANDERITA.— $\text{Mg}[\text{SO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
 *SANDFORDITA.—N. e. d.—Cf.: *rickardita*.

- **SANGUINA.—N. e. d.—Cf.: *hematites roja*.
 **SANGUINITA (?).—Es un *sulfarsenito de plata* desconocido.
 Probablemente se tratará de *proustita*.
 **SANIDINA.— $\text{K}[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_8]$.
 SANMARTINITA.— $(\text{Zn}, \text{Fe})[\text{WO}_4]$.
 **SANTILITA.—N. e. d.—Es costra de *ópalo*.
 **SAPONITA.— $\left. \begin{array}{l} \text{Mg}_3[(\text{OH})_2 | \text{Al}_{0.33}\text{Si}_{3.67}\text{O}_{10}]^{0.33-} \\ \text{Na}_{0.33}(\text{H}_2\text{O})_4 \end{array} \right\}$
 SAPONITA ALUMÍNICA.—Variedad de *saponita*.—Cf.: *saponita*.
 SAPONITA NIQUELÍFERA.—Sin.: *niquelsaponita*, *pimelita*.
 *SAPPARITA.—N. e. d.—Cf.: *distena*.
 *SAPPERITA.—Se trata de «celulosa mineral» (?).
 *SAPROMINITA.—N. e. d.—Cf.: *carbón* con estructuras de
 algas.
 *SARAWAKITA (?).—Probablemente es un *oxicloruro de anti-
 monio*.
 *SARCITA.—Probablemente es un mineral idéntico a *leucita*.
 SARDER.—Cf.: *carneola* parda.
 *SARDINIANITA.—N. e. d.—Cf.: *anglesita* (monoclínica).
 *SARDÓNICE.—Cf.: *agata fajcada* (en blanco y negro).
 *SARGANCITA.—N. e. d.—Cf.: *braunita*.
 *SARKINITA.— $\text{Mn}_2[\text{OH} | \text{AsO}_4]$.
 SARKOLITA (1).—N. e. d.—Cf.: *gmelinita*.
 **SARKOLITA (2).— $(\text{Ca}, \text{Na})_3[\text{O}_2 | (\text{Al}(\text{Al}, \text{Si})\text{Si}_2\text{O}_8)_6]$ (?).
 *SARKOPSIDA.— $(\text{Fe}^{++}, \text{Mn}, \text{Ca}, \text{Mg})_7[\text{F}_2 | (\text{PO}_4)_4]$.
 SARMIENTITA.—Quizás sea *pitticita*.—
 $\text{Fe}_2^{+++}[\text{OH} | \text{SO}_4 | \text{AsO}_4] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
 SAROSPATITA.—Probablemente es *variedad de illita*.
 *SARTORITA.—Sin.: *escleroclasa*.— $\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$.
 *SASBACHITA (?).—Cf.: *ceolita dudosa*.
 **SASSOLINA.— $\text{B}(\text{OH})_3$.
 *SÄTERSBERGITA.—N. e. d.—Cf.: *loellingita*.
 *SAUALPITA.—N. e. d.—Cf.: *zoisita*.
 *SAUCONITA.—Cf.: *saponita cincífera*.
 **SAUSSURITA.—Cf.: *plagioclasa* rica en *anortita*. Su com-
 ponente anortítico se ha transformado en *zoisita*, *escafo-
 lita*, etc., guardando las formas (pseudomorfosis), mien-
 tras el componente *albitico* se mantiene sin alteración.
 *SAVITA.—N. e. d.—Cf.: *natrolita*.
 *SAVODINSKITA.—N. e. d.—Cf.: *hessita*.
 *SAYNITA.—Mezcla de *limcita*, *millerita*, *bismutita*.
 *SCACHITA (1).— MnCl_2 .

- SCACCHITA (2).—N. e. d.—Cf.: *monticellita*.
 SCACCHITA (3) (?).—Polvo color ladrillo rojo procedente de la lava del Vesubio.
 SCACCHITA (4).—N. e. d.—Es *seleniuro de plomo* muy dudoso.
 *SCARBROITA (?).—Silicato de Al con H₂O. Parece ser idéntico a *collyrita*.
 SCAWTITA.—Sin.: *escawtita*.—6Ca[SiO₃] . CaCO₃ . 2H₂O.
 SCORZALITA.—Sin.: *escorzalita*.—(Fe⁺⁺, Mg)Al₂[OH]PO₄]₂.
 **SCOTIOLITA.—Sin.: *escotiolita*.—Probablemente variedad de *nontronita*.
 *SCOULERITA.—Sin.: *escoulerita*.—N. e. d.—Cf.: *thomsonita*.
 *SCOVILLITA.—Sin.: *escovillita*, *rhabdofana*.
 *SCHADEITA (?).—Sin.: *eschadeita*.—Quizá: *plumbogummita* amorfa.
 SCHAEZELLITA.—Sin.: *eschaetzellita*.—N. e. d.—Cf.: *silzina*.
 **SCHAFARZIKITA.—Sin.: *escharfarsikita*.—FeSb₂O₄.
 *SCHAEFFNERITA.—Sin.: *escharffnerita*.—N. e. d.—Cf.: *mottramita*.
 *SCHAIRERITA.—Sin.: *eschairerita*.—Na₃[(F, Cl) | SO₄].
 SCHANJAWSKITA (?).—Sin.: *eschanjawskita*.—Es idéntico al *alumogel*.
 SCHALENBLENDA.—Sin.: *eschalenblenda*.—Blenda fajeada formada por *wurtzita* y *blenda* (de cinc).
 **SCHALLERITA.—Sin.: *eschallerita*.—
 (Mn, Fe)₁₄[(OH)₁₄ | (Si, As)₁₄O₃₅]
 **SCHAPBACHITA (1).—Sin.: *eschapbachita*.—Modificación polimorfa (rómica).—[α-AgBiS₂].
 SCHAPBACHITA (2).—Sin.: *eschapbachita*.—Modificación polimorfa (cúbica).—[β-AgBiS₂].
 **SCHARIZERITA.—Sin.: *escharizerita*.—Compuesto hidrocarburo que contiene *nitrogeno*.
 *SCHAUMKALK (al.).—Sin.: *espuma calcárea*.—Cf.: *aragonita* (en escamas hojosas pseudomorfas según yeso).
 *SCHEELITA.—Sin.: *escheelita*.—Ca[WO₄].
 *SCHEELITINA.—Sin.: *escheelitina*.—N. e. d.—Cf.: *stolzita*.
 *SCHEERERITA.—Sin.: *escheererita*.—Mezcla de *hidrocarburos*.
 **SCHEFFERITA.—Sin.: *eschefferita*.—Cristal de mezcla del sistema: (*diópsida-hedenburgita*) en proporciones aproximadas de 1 a 1 (sustitución, en parte, de Ca por Mn).
 SCHERBAKOWITA.—Sin.: *escherbakowita*.—(K, Ba)₂Na
 (Ti, Nb)₂[Si₂O₇]₂.

- *SCHERBENCOBALTO.—Sin.: *escherbencobalto*.—Variedad de *arsénico*.
 *SCHERNIKITA.—N. e. d.—Sin.: *eschernikita*.—Cf.: *muscovita*.
 *SCHERTELITA.—Sin.: *eschertelita*.—(NH₄)₂MgH₂[PO₄]₂ . 4H₂O.
 **SCHILKINITA.—Sin.: *eschilkinita*.—Probablemente es una *hidromuscovita*.
 **SCHILLERSPAT (al.).—Sin.: *bastita*, *eschillerspat*.—Pseudomorfosis de *serpentina* según *broncita*.
 SCHIRMERITA (1).—Sin.: *eschirmerita* (1).—N. e. d.—Mezcla de Au, Ag, Te, Fe.
 **SCHIRMERITA (2).—Sin.: *eschirmerita* (2).—PbS . 2Ag₂S . 2Bi₂S₃.
 SCHISCHIMSKITA.—Sin.: *eschischimskita*.—Mezcla de *perowskita*-*espinela*-*magnetita*-*hematites*.
 *SCHIZOLITA.—Sin.: *eschizolita*.—(Ca, Mn)₂NaH[SiO₃]₃.
 *SCHLACKENKOBALT (al.).—Sin.: *cobalto de escorias*.—Cf.: *safflorita*.
 SCHLANITA.—Sin.: *eschlanita*.—Resina probablemente similar al ámbar.
 *SCHMOELLNITZITA.—Sin.: *eschmoellingita*, *szomolnokita*.—Fe[SO₄] . H₂O.
 *SCHNEEBERGITA.—Sin.: *eschneebergita*.—Cf.: *roméita*.
 *SCHNEIDERITA.—Sin.: *eschneiderita*.—N. e. d.—Cf.: *laumontita*.
 *SCHOENITA.—Sin.: *eschoenita*, *pikromerita*.—
 K₂Mg[SO₄]₂ . 6H₂O.
 **SCHOEPITA.—Sin.: *eschoepita*.—8[UO₂ | (OH)₂] . 8H₂O.
 SCHOERL (al.).—Sin.: *eschoerlo*, *chorlo*.—Turmalina negra.—NaFe₃⁺⁺Al₆[(OH)₁₃ | (BO₃)₃ | Si₆O₁₈].
 *SCHOHARITA.—Sin.: *eschoharita*.—N. e. d.—Cf.: *barita fibrosa* mezclada con *cuarzo*.
 SCHOLZITA.—Sin.: *escholzita*.—CaZn₂[PO₄]₂ . 2H₂O.
 SCHORLITA (1).—Sin.: *eschorlita* (1).—N. e. d.—Cf.: *Schoerl* (al.).
 SCHORLITA (2).—Sin.: *eschorlita* (2).—N. e. d.—Variedad de *topacio* (*piknita*).
 **SCHORLOMITA.—Sin.: *eschorlomita*.—Variedad de *melanita*.
 SCHORSUITA.—Sin.: *eschorsuita*.—Probablemente un cristal de mezcla del sistema (*pickeringita*-*halotrichita*).

- SCHRAUFITA.—Sin.: *eschraufita*.—Resina parecida al ámbar.
- SCHREIBERSITA (1) (?).—Sin.: *eschreibersita* (1) (?).—Quizá sea Cr_2S_3 meteórico.
- **SCHREIBERSITA (2).—Sin.: *escheibersita* (2), *rhabdita*.—Es frecuente en meteoritos.—(Fe, Ni, Co)₃P.
- **SCHROECKINGERITA.—Sin.: *eschroeckingerita*.— $\text{NaCa}_3[\text{UO}_2 | \text{F} | \text{SO}_4 | (\text{CO}_3)_3] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.
- **SCHROETTERITA.—Sin.: *eschroetterita*.—N. e. d.—Mezcla de *halloysita* y *variscita*.
- SCHUBNIKOWITA.—Sin.: *eschubnikowita*.—Cloro-arseniato de Cu, Ca, K.
- **SCHUCHARDTITA.—Sin.: *eschuchardtita*.—Variedad probable de *antigorita*.
- SCHUETZITA.—Sin.: *eschuetzita*.—N. e. d.—Cf.: *celestina*.
- SCHUILINGITA.—Sin.: *eschuilingita*.—Carbonato de Cu, Pb insuficientemente conocido.
- *SCHULTENITA.—Sin.: *eschultenita*.— $\text{PbH}[\text{AsO}_4]$.
- **SCHULZENITA.—Sin.: *eschulzenita*.—Mineral parecido o quizás idéntico a *transvaalita*.
- *SCHULZITA.—N. e. d.—Sin.: *eschulzita*.—Cf.: *geocronita*.
- *SCHUNGITA.—Sin.: *eschungita*.—Antracita muy rica en C.
- *SCHWARTZEMBERGITA.—Sin.: *eschwartzembergita*.— $\text{Pb}_3[\text{Cl}_3\text{O}_3 | \text{IO}_3]$.
- SCHWATZITA.—N. e. d.—Cf.: *schwazita*.
- **SCHWAZITA.—Sin.: *eschwazita*.—Cf.: *tetraedrita* (mercurífera).
- SCHWEIZERITA.—Sin.: *eschweizerita*.—N. e. d.—Cf.: *serpentina* (compacta).—Generalmente es *crisotila*, accidentalmente *antigorita*. No tiene textura de pequeños cilindritos o rodillos.
- **SCHWIMMKIESEL (al.).—Sin.: *ópalo esponjoso*.—Cf.: *ópalo* (esponjoso), de origen organógeno.
- **SEAMANITA.— $\text{Mn}_3[\text{PO}_4 | \text{BO}_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.
- *SEARLESITA.— $\text{NaB}[\text{Si}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$.
- *SEBESITA.—N. e. d.—Cf.: *grammatita* (Sebes).
- *SEEBACHITA.—Cf.: *chabasita* (sodífera).
- **SEELANDITA.—Nombre equivocado.—Cf.: *epsomita*.
- SEFSTROEMITA.—Sin.: *selfstroemita*.—Mezcla de uno o dos minerales, metamictos, con *rutila* e *ilménita*.
- **SELADONITA.— $(\text{K}, \text{Ca}, \text{Na})_{<1}(\text{Al}, \text{Fe}^{+++}, \text{Fe}^{++}, \text{Mg})_2[(\text{OH})_2 | \text{Al}_{0,11}\text{Si}_{3,89}\text{O}_{10}]$.
- *SELBITA.—N. e. d.—Mezcla de *argentita*, *dolomita*, y otros.

- *SELENIO (1).—Elemento químico núm. 34 de orden de la tabla periódica de elementos.—Se.
- SELENIO (2).—Se. Polimorfo. Cristaliza: Modificaciones: α , β (sistema monoclinico). Modificación: γ (sistema trigonal).
- SELENIO (3).—Se *nativo* (modificaciones monoclinica y trigonal).
- SELENIOAZUFRE.—Sin.: *Selenschwefel* (al.).—Mezcla diadójica de azufre con algo de selenio.
- SELENIOBISMUTITA.—N. e. d.—Cf.: *guanajuatita*.
- SELENIOSALITA.—Probablemente es *cosalita cobaltífera* o *galenobismutita*.
- **SELENIOCUPRITA.—N. e. d.—Cf.: *berzelianita*.
- SELENIOJAROSITA.—Cf.: *jarosita* (con casi 0,2 % SeO_4 que sustituye a SO_4 en esa proporción).
- *SELENIOKOBELLITA.—Cf.: *kobellita selenífera*.— $\text{Pb}_2(\text{Bi}, \text{Sb})_2(\text{S}, \text{Se})_3$ (?) con 5-6 % Se.
- *SELENIOLITA (?).—Sin.: *selenolita*.— SeO_2 .
- *SELENIOMERCURIO.—N. e. d.—Cf.: *tiemanita*.
- SELENIOPLOMO.—N. e. d.—Cf.: *clausalita*.
- SELENIOSIEGENITA.—Variedad de *siegenita* (con más de 11 % Se y más del 3,5 % Te).
- *SELENIOTELURO.—Sin.: *Selentelur* (al.).—Se su tituye diadójicamente al Te: (Te, Se) (con Se hasta el 30 % en peso).
- SELENOVAESITA.—Variedad de *vaesita* con proporción comprendida 13,7-19,7 % Se.
- *SELENITA.—Sin.: *veso*.
- *SELENOLITA.—Sin.: *seleniolita*.— SeO_2 .
- *SELENSCHWEFEL (al.).—Sin.: *selenioazufre*.—Mezcla diadójica de azufre con algo de Se.
- SELENTELUR (al.).—Sin.: *selenioteluro*.—Se sustituye diadójicamente al Te. (Te, Se) con Se hasta 30 % en peso.
- **SELFSTROEMITA.—Sin.: *selfstroemita*.—Mezcla de uno o dos minerales metamictos con *rutila* e *ilménita*.
- **SELIGMANNITA.— $2\text{PbS} \cdot \text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$.
- *SELWYNITA.—Parecido al *bol cromífero*.
- **SELLAITA.— MgF_2 .
- *SEMELINA.—N. e. d.—Cf.: *titanita*.
- **SEMSEYITA.— $9\text{PbS} \cdot 4\text{Sb}_2\text{S}_3$.
- *SENAITA.—*Pirofanita* con Fe y Pb.
- **SENARMONTITA.—Modificación polimórfica (cúbica).— Sb_2O_3 .
- SENGHERITA.— $\text{Cu}[\text{UO}_2 \cdot \text{VO}_4]_2 \cdot (8-10)\text{H}_2\text{O}$.

- **SEPIOLITA.—Sin.: *espuma de mar*.—
 $Mg_4[(H_2O)_3 | (OH)_2 | Si_6O_{15}] \cdot 3H_2O$.
- **SERANDITA.—(Mn, Ca)₂NaH[SiO₃]₃.
- *SERBIANA.—N. e. d.—Cf.: *miloschina* (probablemente es *bol cromífero*).
- *SERENDIBITA.—(Ca, Mg)₃(AlO)₃[BO₃ | (SiO₄)₃].
- **SERICITA.—Variedad compacta de *muscovita*.
- *SERIKOLITA.—N. e. d.—Cf.: *calcita*.
- *ŠERNIKITA.—N. e. d.—Cf.: *muscovita*.
- *SERPENTINA.—Sin.: *antigorita*.— $Mg_6[(OH)_8 | Si_4O_{10}]$.
- *SERPIERITA.—Ca(Cu, Zn)₄[(OH)₃ | SO₄]₂ · 3H₂O.
- SERPOCLORITA.—Variedad de *clorita*.
- SERPOFITA.—Cf.: *serpentina* (compacta).
- **SERRASTEIN (al.).—Sin.: *Piedra de serra*.—N. e. d.—Cf.: *calcedonia* (fajeada).
- *SETTLINGITA.—*Resina* parecida al ámbar.
- SEVERGINITA.—*Axinita* con algo más de *Mn* de lo corriente.—Cf.: *tinzenita*.
- **SEVERITA.—N. e. d.—Cf.: *caolinita* (St. Sévère).
- *SEXANGULITA (?).—*Galenita* pseudomorfa según *piromorfita*.
- *SEYBERTITA.—N. e. d.—Cf.: *clintonita*.
- *SEYRIGITA.—Cf.: *molybdoscheelita*.
- SHANDITA.—Sin.: *eshandita*.—Modificación polimorfa (romboédrica).—β-Ni₃Pb₂S₂.
- *SHANNONITA.—Sin.: *eshannonita*, *monticellita*.
- SHANYAOSKITA.—Sin.: *eshanyaoskita*.—Cf.: *shanjawoskita*.
- **SHARPITA.—Sin.: *esharpita*.—[UO₂ | CO₃] · H₂O.
- **SHATTUCKITA.—Sin.: *eshattuckita*.—Composición aproximada: (Cu, Ca)₃[Si₃O₉] · 1.5H₂O (criptocristalino).
- **SHEPARDITA.—Sin.: *eshepardita*.—N. e. d.—Cf.: *brucita*.
- **SHERIDANITA.—Sin.: *grochauita*, *rumpfita*, *esheridanita*.—

$$\left\{ \begin{array}{c} (Mg, Al)_3[(OH)_2 | Al_{1.2-1.5} Si_{2.8-2.5} O_{10}] \\ Mg_3(OH)_6 \end{array} \right\}$$
- SHILKINITA.—Sin.: *eshilkinita*.—Cf.: *schilkinita*.
- *SHINKOLOBWITA.—Sin.: *eshinkolobwita*.—N. e. d.—Cf.: *sklodowskita*.
- SHISHIMSKITA.—Sin.: *eshishimskita*.—Cf.: *schichimskita*.
- SHORSUITA.—Sin.: *eshorsuita*.—Cf.: *schorsuita*.
- *SHORTITA.—Sin.: *eshortita*.—Na₂Ca₂[CO₃]₃.
- SHUBNIKOVITA.—Sin.: *eshubnikovita*.—Cf.: *schubnikovita*.
- SIALITA.—Nombre de *ROCA* aplicable a arcillas. Meteorización

- sialítica*, se contraponen a la meteorización *altica* (bauxítica).
- *SIBERITA.—N. e. d.—Cf.: *rubellita*.
- *SICKLERITA.—Li₂₁ (Mn⁺⁺, Fe⁺⁺⁺)[PO₄].
- **SIDERAZOTITA.—Sin.: *silvestrita*.—Cristal de mezcla (fase ε en el sistema *Fe-N*).
- *SIDERETINA.—N. e. d.—Cf.: *pitticita*.
- *SIDERITA (1).—Sin.: *siderosa*.—FeCO₃.
- SIDERITA (2).—N. e. d.—Cf.: *zafiro-cuarzo*.
- SIDERITA (3).—N. e. d.—Cf.: *lazulita*.
- SIDERITA (4).—N. e. d.—Cf.: *farmacosiderita*.
- SIDERITA (5).—N. e. d.—Cf.: *hornablenda*.
- SIDERITE (fr.).—Clase de *ferrometeoritos*.
- *SIDEROBORINA.—N. e. d.—Cf.: *lagonita*. (Mezcla de *sassolina* y *limonita*.)
- **SIDEROCALCITA (1).—N. e. d.—Cf.: *dolomita* (ferífera).
- SIDEROCALCITA (2).—N. e. d.—Cf.: *climoclasa*.
- SIDEROCONITA.—N. e. d.—Sin.: *siderokonita*.—Cf.: *caliza* impurificada con *limonita* (ROCA)
- *SIDEROCROMO.—N. e. d.—Cf.: *cromita*.
- *SIDERODOTA.—N. e. d.—Cf.: *siderosa* (algo calcífera).
- **SIDEROFILITA.—KFe₃[(OH)₂ | AlSi₃O₁₀].
- *SIDEROGEL.—*Hematites parda* amorfa (relativamente poco frecuente).
- SIDEROKONITA.—N. e. d.—Sin.: *sideroconita*.—Cf.: *caliza* impurificada con *limonita* (ROCA).
- *SIDERONATRITA.—Na₂Fe⁺⁺⁺[OH | (SO₄)₂] · 3H₂O.
- *SIDEROPIRITA.—N. e. d.—Cf.: *pirita*.
- *SIDEROPLESITA.—N. e. d.—Cf.: *siderosa* magnesífera.
- *SIDEROSA.—Sin.: *siderita* (1).—FeCO₃.
- *SIDEROSCHISOLITA.—N. e. d.—Cf.: *cronstedtita*.
- **SIDEROSILICITA.—Probablemente es *ROCA* (vítrea).
- *SIDEROTANTALITA.—N. e. d.—Cf.: *tantalita*.
- *SIDEROTILA.—Fe[SO₄] · 5H₂O (?).
- *SIDEROXENA.—N. e. d.—Cf.: *bertrandita*.
- *SIEGBURGITA.—*Resina* parecida al ámbar.
- *SIEGENITA.—(Co, Ni)₃S₄.
- *SIGTESITA.—N. e. d.—Mezcla de *albita* y *claeolita* (Sigtesoe).
- *SIHEDRITA.—N. e. d.—Cf.: *estilbita*.
- *SILAONITA.—N. e. d.—Mezcla de *guanajuatita* y *bismuto*.
- *SILESITA.—Mezcla de *hidrocasiterita* y *cuarzo* (parecido a *calcedonia*).

- *SÍLEX.—Sin.: *silexita*.—Minerales compactos de SiO_2 .
- *SILEXITA.—Sin.: *silex*.—Minerales compactos de SiO_2 .
- **SILFBERGITA.—Mezcla de una variedad de *dannemorita* y *magnetita* (manganesífera). (Suecia.)
- SÍLICE.—Nombre genérico de SiO_2 .
- *SILICIO (1).—Elemento químico núm. 14 de orden de la tabla periódica de elementos.—*Si*.
- SILICIO (2).—*Si*. Es polimorfo. [β -*Si*] cristaliza en el sistema cúbico.
- *SILICIOFITA.—N. e. d.—*Serpentina* impregnada por *ópalo*.
- *SILICITA.—N. e. d.—Cf.: *labradorita*.
- *SILICOBOROCALCITA.—N. e. d.—Cf.: *howlita*.
- SILICOCARNOTITA (art.).— $Ca_3[SiO_4 | (PO_4)_2]$ (en escorias).
- SILICOGLASERITA (art.).— $Ca_7[PO_4 | SiO_4]_2$ (sintético).
- SILVANA.—N. e. d.—Mezcla de *Te nativo* y *silvanita*.
- *SILVANITA.—Sin.: *sylvanita*.— $AuAgTe_4$.
- **SILVESTRITA.—Sin.: *siderazotita*.—Cristal de mezcla de la fase ϵ del sistema (Fe-N).
- *SILVIALITA.—N. e. d.—Cf.: *sulfatoescapolita*.
- *SILVINA.—Sin.: *sylvina*.—KCl.
- SILVINITA.—Sin.: *sylvinita*.—Mezcla de *silvina* y *halita*.
- *SILLBOELITA.—N. e. d.—Cf.: *actinolita* (radiofibrosa) (Sillboel).
- SILLENITA.—Modificación polimorfa (cúbica) (intuscentrada). [γ - Bi_2O_3].
- **SILLIMANITA.—Modificación polimorfa (rómica) [$Pbnm$].— $Al^{[6]}Al^{[4]}[O | SiO_4]$
- *SIMETITA.—Resina casi exenta de ácido succínico.
- *SIMLAITA.—N. e. d.—Cf.: *caolinita*.
- *SIMONELLITA.— $C_{13}H_{20}$.
- *SIMONYITA.—N. e. d.—Cf.: *bloedita*.
- SIMPLESITA.—Sin.: *symplesita*.— $Fe_3^{++}[AsO_4]_2 \cdot 8H_2O$.
- SIMPLOTITA.— $CaV_4O_9 \cdot 5H_2O$.
- SIMPSONITA (1).—N. e. d.—Cf.: *magnoforita*.
- **SIMPSONITA (2).— $AlTaO_4$.
- **SINADELFITA.—Sin.: *synadelfita*.— $Mn_4[(OH)_5 | AsO_4]$.
- **SINCOSITA.—Probablemente es isotipa con *meta-autunita*.— $Ca[V(OH)_2 | PO_4]_2 \cdot 3H_2O$.
- SINCHISITA.—Sin.: *synchisita*.— $CaCe[F | (CO_3)_2]$.
- SINGENITA.—Sin.: *syngenita*.— $K_2Ca[SO_4]_2 \cdot H_2O$.
- SINHALITA.— $MgAl[BO_4]$.
- *SINKANITA.—N. e. d.—Mezcla en que predomina *galenita*.

- *SINOPITA.—Arcilla roja. (Anatolia.) (ROCA.)
- SINTAGMATITA.—Sin.: *syntagmatita*.—N. e. d.—Cf.: *hornablenda* (basáltica).
- **SIPYLITA.—Nombre mal puesto.—Cf.: *fergusonita*.
- **SISMONDINA.—N. e. d.—Cf.: *cloritoide*.
- *SITAPARITA.—Sin.: *birbyita*.— $(Mn, Fe)_2O_3$.
- SIZILIANITA.—N. e. d.—Cf.: *celestina*.
- **SJOEGRENITA (1).—N. e. d.—Es *fosfato ferrífero* insuficientemente estudiado.
- SJOEGRENITA (2).— $Mg_6Fe_2[(OH)_{16} | CO_3] \cdot 4H_2O$.
- *SJOEGRUFVITA.— $(Mn, Ca, Pb)_3Fe^{+++}[AsO_4]_3 \cdot 3H_2O$ (?).
- **SKAPOLITA (serie de la ...).—Sin.: *escapolita* (serie de la ...). Nombre genérico que agrupa a los cristales de mezcla del sistema de dos componentes teóricos. *Marialita*: $Na_5[(Cl_2, SO_4, CO_3) | (AlSi_3O_8)_6]$ (*Ma*).—*Mejonita*: $Ca_8(Cl_2, SO_4, CO_3)_2 | (Al_2Si_2O_8)_6$ (*Me*).
- *SKEMMATITA.—Sin.: *esquemmatita*.—Mezcla en que predominan *psilomelana* y *polianita* muy ferríferas.
- SKLERETINITA.—Sin.: *escleretinita*.—Resina parecida al *ámbar*.
- SKLEROKLASA (1).—Sin.: *escleroclase* (1).—Se aplica a *sartorita*. Se aplicaba a *dufrenoyita*.
- *SKLEROKLASA (2).—Sin.: *escleroclase* (2), *sartorita*.— $PbS \cdot As_2S_3$.
- SKLEROSPATITA.—Sin.: *esclerospatita* (?).—Sulfato hidratado de *Fe, Cr* parecido a *knorvüllita*.
- *SKLEROTINA.—Sin.: *esclerotina*.—Resina parecida al *ámbar*.
- **SKLODOWSKITA.—Sin.: *esclodozskita*.— $Mg[UO_2 | SiO_3(OH)]_2 \cdot 5H_2O$.
- *SKOGBOELITA.—Sin.: *escogboelita*.—N. e. d.—Cf.: *tapiolita*.
- SKOLEXEROSE.—Sin.: *escolexerose*.—N. e. d.—Cf.: *mejonita*.
- **SKOLEZITA.—Sin.: *escolecita*.— $Ca[Al_2Si_2O_{10}] \cdot 3H_2O$.
- *SKOLITA.—Sin.: *escolita*.—Quizá idéntica con *glauconita*. Composición probable: $K(Mg, Fe^{++}, Ca)(Al, Fe^{+++})_3H_4Si_6O_{20}$.
- *SKOLOPSITA.—Sin.: *escolopsita*.—Cf.: *noseana coolitizada*.
- **SKORODITA.—Sin.: *eskorodita*.— $Fe^{+++}[AsO_4] \cdot 2H_2O$.
- *SKOTIOLITA.—Sin.: *escotiolita*.—N. e. d.—Cf.: *hisingerita*.
- *SKUTTERUDITA.—Sin.: *escutterudita, esmaltina*.— $CoAs_{3.2}$.
- **SLAVIKITA.—Sin.: *eslavikita*.— $Fe^{+++}[OH | SO_4] \cdot 8H_2O$ (?)

- **SLOANITA.—Sin.: *esloanita*.—N. e. d.—Cf.: *natrolita*.
 **SMALTINA.—Sin.: *escutterudita*, *esmaltina*.— CoAs_3 .
 SMARAGD (al.).—Sin.: *esmeralda*.—Variedad verde del *berilo* (piedra preciosa).
 **SMARAGDITA.—Sin.: *esmeraldita*.—Cf.: *hornablenda* (actinolítica).
 SMARAGDOCALCITA.—Sin.: *esmeraldacalcita*.—N. e. d.—Mezcla de *atacamita* y *dioplasa*.
 *SMARAGDOMALAQUITA.—Sin.: *esmeraldamalaquita*.—N. e. d.—Cf.: *eucroita*.
 *SMEGMATITA.—Sin.: *esmegmatita*.—N. e. d.—Cf.: *montmorillonita*.
 *SMEKTITA.—Sin.: *esmectita*.—N. e. d.—Cf.: *montmorillonita*.
 *SMELITA.—Sin.: *esmelita*.—N. e. d.—Cf.: *caolín*.
 **SMITHITA.—Sin.: *esmithita*.—Modificación polimorfa (monoclínica).— $\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$.
 *SMITHSONITA.—Sin.: *esmithsonita*.— ZnCO_3 .
 SMOLIANINOWITA.—Sin.: *esmolianinowita*.—Arseniato de *Co*, *Ni*, parecido a *eritrina-annabergita*.
 SMYTHITA.—Sin.: *esmithita*.—Composición probable: Fe_3S_4 .
 *SNARUMITA.—Sin.: *esnarumita*.—Variedad de *gedrita*.
 *SOBRALITA.—N. e. d.—Cf.: *piroxmangita*.
 *SODA.—Sin.: *natrita*, *natrón*.— $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.
 **SODAITA.—N. e. d.—Cf.: *escapolita*.
 *SODALITA.— $\text{Na}_8[\text{Cl}_2 | (\text{AlSiO}_4)_6]$.
 SODANITER.—Sin.: *natrosalpeter*, *nitronatrita*.— NaNO_3 .
 *SODDYITA.— $[(\text{UO}_2)_2 | \text{SiO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (?).
 SODIO (1).—Elemento químico núm. 11 de orden de la tabla periódica de elementos.—*Na*.
 SODIO (2).—*Na*.—Cristaliza en el sistema cúbico.
 *SOIMONITA.—N. e. d.—Cf.: *corindón*.
 **SOLFATARITA.—N. e. d.—Se aplicaba bien a *alunógena* bien a *mendosita*.
 *SOMBRERITA.—N. e. d.—Variedad de *fosforita*.
 **SOMERVILLITA.—N. e. d.—Se aplicaba bien a *melilita* bien a *crisocola*.
 *SOMMAIRITA.—Cf.: *melanterita* cincífera.
 *SOMMAITA.—N. e. d.—Cf.: *leucita*.
 *SOMMARUGAITA.—N. e. d.—Cf.: *gersdorffita*.
 *SOMMITA.—N. e. d.—Se aplicaba bien a *nefelina* bien a *davyina*.

- *SONOMAITA.—Composición probable: $\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{SO}_4]_6 \cdot 33\text{H}_2\text{O}$.
 *SORDOVALITA.—Constituyente litogénico vítreo (diabas-pechstein).
 **SORETITA.—Variedad óptica de *pargasita*.
 SOSA.— Na_2O .
 *SOSMANITA.—N. e. d.—Cf.: *maghaemita*.
 **SOUESITA.—Níquel telúrico nativo con proporción $\text{Ni} : \text{Fe} = 3 : 1$.
 *SOUMANSITA.—N. e. d.—Cf.: *wardita*.
 SOUXITA.—Cf.: *hidrocassiterita*.
 SOUZALITA.— $(\text{Mg}, \text{Fe}^{++})_3(\text{Al}, \text{Fe}^{++})_4[(\text{OH})_2 | (\text{PO}_4)_2]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
 *SPANDITA.—Sin.: *espancita*.—Cf.: *granate* (de posición intermedia entre *espartina* y *andradita*).
 *SPANGITA.—N. e. d.—Sin.: *espancita*.—Cf.: *filipsita*.
 *SPANGOLITA.—Sin.: *espanogilita*.— $\text{Cu}_6\text{Al}[(\text{OH})_{12} | \text{Cl} | \text{SO}_4] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.
 *SPANIOLITA.—N. e. d.—Sin.: *espaniolita*.—Cf.: *schwazita*.
 *SPARTAITA.—N. e. d.—Sin.: *espartaita*.—Cf.: *manganocalcita*.
 *SPARTALITA.—N. e. d.—Sin.: *espartalita*.—Cf.: *cincita*, *cincita*.
 SPATHIOPIRITA.—N. e. d.—Sin.: *espatiopirita*.—Cf.: *safflorita*.
 *SPECIAITA.—Sin.: *especiata*.—Cf.: *hornablenda* ferrífera (quizás variedad de *hastingsita*).
 **SPECKSTEIN (al.).—Sin.: *esteatita*.—Variedad compacta de *talco*.
 *SPECULARITA.—Sin.: *especularita*.—Variedad de *hematites roja* bien cristalizada.
 **SPECULITA.—Sin.: *especulita*.—Teluro de *Ag*, *Au*, parecido a *silvanita*.
 *SPEERKIES (al.).—Sin.: *pirita lanceada*.—Variedad de *marcasita*.
 **SPENCERITA.—Sin.: *espencherita*.— $\text{Zn}_2[\text{OH} | \text{PO}_4] \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$.
 *SPERRYLITA.—Sin.: *esperillita*.— PtAs_2 .
 *SPESSARTINA.—Sin.: *espezzartina*.— $\text{Mn}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$.
 SPHAERITA.—Sin.: *esferita*.—Mineral, quizá idéntico, a *variscita*.
 *SPHAERODESMINA.—Sin.: *esferodesmina*.—Cf.: *desmina* (en esferolitos).
 SPHAERODIALOGITA.—Sin.: *esferodialogita*.—Cf.: *rodocrosita* esferolita.

- SPHAEROESTILBITA.—Sin.: *esferoestilbita*.—Mineral parecido o idéntico a *thomsonita* (radiofibrosa).
- *SPHAEROKOBALTITA.—Sin.: *esferocobaltita*.— CoCO_3 .
- *SPHAEROMAGNESITA.—N. e. d.—Sin.: *esferomagnesita*.—Cf.: *magnesita* (en agregados radiales rosiformes).
- *SPHAEROSIDERITA.—N. e. d.—Sin.: *esferosiderita*.—Mezcla de *siderosa* arriñonada y arcillosa.
- **SPHALERITA.—Sin.: *esfalerita*, *blenda*.—Modificación polimorfa (cúbica).— $[\alpha\text{-ZnS}]$.
- *STASZIZITA.—Sin.: *estaszizita*.—Cf.: *konicalcita* (cincífera de origen geliforme).
- *STAUROLITA.—Sin.: *estaurilita*.— $\text{Al}_4\text{Fe}^{++}[\text{O} | \text{OH} | \text{SiO}_4]_2$.
- STEADITA (1) (art.).—Sin.: *esteadita* (1).—Mezcla eutéctica artificial de *Fe* y *eschreibersita*.
- STEADITA (2) (art.).—Sin.: *esteadita* (2).—*Apatita silicifera* (sustitución probable de *Si* en lugar de *P*) (artificial) (escorias).
- *STEALITA.—N. e. d.—Sin.: *estecalita*.—Cf.: *chiastolita*.
- *STEARGILITA.—N. e. d.—Sin.: *esteargilita*.—Cf.: *montmorillonita*.
- *STEATITA.—Sin.: *esteatita*.—Variedad compacta de *talco*.
- *STEATOIDE.—Sin.: *esteatoide*.—Pseudomorfosis de *serpentina* según *olivina*.
- **STEELEITA.—N. e. d.—Sin.: *esteeleita*.—Cf.: *mordenita*.
- **STEENSTRUPINA.— $\text{Na}_2\text{Ce}(\text{Mn}, \text{Ta}, \text{Fe}, \dots)\text{H}_2[(\text{Si}, \text{P})\text{O}_4]_3$.
- *STEIGERITA.—Sin.: *esteigerita*.— $\text{Al}[\text{VO}_4] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.
- *STEINHELLITA.—N. e. d.—Sin.: *esteinheilita*.—Cf.: *cordierita*.
- *STEINMANNITA.—N. e. d.—Sin.: *esteinmannita*.—Cf.: *galenita* (impura).
- *STELZNERITA.—N. e. d.—Sin.: *stelznerita*.—Cf.: *antlerita*.
- *STELLARITA (1).—Sin.: *estellarita*.—Cf.: *asfalto* (Nueva Escocia).
- *STELLERITA (2).—Sin.: *estellerita*.—Variedad de *estilbita* con habitus rómbico.
- *STELLITA.—N. e. d.—Sin.: *estellita*.—Cf.: *pectolita*.
- STEPANOWITA.—Sin.: *estepanowita*.— $\text{NaMgFe}^{+++}[\text{C}_2\text{O}_4]_3 \cdot (8.9)\text{H}_2\text{O}$.
- **STEPHANITA.—Sin.: *estefanita*.— $5\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$.
- **STERCORITA.—Sin.: *estercorita*.— $(\text{NH}_4)\text{NaH}[\text{PO}_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.
- **STERLINGITA.—N. e. d.—Sin.: *esterlingita*.—Se aplicó a *damourita* (muscovita) y a *cincita*.

- *STERNBERGITA.—Sin.: *esternbergita*.— AgFe_2S_3 .
- *STERRETTITA.—Sin.: *esterrettita*.— $\text{Al}_3[(\text{OH})_3 | (\text{PO}_4)_2] \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$.
- *STETEFELDTITA.—Sin.: *estetefeldtita*.— $\text{Ag}_{1.2}\text{Sb}_{2.1}(\text{O}, \text{OH}, \text{H}_2\text{O})_7$.
- **STEVENSITA.—Sin.: *estevensita*.— $\left\{ \begin{array}{l} \text{Mg}_{2,88}\text{Mn}_{0,02}\text{Fe}_{0,02}^+[(\text{OH})_2 | \text{Si}_4\text{O}_{10}]^{0,16-} \\ \text{X}_{0,16}(\text{H}_2\text{O})_4 \end{array} \right\}$
- *STEWARTITA (1).—Sin.: *estewartita* (1).— $\text{MnFe}_2^{+++}[\text{OH} | \text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.
- *SPHENA.—Sin.: *esfena*.—Variedad de *titanita* (forma en cuña).
- SPHENOCLASA.—N. e. d.—Sin.: *esfenoclasa*.—Mezcla de *granate* y *diópsida*.
- *SPHENOMANGANITA.—N. e. d.—Sin.: *esfenomanganita*.—Cf.: *manganita* (habitus esfenoidal).
- *SPHRAGIDITA.—Sin.: *esfragidita*.—Cf.: *arcilla*, parecida al *bol*.
- *SPIAUTERITA.—N. e. d.—Sin.: *espiauterita*.—Cf.: *wurtzita*.
- *SPINELL (al.).—Sin.: *espinela*, *magnesiosespinela*.— MgAl_2O_4 .
- SPINELLANA.—N. e. d.—Sin.: *espinelana*.—Cf.: *noseana*.
- *SPINELLINA.—N. e. d.—Sin.: *espinelina*.—Cf.: *titanita*.
- *SPODIOFILITA (?).—Sin.: *espodiofilita* (?).—Mineral probablemente similar a *mica*.
- *SPODIOSITA.—Sin.: *espodiosita*.—Pseudomorfosis de *apatita* según mineral desconocido.
- **SPODUMENA.—Sin.: *espodumena*.— $\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$.
- *SPODUMENAESMERALDA.—N. e. d.—Sin.: *espodumenaesmeralda*.—Cf.: *hiddenita*.
- SPODUMENAMATISTA.—N. e. d.—Sin.: *espodumenamatista*.—Cf.: *kunzita*.
- *SPOROGELITA.—N. e. d.—Sin.: *esporogelita*.—Cf.: *alumogel*.
- *SPREUSTEIN (al.).—Sin.: *pedra de trama*.—Cf.: *natrolita* fibrosa, producto de descomposición de *eleolita*, *sodalita*, *cancriñita*.
- *SPURRITA.—Sin.: *espurrita*.— $\text{Ca}_3[\text{CO}_3 | (\text{SiO}_4)_2]$.
- *STAFFELITA.—N. e. d.—Sin.: *estaffelita*.—Cf.: *francolita*.
- *STAINIERITA.—Sin.: *estaineirita*.—Probablemente es variedad de *transvaalita*.
- *STANEKITA.—Sin.: *estanequita*.—Resina parecida al ámbar.
- *STANNINA.—Sin.: *estannina*.— $\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$.

- *STANNIOLITA.—N. e. d.—Sin.: *estannolita*.—Cf.: *casiterita*.
 STANNOPALADINITA.—Sin.: *estannopaladinita*.— Pd_3Sn_2 .
 *STANTIENITA.—Sin.: *estantienita*.—Resina que casi no contiene ácido succínico.
 STARKEYITA.—Sin.: *estarkeyita*.—Mineral idéntico a *leonhardtita*.
 **STARLITA (STARLIGHT).—N. e. d.—Sin.: *estarlita*.—Cf.: *circón* (azul). Propuesto como nombre comercial.
 *STASITA.—Sin.: *estasita*.—Cf.: *devindtita*.
 **STASSFURTITA.—Sin.: *estassfurtita*, α -*boracita*.—Modificación polimorfa rómbica.— α - $\text{Mg}_3[\text{Cl} | \text{B}_7\text{O}_{13}]$.
 STEWARTITA (2).—N. e. d.—Sin.: *estewartita* (2).—Variedad *ferriferomagnética* del *bort* (diamante).
 *STIBARSÉNICO.—Sin.: *estibarsénico*.—AsSb.
 *STIBERITA.—N. e. d.—Cf.: *estiberita*.—Cf.: *ulexita*.
 **STIBIANITA.—N. e. d.—Sin.: *estibianita*.—Cf.: *estibiconita*.
 **STIBIATILA.—Sin.: *estibialita*.—Es óxido de *Sb* complejo aún mal conocido.
 STIBICONITA.—Sin.: *estibiconita*.— $\text{SbSb}_2\text{O}_6\text{OH}$.
 STIBILITA.—N. e. d.—Sin.: *estibilita*.—Cf.: *estibiconita*.
 *STIBINA.—N. e. d.—Sin.: *estibina*.—Cf.: *estibimita*.
 *STIBIOBISMUTINITA (?).—Sin.: *estibioobismutinita* (?).—Mezcla probable, de composición aproximada $(\text{Bi}, \text{Sb})_4\text{S}_5$.
 STIBIOBISMUTOTANTALITA.—Sin.: *estioobismutotantalita*.—Variedad de *estibiotantalita* con 4 % Bi_2O_3 .
 **STIBIOCOLUMBITA.—Sin.: *estibiocolumbita*, *estibioniobita*.— $\text{Sb}(\text{Nb}, \text{Ta})\text{O}_4$.
 *STIBIODOMEYKITA.—Sin.: *estibiodomeykita*.—Variedad anti-monífera de *domeykita* por sustitución exigua de *As* por *Sb*.
 STIBIOENARGITA.—Sin.: *estibioenargita*.— Cu_3SbS_4 .
 *STIBIOEXARGENTITA.—Sin.: *estibioexargentita*.—Mineral parecido o idéntico a *discrasita*.
 **STIBIOFERRITA.—Sin.: *estibioferrita*.—Mezcla formada principalmente por *bindheimita* y *jarosita*.
 *STIBIOGALENITA.—N. e. d.—Sin.: *estibiogalenita*.—Cf.: *bindheimita*.
 *STIBIOLUZONITA.—Sin.: *estibiolutzonita*, *famatinita*.— Cu_3SbS_4 .
 **STIBIOMICROLITA.—Sin.: *estibiomicroлита*.—Variedad de *microлита*.

- **STIBIONIOBITA.—Sin.: *estibioniobita*, *estibiocolumbita*.— $\text{Sb}(\text{Nb}, \text{Ta})\text{O}_4$.
 *STIBIOPALLADINITA.—Sin.: *estibiopaladinita*.— Pd_3Sb .
 *STIBIOTANTALITA.—Sin.: *estibiotantalita*.— $\text{Sb}(\text{Ta}, \text{Nb})\text{O}_4$.
 *STIBIOTRIARGENTITA.—N. e. d.—Sin.: *estibiotriargentita*.—Cf.: *discrasita*.
 **STIBLITA.—N. e. d.—Sin.: *estibilita*.—Cf.: *estibioconita*.
 *STIBNITA.—Sin.: *estibnita*, *antimonita*.— Sb_2S_3 .
 **STICHITA.—Sin.: *estichita*.— $\text{Mg}_6\text{Cr}_2[(\text{OH})_{16} | \text{CO}_3] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
 **STIEPELMANNITA.—Sin.: *estiepelmannita*.—Equivalente a *florencia*.
 **STILBITA.—Sin.: *estilbita*, *desmina*.— $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_7\text{O}_{18}] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.
 *STILOBITA.—N. e. d.—Sin.: *estilobita*.—Cf.: *ghlenita*.
 **STILPNOCLORANA.—Sin.: *estilpnochlorana*.—
$$\left\{ \begin{array}{l} (\text{Ca}, \text{K}, \text{H}, \text{O})(\text{Al}, \text{Fe}, \text{Mg})_3[(\text{OH}, \text{O})_2 | (\text{Si}, \text{P})_4\text{O}_{10}] \\ \text{X}_n(\text{H}_2\text{O})_4 \end{array} \right\} (?)$$

 **STILPNOMELANA.—Sin.: *estilpnomelana*.—
$$\left\{ \begin{array}{l} (\text{K}, \text{H}_2\text{O})(\text{Fe}^{++}, \text{Fe}^{+++}, \text{Mg}, \text{Al})_{<3} [(\text{OH})_2 | \text{Si}_4\text{O}_{10}] \\ \text{X}_n(\text{H}_2\text{O})_2 \end{array} \right\} (?)$$

 **STILPNOSIDERITA.—Sin.: *estilpnosiderita*.—Variedad de *hierro acicular* de forma escoriácea (en parte amorfo).
 STILLEITA.—Sin.: *estileita*.—ZnSe.
 *STILLOLITA.—Sin.: *estillolita*.—N. e. d.—Cf.: *costra de ópalo*.
 STILLWELLITA.—Sin.: *estillwellita*.— $(\text{Ce}, \dots)_3[\text{B}_3\text{O}_6 | \text{Si}_3\text{O}_9]$.
 STIPTERITA.—N. e. d.—Sin.: *estipterita*.—Cf.: *alunógena*.
 **STIRIANA.—N. e. d.—Sin.: *estiriana*.—Cf.: *gersdorffita*.
 *STIRLINGITA.—N. e. d.—Sin.: *estirlingita*.—Cf.: *roepferita*.
 *STOECHLIOLITA.—N. e. d.—Sin.: *estoechiolita*.—Cf.: *discrasita*.
 *STOFFERTITA.—N. e. d.—Sin.: *estoffertita*.—Cf.: *brushita*.
 *STOKESITA.—Sin.: *estokesita*.— $\text{CaSn}[\text{Si}_3\text{O}_9] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
 *STOLPENITA.—N. e. d.—Sin.: *estolpenita*.—Cf.: *montmorillonita*.
 **STOLZITA.—Sin.: *estolzita*.—Modificación polimorfa (tetragonal).— β - $\text{Pb}[\text{WO}_4]$.
 **STRAHLSTEIN (al.).—Sin.: *pedra radial*.—Nombre genérico que comprende *strahlstein grammatita* (= *tremolita*).
 » *alcalino* (= *actinolita*)
 » *arcilloso* (= (?)) de
 composición $\text{NaCa}_3\text{AlMg}_{10}[(\text{O}, \text{OH})_4 | (\text{Al}, \text{Fe}^{+++})_{6,1} \text{Si}_{15-16}\text{O}_{44}]$

- *STRAKONITZITA.—Sin.: *estrakonitzita*.—Pseudomorfosis de *talco* según *piroxena*.
- *STRATOPEITA.—N. e. d.—Sin.: *estratopeita*.—Cf.: *rodonita* meteorizada.
- *STRELITA.—N. e. d.—Sin.: *estrelita*.—Cf.: *antofilita*.
- *STRENGITA.—Sin.: *estrengita*.— $\text{Fe}^{+++}[\text{PO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- *STRIEGISANA.—N. e. d.—Sin.: *estriegisana*.—Cf.: *wavelita*.
- **STRIGOVITA.—Sin.: *estrigovita*.—Necesita de ulterior estudio para decidir si es *clorita*.
- STROEMITA.—N. e. d.—Sin.: *estroemita*.—Cf.: *rodocrosita*.
- *STROGANOWITA.—N. e. d.—Sin.: *estroganowita*.—Variedad de *mejonita*.
- **STROMEYERITA.—Sin.: *estromeyerita*.—Modificación polimorfa (rómica).— $\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Ag}_2\text{S}$.
- *STROMNITA.—N. e. d.—Sin.: *estromnita*.—Mezcla de *estroncianita* y *barita*.
- *STRONTIANITA.—Sin.: *estroncianita*.— SrCO_3 .
- STRONTIUM (FLUOR) APATITA.—Sin.: *estronciofluor*, *apatita*.—Variedad de *apatita*.
- STRONTIUMARAGONITA.—Sin.: *estroncioaragonita*.—Cf.: *mosotita*.
- *STRONTIUMARSENAPATITA.—Sin.: *estroncioarsenoapatita*.—Cf.: *fermorita*.
- *STRONTIUMCALCITA.—Sin.: *estronciocalcita*.—Variedad estroñcífera de *calcita*.
- *STRUEVERITA (1).—Sin.: *estruerita* (1).—Cristal de mezcla del sistema (TiO_2 y *tapiolita*) en la proporción 4:1.
- STRUEVERITA (2).—N. e. d.—Sin.: *estruerita* (2).—Cf.: *cloritoide*.
- *STRUVITA.—Sin.: *estruvita*.— $\text{NH}_4\text{Mg}[\text{PO}_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
- *STUDERITA.—N. e. d.—Sin.: *estuderita*.—Cf.: *tetraedrita* (bismutífera).
- STUDTITA.—Sin.: *estudtita*.—Uranilcarbonato hidratado fibroso.
- *STUEBELITA.—Sin.: *estuebelita*.—Silicato amorfo de *Mn*, *Cu*, *Al*, *Fe*.
- *STUETZITA.—N. e. d.—Sin.: *estuetzita*.—Cf.: *empresita*.
- *STURTITA.—Sin.: *esturtita*.—Composición aproximada: $(\text{Mn}, \text{Ca}, \text{Mg})_3\text{Fe}^{+++}\text{H}_3\text{Si}_4\text{O}_{11} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (amorfo).
- *STYLOBATA.—N. e. d.—Sin.: *estilobata*.—Cf.: *gchlenita*.
- STYLOTYPITA.—Sin.: *estilotipita*.—Cf.: *tetraedrita*.

- *STYPTERITA.—N. e. d.—Sin.: *estipterita*.—Cf.: *alunógena*.
- *STYPTICITA.—N. e. d.—Sin.: *estipticita*.—Cf.: *fibroferrita*.
- SUANITA.— $\text{Mg}_2[\text{B}_2\text{O}_3]$.
- SUBDELESSITA.—N. e. d.—Cf.: *chamosita*.
- SUCCINELLITA.—*Resina* probablemente parecida al ámbar.
- SUCCINITA.—Sin.: *ámbar*.—*Resina* fósil (amorfa).—Composición media: 78 % C, 10 % H, 11 % O y algo de S.
- *SULFATOESCAPOLITA.—*Escapolita* con SO_4 .
- SULFATOMARIALITA.—*Marialita* en la que predomina SO_4 .
- SULFATOMEJONITA.—*Mejonita* en la que predomina SO_4 .
- *SULFOBORITA.— $\text{Mg}_3[\text{SO}_4 | \text{B}_2\text{O}_2] \cdot 4.5\text{H}_2\text{O}$.
- *SULFOHALITA.— $\text{Na}_6[\text{F} | \text{Cl} | (\text{SO}_4)_2]$.
- SULFURICINITA.—N. e. d.—Cf.: *ópalo* (poroso impregnado en H_2SO_4 y un compuesto de C).
- **SULFURITA.—Se aplicó a *azufre amorfo* (?) y se aplica a todo *azufre* natural.
- *SULVANITA.— Cu_3VS_4 .
- *SUMPFERZ (al.).—Sin.: *hierro de pantanos*. *Limonita* originada en pantanos.
- *SUNDTITA.—N. e. d.—Cf.: *andorita*.
- *SUNDVIKITA.—N. e. d.—Cf.: *anortita*.
- *SUNGULITA.—N. e. d.—Cf.: *serpentina* (Sungul, Ural).
- *SURSASSITA.—Composición probable: $(\text{Mn}, \dots)_3 \text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- *SUSANNITA.—N. e. d.—Cf.: *leadhillita*.
- *SUSSEXITA.— MnHBO_3 .
- *SVABITA.—Sin.: *esvabita*.— $\text{Ca}_3[\text{F} | (\text{AsO}_4)_3]$.
- *SVANBERGITA.—Sin.: *esvanbergita*.— $\text{SrAl}_3[(\text{OH})_6 | \text{SO}_4 | \text{PO}_4]$.
- SWARTZITA.—Sin.: *eswartzita*.— $\text{CaMg}[\text{UO}_2 | (\text{CO}_3)_3] \cdot 12\text{H}_2\text{O}$.
- **SWEDENBORGITA.—Sin.: *eswedenborgita*.— $\text{NaSbBe}_4\text{O}_7$.
- *SWITZERITA.—Sin.: *eswitzerita*.—Cf.: *schweizerita* (variedad de *serpentina*).
- *SYCHNODIMITA.—N. e. d.—Sin.: *esychnodimita*.—Cf.: *carrollita*.
- *SYLVANITA.—Sin.: *silvanita*.— AuAgTe_4 .
- *SYLVINA.—Sin.: *silvina*.—KCl.
- *SYLVINITA.—Sin.: *silvinita*.—Mezcla de *silvina* y *halita*.
- *SYMPLESITA.—Sin.: *simplesita*.— $\text{Fe}_3^{++}[\text{AsO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.
- *SYNADELFITA.—Sin.: *sinadelfita*.— $\text{Mn}_3[(\text{OH})_5 | \text{AsO}_4]$.
- *SYNCHISITA.—Sin.: *sinchisita*.— $\text{CaCe}[\text{F} | (\text{CO}_3)_2]$.
- *SYNGENITA.—Sin.: *singenita*.— $\text{K}_2\text{Ca}[\text{SO}_4]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

- SYNTAGMATITA.—N. e. d.—Sin.: *sintagmatita*.—Cf.: *hornablanda* (basáltica).
 **SYSSERTSKITA.—Equivale a *osmita* (Os, Ir,...).
 *SZABOITA.—N. e. d.—Sin.: *eszaboita*.—Cf.: *hiperstena*.
 *SZAIBELYITA.—Sin.: *eszaibelyita*, *ascharita*, *camsellita*.—
 $MgHBO_3$.
 *SZASKAITA.—N. e. d.—Sin.: *eszaskaita*.—Cf.: *smithsonita*.
 *SZECHENYITA.—Sin.: *eszenchenyita*.—Probable variedad óptica de *arfvedsonita*.
 *SZMIKITA.—Sin.: *eszmikita*.— $Mn[SO_4] \cdot H_2O$.
 *SZOMOLNOKITA.—Sin.: *eschmoellnitzita*, *eszomolnokita*.—
 $Fe[SO_4] \cdot H_2O$.

T

- TAAFFEITA.— Al_4MgBeO_8 .
 *TABBYITA.—Nombre comercial de una asfaltita.
 *TABERGITA.—N. e. d.—Mezcla de *clinocloro* y *biotita*.
 TABLITA.—Sin.: *tabulita*.—N. e. d.—Cf.: *allevardita*.
 TABULITA.—Sin.: *tablita*.—N. e. d.—Cf.: *allevardita*.
 TACHYAFALTITA.—N. e. d.—Cf.: *circón* descompuesto por radioactividad.
 **TACHYHIDRITA.—Sin.: *taquihidrita*.— $CaCl_2 \cdot 2MgCl_2 \cdot 12H_2O$.
 **TAENIOLITA.— $KLiMg_2[F_2 | Si_4O_{10}]$.
 TAENITA (1).—N. e. d.—Cf.: *feldespato* (fajeado).
 **TAENITA (2).—Hierro níquelífero en bandas (meteoritos féreos). A su vez está compuesto de *ortotaenita* y *metataenita*.
 *TAGILITA.— $Cu_2[OH | PO_4] \cdot H_2O$ (?).
 *TALASSKITA.—Variedad de *olivino* con 12 % en peso de Fe_2O_3 .
 **TALCITA.—N. e. d.—Se aplicó a *talco* compacto y a *muscovita* compacta.
 **TALCO.— $Mg_3[(OH) | Si_4O_{10}]$.
 **TALCOAPATITA.—N. e. d.—Cf.: *apatita* (descompuesta).
 **TALCOCLORITA (1).—N. e. d.—Mezcla de *talco* y *clinocloro* descompuesto.
 TALCOCLORITA (2).— $\left\{ \begin{array}{l} Mg_3[(OH)_2 | Si_4O_{10}] \\ Mg_3(OH)_6 \end{array} \right\}$ (?).
 TALCOCLORITAS.—Nombre genérico que comprende *cloritas*

- con $Mg : Fe > 1 : 1$, p. e., *talcochlorita*, *pennina*, *clinocloro*, *sheridanita*, *ripidiolita*, *corundofilita*.
 TALCOESPINELA.—N. e. d.—Cf.: *espinela* (magnesífera).
 TALCOHIDRATO.—N. e. d.—Cf.: *brucita*.
 **TALCOIDE (?).—Probable mezcla de *talco* y *cuarzo*.
 **TALCOKNEBELITA.—N. e. d.—Variedad de *knebelita* con MgO .
 *TALCOSITA.—Equivale a *talco*.
 *TALCOTRIPLITA.—N. e. d.—Cf.: *triplita* (magnesífera).
 TALENITA.—Sin.: *thalenita*.— $Y_2[Si_2O_7]$.
 *TALHEIMITA.—Sin.: *thalcimita*.—N. e. d.—Cf.: *arsenopirita*.
 TALIO (1).—Elemento químico núm. 81 de orden de la tabla periódica de elementos.—*Tl*.
 TALIO (2).—*Tl*.—Es polimorfo.— $[\alpha-Tl]$ cristaliza en el sistema hexagonal.— $[\beta-Tl]$ cristaliza en el sistema cúbico.
 TALITA.—Sin.: *thalita*.—N. e. d.—Cf.: *saponita*.
 *TALTALITA.—N. e. d.—Mezcla de *turmalina* y menas de *Cu*.
 TALLASKITA.—N. e. d.—Cf.: *talasskita*.
 **TALLINGITA.—N. e. d.—Cf.: *connellita*.
 *TALLITA.—Sin.: *thallita*.—N. e. d.—Cf.: *epidota*.
 *TAMANITA.—N. e. d.—Cf.: *anapaíta*.
 *TAMARITA.—N. e. d.—Cf.: *calcofilita*.
 *TAMARUGITA.— $NaAl[SO_4]_2 \cdot 6H_2O$.
 *TAMMELATANTALITA.—Cf.: *tapiolita*.
 *TANATARITA.—N. e. d.—Cf.: *diáspora*.
 *TANGEITA.—Sin.: *calciovolbortita*.— $CaCu[OH | VO_4]$.
 *TANGIWAITA.—N. e. d.—Cf.: *serpentina* (antigorita).
 TANITA.—Sin.: *thanita*.—N. e. d.—Mezcla de *kainita* y *halita*.
 *TANKELITA.—N. e. d.—Cf.: *tankita*.
 TANKITA (1).—N. e. d.—Cf.: *exnotima*.
 *TANKITA (2).—N. e. d.—Cf.: *anortita*.
 *TANNENITA.—N. e. d.—Cf.: *emphlectita*.
 *TANTALITA.— $(Fe, Mn)(Ta, Nb)_2O_6$.
 *TÁNTALO (1).—Elemento químico núm. 72 de orden de la tabla periódica de los elementos.—*Ta*.
 TÁNTALO (2).—*Ta*.—Cristaliza en el sistema cúbico.
 TANTALOHATCHETTOLITA.—Cf.: *microlita* (uranífera).
 TANTALOPOLICRASA.—Cf.: *policrasa* (con *Ta* predominante).
 TANTALORUTILA.—Cf.: *estruceverita*.
 TANTALPIROCLORO.—Cf.: *microlita*.
 **TANTEUXENITA (?).—Nombre equivocado.
 **TAOSITA.—N. e. d.—Cf.: *hocghomita*.

- *TAPALPITA.— $3Ag_2S \cdot Bi_2(S, Te)_3$ (?).
 *TAPIOLITA.— $(Fe, Mn)(Ta, Nb)_2O_6$.
 *TAQUIHIDRITA.—Sin.: *tachyhidrita*.— $CaCl_2 \cdot 2MgCl_2 \cdot 12H_2O$.
 **TARAMELLITA.— $BaFe^{+++}[OH | Si_2O_6]$.
 TARAMITA.— $Na_{2-3}Ca_{2-3}Mg_{3-4}Fe_{2-3}(Fe^{+++}, Ti)_2$
 $[(OH, F)_4 | (Al, Fe^{+++})_2Si_{14}O_{44}]$.
 **TARANAKITA.—Mineral aún no bien conocido.—
 $KAl_3[OH | (PO_4)_3] \cdot 9H_2O$.
 TARANDTITA.—Sin.: *tharandtita*.—Cf.: *dolomita* (ferrífera)
 (Tharandt).
 *TARAPACAITA.— $K_2[CrO_4]$.
 *TARASPITA.—N. e. d.—Costra de *dolomita* verde debido a
 exigua cantidad de Ni.
 *TARBUTTITA.— $Zn_2[OH | PO_4]$.
 *TARGIONITA.—N. e. d.—Cf.: *galenita* (antimonífera).
 **TARNOWITZITA.—Sin.: *plomoaragonita*.—Cristal de mezcla
 del sistema (*aragonita-cerusita*).
 *TARTUEFFITA.—N. e. d.—Cf.: *caliza* bituminosa bacilar que
 al golpe huele a trufas (ROCA).
 *TASMANITA.—Resina quizá parecida al ámbar.
 *TATARKAITA (?).—Composición probable: (K, Na, Ca, Mg,
 $Fe)(Al, Fe)_3H_2[SiO_4]_3 \cdot H_2O$.
 TAUMASITA.—Sin.: *thaumasita*.— $Ca_3H_2[CO_3 | SO_4 | SiO_4]_4$
 $\cdot 13H_2O$.
 *TAURISCITA.— $Fe[SO_4] \cdot 7H_2O$ (?).
 *TAUTOCLINA.—N. e. d.—Cf.: *anquerita* (gris-blanca) (Frei-
 berg).
 *TAUTOLITA.—N. e. d.—Cf.: *ortita*.
 *TAVISTOCKITA.— $Ca_3Al_2[OH | PO_4]_3$.
 TAVORITA.— $LiFe[OH | PO_4]$.
 TAWMAWITA.—Sin.: *epidota cromífera*.—Variedad cromífera
 de *epidota*.
 **TAYLORITA.—Cristal de mezcla del sistema (*arcanita-mas-*
cagnita).— $(K, NH_4)_2[SO_4]$.
 **TAZNITA.—N. e. d.—Mezcla de *ocre de bismuto* y *caolín*
 principalmente.
 *TEALLITA.— $PbSnS_2$.
 **TECORETINA.—N. e. d.—Cf.: *fichtelita*.
 *TECTICITA.—Sin.: *tekticita, ferrialunógena*.— $(Al, Fe^{+++})_2$
 $[SO_4]_3 \cdot 18H_2O$.
 **TEEPLEITA.— $Na_2[Cl | B(OH)_4]$.
 *TEFROITA.—Sin.: *tephroita*.— $Mn_2[SiO_4]$.

- *TEINEITA.— $Cu[(Te, S)O_4] \cdot 2H_2O$.
 *TEKTICITA.—Sin.: *tekticita, ferrialunógena*.— $(Al, Fe^{+++})_2$
 $[SO_4]_3 \cdot 18H_2O$.
 **TELASPIRINA.—N. e. d.—Cf.: *pirita* (ferrífera).
 *TELEGDITA.—Resina quizá parecida al ámbar.
 TELITA (?).—Sin.: *thellita* (?).—Quizá un *silicato* de Y
 (Brasil).
 *TELURITA.— TeO_2 .
 *TELURO (1).—Elemento químico núm. 52 de orden de la ta-
 bla periódica de elementos.—*Te*.
 TELURO (2).—*Te*.—Cristaliza en el sistema trigonal.
 *TELERUARGENTEOPLOMÍFERO.—N. e. d.—Cf.: *silvanita*.
 **TELURO AUREOARGENTÍFERO.—N. e. d.—Se aplicó a *silva-*
nita y a *petzita*.
 **TELUROBISMUTITA.— Bi_2Te_3 .
 *TELUROBISMUTO.—N. e. d.—Cf.: *tetradimita*.
 *TELUROBISMUTOARGENTÍFERO.—N. e. d.—Cf.: *tafaltita*.
 *TELUROMERCURIO.—Cf.: *coloradoita*.
 *TELURONÍQUEL.—Cf.: *melonita*.
 **TELUROPLATA.—N. e. d.—Se aplicó a *hessita* y a *petzita*.
 *TELURO PLOMÍFERO.—Cf.: *altaita*.
 TELLEMARKITA.—N. e. d.—Cf.: *grossularia*.
 *TEMISKAMITA.—Sin.: *temiscamita*.—N. e. d.—Cf.: *mauche-*
rita.
 *TENDERITA.—Sin.: *ytterita*.—Probablemente es carbonato
 hidratado de *itrio*.
 *TENNANTITA.— Cu_3AsS_3 (?).
 *TENORITA.—Sin.: *melanconita*.— CuO .
 TEOFRASTITA (?).—Sin.: *theophrastita* (?).—Cf.: *polidimita*.
 TEPHROITA.—Sin.: *tephroita*.— $Mn_2[SiO_4]$.
 *TEPHROWILLEMITA.—N. e. d.—Cf.: *troostita*.
 **TEQUEZQUITA.—N. e. d.—Mezcla de *soda*, *halita*, etc. (se
 presenta como eflorescencia).
 *TERATOLITA.—Cf.: *bol* (azulado).
 **TERENITA.—N. e. d.—Cf.: *escapolita* (descompuesta).
 *TERLINGUITA.— $2HgO \cdot Hg_2Cl_2$.
 **TERMIERITA.—Quizá es mezcla de *anaxita* y *SiO_2 coloidal*.
 TERMOCALITA.—Sin.: *thermokalita*.—N. e. d.—Mezcla de
trona, *termonatrita*, *nahcolita*, etc.
 *TERMOFILITA.—Sin.: *thermofilita*.—N. e. d.—Cf.: *antigo-*
rita (de escamas finas).
 **TERMONATRITA.—Sin.: *thermonatrita*.— $Na_2CO_3 \cdot H_2O$.

- *TERNOWSKITA.—Mineral parecido a *riebeckita*.
 TERSCHITA.—Parecido a *alexita*.— $\text{Ca}_4\text{B}_{10}\text{O}_{19} \cdot 20\text{H}_2\text{O}$.
 **TERUELITA.—N. e. d.—Cf.: *dolomita* (negra).
 TERRA DI SIENA.—Sin.: *tierra de Siena*, *hipoxantita* (especie de *bol*).
 TERRA LEMNIA.—Sin.: *tierra Lemnia*.—Cf.: *bol* (Lemnos y Sajonia).
 *TERRA ROSA.—Sin.: *tierra rosa*.—Cf.: *bauxita* (ferrífera).
 *TESCHEMACHERITA.— NH_4HCO_3 .
 TESHEROGILITA.—Cf.: *ilmenorutila* (Teshherogi).
 *TESSELITA.—N. e. d.—Cf.: *apofilita*.
 *TETARTINA.—N. e. d.—Cf.: *albita*.
 *TETRADIMITA.— $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$.
 *TETRAEDRITA.—Sin.: *cobre gris*.— $\text{Cu}_3\text{SbS}_{3-4}$ (?).
 TETRAEDRITA ARGENTÍFERA.—Sin.: *freibergita*.
 TETRAEDRITA BISMUTITA.—Sin.: *annivita*.
 *TETRAFILINA.—N. e. d.—Sin.: *tetraphylina*.—Cf.: *trifilina*.
 *TETRAGOFOSFITA (?).—Sin.: *tetragophosphita* (?).—Fosfato parecido a *lazulita*.
 TETRAGOPHOSPHITA (?).—Sin.: *tetragofosfita* (?).—Fosfato parecido a *lazulita*.
 *TETRAPHYLINA.—Sin.: *tetrafilina*.—N. e. d.—Cf.: *trifilina*.
 *TEXLITA.—N. e. d.—Cf.: *brucita*.
 *TEXASITA.—N. e. d.—Cf.: *zaraita*.
 *THALACKERITA.—Variedad de *antofilita*.
 *THALENITA.—Sin.: *talenita*.— $\text{Y}_2[\text{Si}_2\text{O}_7]$.
 THALHEIMITA.—Sin.: *thalheimita*.—N. e. d.—Cf.: *arsenopirita*.
 *THALITA.—Sin.: *talita*.—N. e. d.—Cf.: *saponita*.
 *THALLITA.—Sin.: *tallita*.—N. e. d.—Cf.: *epidota*.
 *THANITA.—Sin.: *tanita*.—N. e. d.—Mezcla de *kainita* y *halita*.
 *THARANDTITA.—Sin.: *tarandtita*.—Cf.: *dolomita* (ferrífera de Tharandt).
 *THAUMASITA.—Sin.: *taumasita*.— $\text{Ca}_3\text{H}_2[\text{CO}_3 | \text{SO}_4 | \text{SiO}_4] \cdot 13\text{H}_2\text{O}$.
 *THELLITA (?).—Sin.: *telita* (?).—Quizá un *silicato* de Y (Brasil).
 *THENARDITA.—Sin.: *tenardita*.—Modificación polimorfa (rómica).— $[\text{z-Na}_2[\text{SO}_4]]$.
 *THEOPHRASTITA (?).—Sin.: *teofrastita* (?).—Cf.: *polidimita*.

- THERMOFILITA.—Sin.: *termofilita*.—N. e. d.—Cf.: *antigorita* (de escamas finas).
 *THERMOKALITA.—Sin.: *termocalita*.—N. e. d.—Mezcla de *trona*, *termonatrita*, *nahcolita*, etc.
 *THERMONATRITA.—Sin.: *termonatrita*.— $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.
 *THIERSCHITA.—Sin.: *tierschita*.—N. e. d.—Cf.: *whewellitita*.
 *THINOLITA.—Sin.: *tinojita*.—Pseudomorfosis de *calcita* según mineral desconocido con formas piramidales agudas.
 *THIOELATERITA.—Sin.: *tioclaterita*.—Cf.: *claterita* (con 3 % de Bolivia).
 *THJORSAUITA.—N. e. d.—Cf.: *anortita*.
 *THOMAITA.—Sin.: *tomaita*.—N. e. d.—Cf.: *manganosiderita*.
 *THOMSENOLITA.— $\text{NaCa}[\text{AlF}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$.
 *THOMSONITA.— $\text{NaCa}_2[\text{Al}_2(\text{Al}, \text{Si})\text{Si}_2\text{O}_{10}]_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.
 *THOREAULITA.— $\text{Sn}[(\text{Ta}, \text{Nb})_2\text{O}_7]$.
 *THORIANITA.—Sin.: *torianita*.— $(\text{Th}, \text{U})\text{O}_2$.
 *THORITA.—Sin.: *torita*.— $\text{Th}[\text{SiO}_4]$.
 **THOROGUMMITA.—Sin.: *torogummita*.—
 $(\text{Th}, \text{U})[(\text{Si}, \text{H}_4)\text{O}_4]$.
 THOROTUNGSTITA.—Sin.: *torotungstita*.—Quizá en realidad es *yttrotungstita*.— $2\text{W}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + (\text{ThO}_2, \text{Ce}_2\text{O}_3, \text{ZrO}_2 + \text{H}_2\text{O})$.
 *THORTVEITITA.—Sin.: *tortveitita*.— $\text{Sc}_2[\text{Si}_2\text{O}_7]$.
 *THORURANINA.—N. e. d.—Sin.: *toruranina*.—Cf.: *broeggerita*.
 *THRAULITA.—Sin.: *traulita*.—Variedad de *hisingerita*.
 THROMBOLITA.—N. e. d.—Sin.: *trombolita*.—Cf.: *pseudomalaquita*.
 **THUCHOLITA.—Sin.: *tucholita*.—*Hidrocarburo* parecido al *carbón*. Sus cenizas contienen U, Th, Ti y tierras raras.
 *THUENITA.—N. e. d.—Sin.: *tuenita*.—Cf.: *ilmenita*.
 **THULITA.—Sin.: *tulita*.—Mezcla de *zoisita* manganesífera y *epidota* manganesífera.
 *THUMITA.—N. e. d.—Sin.: *tumita*.—Cf.: *avinita* (Thum).
 **THURINGITA.—Sin.: *turingita*.—

$$\left\{ \begin{array}{l} (\text{Fe}^{++}, \text{Fe}^{+++}, \text{Al})_3[(\text{OH})_2 | \text{Al}_{1-2} \text{Si}_{2.8-2} \text{O}_{10}] \\ (\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Fe}^{+++})_3(\text{O}, \text{OH})_6 \end{array} \right\}$$

 TIALITA (TIELITA) (art.).— Al_2TiO_5 .
 TIBERGITA.—Cf.: *richterita* (con Al y Fe).
 *TIEMANNITA.—HgSe.
 TIERSCHITA.—N. e. d.—Sin.: *tierschita*.—Cf.: *whewellitita*.

- TIERRA DE SIENA.—Sin.: *Terra di Siena*, *hipoxantita* (especie de *bol*).
- TIERRA LEMNIA.—Sin.: *terra Lemnia*.—Cf.: *bol* (Lemnos y Sajonia).
- *TIERRA ROSA.—Sin.: *terra rosa*.—Cf.: *bauxita* (ferrífera).
- *TIKHVINITA (?).—Sulfato-fosfato de Sr, Al parecido a *hamlinita*.
- *TILASITA.—CaMg[F | AsO₄].
- *TILKERODITA.—N. e. d.—Mezcla de *claustalita*, *cobaltina* y otros.
- *TILLEYITA.—Ca₃[(CO₃)₂ | Si₂O₇].
- *TIMAZITA.—N. e. d.—Cf.: *gamsigradita*.
- **TINCAL.—Sin.: *tinkal*, *borax*.—Na₂B₄O₇ · 10H₂O.
- TINCALCITA.—Sin.: *tinkalcita*.—N. e. d.—Cf.: *ulexita*.
- *TINCALCONITA.—Sin.: *mohavita*, *tinkalkonita*.—Na₂B₄O₇ · 5H₂O.
- *TINKAL.—Sin.: *borax*, *tincal*.—Na₂B₄O₇ · 10H₂O.
- TINCALCITA.—Sin.: *tincalcita*.—N. e. d.—Cf.: *ulexita*.
- TINKALKONITA.—Sin.: *mohavita*, *tincalconita*.—Na₂B₄O₇ · 5H₂O.
- TINOLITA.—Sin.: *thinolita*.—Pseudomorfosis de *calcita* según mineral desconocido con formas piramidales agudas.
- TINTICITA.—Probablemente idéntico a *beraunita*.
- **TINZENITA.—Cf.: *arinita*.
- TIOELATERITA.—N. e. d.—Sin.: *thioelaterita*.—Cf.: *elaterita* (con 3 % S) (Bolivia).
- *TIRODITA.—Cf.: *amfibol* (con Mg y aprox. 8 % MnO).
- **TIROLITA.—Ca₄Cu₆[(OH)₁₀ | (AsO₄)₄] · 10H₂O.
- TITANANTIMONIOPIROCLORA.—Mezcla de *mauseliita* y *levisita*.
- *TITANIO (1).—Elemento químico núm. 22 de orden del sistema periódico de elementos.—Ti.
- TITANIO (2).—Ti. Es polimorfo.—[α-Ti] cristaliza en el sistema exagonal.—[β-Ti] cristaliza en el sistema cúbico.
- TITANIOFERRITA.—N. e. d.—Cf.: *ilmenita*.
- *TITANITA.—CaTi[O | SiO₄].
- *TITANMELANITA.—Similar e idéntico a *melanita*.
- *TITANOAugITA.—Ca₇Na_{0.5}Mg₅Fe_{1.5}⁺⁺TiFe⁺⁺⁺[Al_{2.5}Si_{13.5}O₄₈].
- TITANOBIOTITA.—Variedad de *biotita* en que Ti sustituye parte del Al.
- **TITANOCLINOHUMITA.—Variedad titanífera de *clinohumita*.
- TITANOELPIDITA.—Idéntico a *labuntsovita*.

- TITANOESPINELA.—Cf.: *ulvita*.
- TITANOHEMATITES.—Cristal de mezcla situado más cerca de *hematites* que de *ilmenita* en el diagrama de fases del sistema (*hematites-ilmenita*).
- *TITANOHIIDROCLINOHUMITA.—Variedad de *titanoclinohumita*, exenta de F.
- TITANO-LÁVENITA.—Cf.: *lávénita* (titanífera) (hasta 11,3 % TiO₂).
- *TITANOLIVINA.—Variedad titanífera de *olivina*.
- **TITANOMAGNETITA.—Cristal de mezcla del sistema (*ulvita-magnetita*).
- *TITANOMORFITA.—N. e. d.—Cf.: *leucocoxena*.
- TITANOVESUVIANITA.—Variedad titanífera de *vesuviana*.
- TITANPIGEONITA.—Variedad de *titanaugita*.
- TUYAMUNITA.—Sin.: *tyuyamunita*.—Ca[UO₂ | VO₄]₂ · (5-8½)H₂O.
- TIZA.—N. e. d.—Cf.: *ulexita*.
- **TOBERMORITA.—Ca₅H₂[Si₃O₉]₂ · 4H₂O.
- *TOCORNALITA.—N. e. d.—Probable mezcla de AgI y HgI.
- TODDITA.—*Niobita* en que (Fe, Mn) está sustituido en parte por U.
- *TODOROKITA.—Quizá: 3(Mn₂O₃ · 3MnO₂ · 2H₂O) · 2((Ca, Mg, Ba, Mn⁺⁺, ...)O · MnO₂ · 2H₂O).
- TOERNEBOHMITA.—Parece estructuralmente parecido a *cerita*. Su composición conocida: (Ce, La, Al)₃[OH | (SiO₄)₃].
- *TOLIPITA.—N. e. d.—Sin.: *tolypita*.—Cf.: *ortoclorita* (ferrífera).
- TOLYPITA.—N. e. d.—Sin.: *tolipita*.—Cf.: *ortoclorita* (ferrífera).
- TOMAITA.—N. e. d.—Sin.: *thomaita*.—Cf.: *manganosiderita*.
- TOMAZITA.—N. e. d.—Se aplicó a *pirita* y a *gersdorffita*.
- *TOMITA.—Carbón con estructura de algas.
- *TOMOSITA.—N. e. d.—Cf.: *rodonita* (impura).
- *TOPACIO.—Al₂[F₂ | SiO₄]
- TOPACIO AHUMADO.—N. e. d.—Cf.: *cuarzo ahumado*.
- TOPACIO DE ESPAÑA.—Variedad de *citrina*.
- *TOPAZOLITA.—Variedad verde amarillenta de *andradita*.
- *TORBANITA.—N. e. d.—Cf.: *bituminita*.
- **TORBERNITA.—Cu[UO₂ | PO₄]₂ · (12-8)H₂O.
- *TORENDRIKITA.—Na_{3.3.5}CaMg_{6.7}Fe₂⁺⁺(Fe, Al)_{3.4}[O₄ | Si₁₆O₄₄].
- TORIANITA.—Sin.: *thorianita*.—(Th, U)O₂.

TORIO (1).—Elemento químico núm. 90 de orden de la tabla periódica de elementos.—*Th*.

TORIO (2).—*Th*.—Cristaliza en el sistema cúbico.

TORITA.—Sin.: *thorita*.— $\text{Th}[\text{SiO}_4]$.

*TORNIELLITA.—Cf.: *alofanita*.

TOROGUMMITA.—Sin.: *thorogummita*.— $(\text{Th}, \text{U})[(\text{Si}, \text{H}_1)\text{O}_4]$.

*TOROTUNGSTITA.—Sin.: *thorotungstita*.—Parece ser *ytrotungstita* en realidad.— $2\text{W}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + (\text{ThO}_2, \text{Ce}_2\text{O}_3, \text{ZrO}_2) + \text{H}_2\text{O}$.

TORTVEITITA.—Sin.: *thortveitita*.— $\text{Sc}_2[\text{Si}_2\text{O}_7]$.

TORURANINA.—Sin.: *thoruranina*.—N. e. d.—Cf.: *broeggerita*.

**TORRELITA.—N. e. d.—Se aplicó a *niobita* y a variedad de *jaspe*.

*TORRENSITA.—N. e. d.—Mezcla de MnSiO_3 y MnCO_3 .

TORREYITA.—Probablemente (β -mooreita). Composición $(\text{Mg}, \text{Zn}, \text{Mn})_7[(\text{OH})_{12} | \text{SO}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

*TOTAIGITA.—N. e. d.—Producto de transformación (de aspecto parecido a *serpentina*) de *salita*.

*TOWANITA.—N. e. d.—Cf.: *calcopirita*.

*TRACHYAUGITA.—Sin.: *trachyaugita*.—Cf.: *diópsida* (sódica, verde oscura).

*TRAINITA (?).—Nombre comercial.—Probable mezcla de *vashegyita* y *natrolita*.

**TRANSVAALITA (1).— $\text{Co}(\text{OH})_2$.

TRANSVAALITA (2).—Nombre de *ROCA*.

TRAQUIAUGITA.—Sin.: *trachyaugita*.—Cf.: *diópsida* (sódica, verde oscura).

**TRAULITA.—Sin.: *thraulita*.—Variedad de *hisingerita*.

*TRAUTWINITA.—N. e. d.—Cf.: *uzvarovita* (impura).

*TRAVERSELLITA.—N. e. d.—Cf.: *diópsida* (en parte uralitizada).

*TRAVERSITA.—N. e. d.—Cf.: *iddingsita*.

*TRAVERSOITA.—N. e. d.—Cf.: *crisocola* (azul).

*TRAVERTINA.—Cf.: *toba calcárea* (ROCA).

TREANORTITA.—Mineral parecido a *alanita*.

**TRECHMANNITA.—Modificación polimorfa (exagonal).— $\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$.

*TREMENHEERITA.—N. e. d.—Cf.: *grafito*.

**TREMOLITA.—Sin.: *grammatita*.— $\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_3[\text{OH} | \text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$

*TREVORITA.— NiFe_2O_4 .

*TRICALCITA.— $\text{Cu}_3[\text{AsO}_4]_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (?).

*TRICHOPIRITA.—N. e. d.—Cf.: *millerita*.

*TRIDIMITA (1).—Sin.: *tridymita* (1).—Modificación polimorfa (rómbrica).— SiO_2 .

TRIDIMITA (2).—Sin.: *tridymita* (2).—Modificación polimorfa (exagonal, holodría).— SiO_2 .

TRIDYMITA (1).—Sin.: *tridimita* (1).—Modificación polimorfa (rómbrica).— SiO_2 .

TRIDYMITA (2).—Sin.: *tridimita* (2).—Modificación polimorfa (exagonal, holodría).— SiO_2 .

**TRIEUITA.—Probablemente pertenece al grupo de *transvaalita*.

*TRIFILINA.—Sin.: *triphylina*.— $\text{Li}(\text{Fe}^{++}, \text{Mn}^{++})[\text{PO}_4]$.

+TRIGONITA.— $\text{Pb}_3\text{MnH}[\text{AsO}_3]_3$.

*TRIHIDROCALCITA (?).—Composición probable: $\text{CaCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

*TRIKLASITA.—N. e. d.—Cf.: *cordierita* (descompuesta).

*TRIMERITA.— $\text{CaMn}_2[\text{BeSiO}_4]_3$.

*TRIMONTITA.—Nombre equivocado.—Cf.: *escheclita*.

*TRINKERITA.—*Resina* parecida al ámbar.

TRIPEL (al.).—Sustancia opalina de origen organógeno y deposición en capas. Excepcionalmente se origina a partir de cuarzo filoniano cataclásico debido a presiones orogénicas.

*TRIPHYLINA.—Sin.: *trifilina*.— $\text{Li}(\text{Fe}^{++}, \text{Mn}^{++})[\text{PO}_4]$.

*TRIPLITA.— $(\text{Mn}, \text{Fe}^{++})_2[\text{F} | \text{PO}_4]$.

*TRIPLOIDITA.— $(\text{Mn}, \text{Fe}^{++})_2[\text{OH} | \text{PO}_4]$.

*TRIPLOKLASA.—N. e. d.—Cf.: *thomsonita*.

TRIPOLITA.—N. e. d.—Cf.: *tripel* (al.).

**TRIPPKEITA.— CuAs_2O_4 .

**TRIPUHYITA.— FeSb_2O_6 .

*TRITOKHORITA.—N. e. d.—Cf.: *mottramita*.

**TRITOMITA.— $\text{Ca}_3(\text{La}, \text{Ce})_3\text{Zr}_3[\text{F}_6 | (\text{BO}_3)_3 | (\text{Si}_3\text{O}_9)_2]$.

**TROEGERITA.— $\text{H}_2[\text{UO}_2 | \text{AsO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

TROEMELITA (art.).—Composición probable: $7\text{CaO} \cdot 5\text{P}_2\text{O}_5$.

TROGTOLITA.— CoSe_2 .

*TROILITA.—*Pirrotina* procedente de meteoritos.

*TROLLEITA.— $\text{Al}_4[\text{OH} | \text{PO}_4]_3$.

**TROMBOLITA.—N. e. d.—Sin.: *thrombolita*.—Cf.: *pseudomalaquita*.

*TRONA.— $\text{Na}_3\text{H}[\text{CO}_3]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

- **TROOSTITA.—Variedad de *willemita* (sustitución atómica de aprox. 1/5 de *Zn* por *Mn*).
- *TRUPELLITA.— $\text{Al}_{10}[(\text{OH})_4 | \text{Cl}_4 | \text{SO}_4]_3 \cdot 30\text{H}_2\text{O}$.
- **TRUFFITA.—N. e. d.—Se aplicó a *tartueffita* y a *lignito* fibroso.
- **TRUSCOTTITA.— $\text{Ca}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot \text{H}_2\text{O}$.
- **TSCHIEFFKINITA.—Silicato isotropizado de (Ce, Ca) y (Ti, Fe, Mg).
- TSCHKALOWITA.— $\text{Na}_2[\text{BeSi}_2\text{O}_6]$.
- **TSCHERMAKITA (1).—N. e. d.—Se aplicó a *albita* y a *oligo-clasa*.
- TSCHERMAKITA (2).—«Molécula de Tschermak» hipotética de composición $\text{Ca}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2[(\text{OH}) | \text{AlSi}_3\text{O}_{11}]_2$ de los anfíboles.
- *TSCHERMIGITA.—Sin.: *ammonalaunita*.— $\text{NH}_4\text{Al}[\text{SO}_4]_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$.
- *TSCHERNICHEWITA.—N. e. d.—Probablemente *anfíbol* ferrosódico.
- TSCHERSKITA (?).—Mineral de *manganeso*.
- *TSCHINGLUSUITA.— $2(\text{Na}, \text{K})_2\text{O} \cdot 5(\text{Mn}, \text{Ca})\text{O} \cdot 3(\text{Ti}, \text{Zr})\text{O}_2 \cdot 14\text{SiO}_2 \cdot 9,5\text{H}_2\text{O}$ (amorfo).
- TSCHIRWINSKITA.—Mineral parecido a *schungita*.
- TSUMEBITA.— $\text{Pb}_2\text{Cu}[(\text{OH})_3 | \text{PO}_4] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.
- TUCHOLITA.—Sin.: *thucholita*.—*Hidrocarburo* parecido al carbón. Su ceniza contiene *U*, *Th*, *Ti* y tierras raras.
- TUENITA.—Sin.: *thuenita*.—N. e. d.—Cf.: *ilmenita*.
- *TUESITA.—N. e. d.—Cf.: *nacrita*.
- **TUHUALITA.— $(\text{Na}, \text{K}, \text{Mn})_2\text{Fe}^{++}(\text{Fe}^{+++}, \text{Al}, \text{Mg}, \text{Ti})\text{H}[(\text{Si}, \text{AlH})_8\text{O}_{20}]$.
- TULITA.—Sin.: *thulita*.—Mezcla de *zoisita* y *epidota* manganesíferas.
- TUMITA.—Sin.: *thumita*.—N. e. d.—Cf.: *axinita* (Thum).
- TUNGOMELANA.—Cf.: *psilomelana* tungstífera.
- *TUNGSTENITA.— WS_2 .
- *TUNGSTENO (1).—Sin.: *wolframio*.—Elemento químico número 74 de orden de la tabla periódica de elementos —W.
- TUNGSTENO (2).—W. Es polimorfo.—[z-W] cristaliza en el sistema cúbico.
- **TUNGSTITA.—Sin.: *ocre de wolframio*.— $\text{WO}_2(\text{HO})_2$.
- TUNGSTOPOWELLITA.—Sin.: *wolframiopowellita*.—Cristal de mezcla del sistema (*powellita-escheelita*).

- *TURANITA.—Mineral química y estructuralmente parecido a *mottramita*.
- TURBA.—Es el término menos rico en C, pero inicial de los carbones (ROCA).
- **TURGITA.—N. e. d.—Sin.: *turita*.—Mezcla de *hematites* (finamente dispersa con H_2O adsorbido) y otros.
- TURINGITA.—Sin.: *thuringita*.—
$$\left\{ \begin{array}{l} (\text{Fe}^{++}, \text{Fe}^{+++}, \text{Al})_3[(\text{OH})_2 | \text{Al}_{1,2-2}\text{Si}_{2,8-2}\text{O}_{10}] \cdot \\ (\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Fe}^{+++})_3(\text{O}, \text{OH})_6 \cdot \end{array} \right\}$$
- *TURITA.—N. e. d.—Sin.: *turgita*.—Mezcla de *hematites* (finamente dispersa con H_2O adsorbido) y otros.
- **TURMALINA (serie de...).—Nombre genérico que comprende: *elbita*, *dravita*, *eschörl*, *ucita*.
- *TURNERITA.—Cf.: *monacita* (de grietas alpinas).
- *TURQUESA.—Sin.: *kallaita*.— $\text{CuAl}_6[(\text{OH})_2 | \text{PO}_4]_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
- *TUXTLITA.—N. e. d.—Cf.: *mayaita*.
- *TYCHITA.— $\text{Na}_6\text{Mg}_2[\text{SO}_2 | (\text{CO}_3)]_4$.
- *TYRITA.—N. e. d.—Cf.: *fergusonita*.
- *TYSONITA.—Sin.: *fluocerita*.— $(\text{Ce}, \text{La})\text{F}_3$.
- **TYUYAMUNITA.—Sin.: *tiuyamunita*.— $\text{Ca}[\text{UO}_2 | \text{VO}_4]_2 \cdot (5-8\frac{1}{2})\text{H}_2\text{O}$.

U

- *UDDEVALLITA.—N. e. d.—Cf.: *ilmenita* (Uddevalla).
- UFERITA.—Cf.: *ufertita*.
- UFERTITA (?).—Óxido de *U*, *Fe*, *Ti*.
- *UGANDITA.—N. e. d.—Cf.: *bismutotantalita*.
- *UHLIGITA.—Parece idéntico estructural y quizá químicamente a *perowskita*.
- **UIGITA (?).—Mineral parecido a *prehnita*.
- **UINTAITA (?).—Pertenece a los llamados *minerales de asfalto*.
- *ULEXITA.— $\text{NaCaB}_5\text{O}_{10} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.
- *ULMITA.—Ácido húmico casi puro (?).
- *ULRICHITA.—Cf.: *uraninita*.
- **ULTRABASTA.—N. e. d.—Cf.: *diaforita*.
- *ULTRAMARINA.—Cf.: *lasurita*.
- ULVITA.— $\text{Fe}_2^{++}\text{Ti}^{++++}\text{O}_4$.
- ULVOESPINELA.—Cf.: *ulvita*.
- *ULLMANTTA.— NiSbS .

- *UMANGITA.— Cu_3Se_2 .
- *UMBRA.—Mezcla de *bol* e *hidróxidos* de *Fe*, *Mn*.
- UMOHITA.— $[\text{UO}_2 | \text{MoO}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
- **UNGEMACHITA.— $\text{K}_3\text{Na}_3\text{Fe}^{+++}[\text{OH} | (\text{SO}_4)_2]_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$.
- *UNGVARITA.—N. e. d.—Casi idéntico a *cloropalo*.
- *UNIONITA.—N. e. d.—Cf.: *zoisita* (Unionville).
- **URACONITA.—N. e. d.—Se aplicó a *sippeita* y a *uranopilita*.
- **URALITA.—Nombre genérico que comprende *anfíboles* de composición media
 $\text{Ca}_4\text{Mg}_6\text{Fe}_{3-4}^{+++}[(\text{OH}, \text{O})_4 | (\text{Al}, \text{Fe})_2\text{Si}_{11}\text{O}_{44}]$
 originados por transformación de piroxenas.
- *URANATEMNITA.—N. e. d.—Cf.: *uraninita*.
- *URANO (1).—Elemento químico núm. 92 de orden de la tabla periódica de los elementos.—*U*.
- URANO (2).—*U*. Es polimorfo.— $[\gamma\text{-U}]$ cristaliza en el sistema cúbico.
- **URANOCALENITA.—*Galenita* (con Pb^{266} predominante).
- *URANELAINA.—*Resina* parecida al ámbar.
- *URANINITA.—Sin.: *pechblenda*, *pezblenda*.— $(\text{U}, \text{Th})\text{O}_2$
- **URANITAS.—Sin.: *micas uraníferas* (en parte).—La simetría de la estructura de las uranitas corresponde a D_{4h}^{17} , o bien $\text{I} 4/\text{mm}$.—Cf.: *micas uraníferas*.
- *URANOCALCITA.—Sin.: verde de *uranio*, *cuprocsklodowzskita*.
- URANOCALIZA.—N. e. d.—Cf.: *autunita*.
- URANOCALCAREOCALIZA.—N. e. d.—Cf.: *uranotalita*.
- *URANOCIRCITA.— $\text{Ba}[\text{UO}_2 | \text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.
- **URANOESFERITA.— $[\text{UO}_2 | (\text{OH})_2 | \text{BiOOH}]$.
- **URANÓFANA.—Sin.: *uranotila*.— $\text{Ca}(\text{H}_3\text{O})_2[\text{UO}_2 | \text{SiO}_4]_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.
- **URANOFILITA.—N. e. d.—Cf.: *torbenita*.
- *URANOGUMMITA.—N. e. d.—Cf.: *gummita*.
- *URANOLEPIDITA.—N. e. d.—Cf.: *vandenbrandeita*.
- URANOMICROLITA.— $(\text{Ca}, \text{Na}, \text{U}, \text{Ce}, \text{Y})(\text{Ta}, \text{Nb}, \text{Ti})_2(\text{O}, \text{OH})_7$.
- *URANONTOBITA (1).—N. e. d.—Cf.: *samaraskita*.
- *URANONTOBITA (2).—N. e. d.—Variedad de *uraninita*.
- **URANOPIBITA.—Sin.: *Ocre de uranio*.—

$$\left\{ \begin{array}{l} [6 \text{UO}_2 | 5(\text{OH})_2 | 1\text{SO}_4] \cdot 12\text{H}_2\text{O} \\ 1\text{H}_2\text{O} \end{array} \right\}$$
- URANOPIROCLORA.— $(\text{Na}, \text{K}, \text{Ce}, \text{Y}, \text{U}, \text{Pb})(\text{Nb}, \text{Ti}, \text{Ta})_2(\text{O}, \text{OH})_7$.
- *URANOPISSITA.—N. e. d.—Cf.: *uraninita*.

- **URANOSPATITA.—Quizá parecido a *bassetita*.—Composición probable: $\text{Ca}[\text{UO}_2 | (\text{As}, \text{P})\text{O}_4]_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$: ($n \lesssim 12$) y ($\text{As} : \text{P} < > 2 : 1$).
- **URANOSPINITA.— $\text{Ca}[\text{UO}_2 | \text{AsO}_4]_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (?).
- *URANOTALLITA.—Sin.: *liebigita*.— $\text{Ca}_2[\text{UO}_2 | (\text{CO}_3)_2] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.
- URANOTANTALITA.—N. e. d.—Cf.: *samaraskita*.
- **URANOTILA.—Sin.: *uranófana*.— $\text{Ca}(\text{H}_3\text{O})_2[\text{UO}_2 | \text{SiO}_4]_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.
- **URANOTORITA.— $(\text{Th}, \text{U})[\text{SiO}_4]$.
- **URAO.—N. e. d.—Se aplicó a *trona* y a *termonatrita*.
- **URBANITA.—Cristal de mezcla del sistema (*diópsida-aegirina*) en proporción de 1:1.
- *URDITA.—N. e. d.—Cf.: *monacita*.
- URGITA.—Nombre equivocado.—Cf.: *urhyta*.
- URHYTA.—N. e. d.—Mezcla de *gummita* y *uranófana* (?).
- *URPETHITA.—Mezcla de *hidrocarburos*.
- *URUSITA.—N. e. d.—Cf.: *sideronatrita*.
- **URVOELGVITA.—Cf.: *devillina*.
- *USBEKITA.—Sin.: *volbortita*.— $\text{Cu}_3[\text{VO}_4]_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.
- β -USBEKITA.—Parece que es *usbekita* con $4\text{H}_2\text{O}$.
- *USSINGITA.— $\text{Na}_2[\text{OH} | \text{AlSi}_3\text{O}_8]$.
- USTARASITA.— $\text{PbS} \cdot 3\text{Bi}_2\text{Si}_3$.
- *UTAHITA.—N. e. d.—Cf.: *jarosita*.
- *UTAHLITA.—N. e. d.—Cf.: *variscita*.
- *UVANITA.— $[(\text{UO}_2)_2 | \text{V}_6\text{O}_{17}] \cdot 15\text{H}_2\text{O}$.
- **UVITA.—*Turmalina* pardo oscura.— $\text{CaMg}_3(\text{Al}, \text{Mg})[(\text{OH})_{1-3} | (\text{BO}_3)_3 | \text{Si}_6\text{O}_{13}]$.
- *UWAROWITA.— $\text{Ca}_3\text{Cr}_2^{+++}[\text{SiO}_4]_3$.
- UZBEKITA.—Sin.: *usbekita*.

V

- **VAALITA.—Representa paso de *hidrobiotita* a *vermiculita* (?).
- VAESITA.— NiS_2 .
- VAEYRYNENITA.— $\text{MnBe}[(\text{OH}, \text{F}) | \text{PO}_4]$.
- *VALENCIANITA.—Cf.: *adularia*.
- **VALENTINITA.—Sin.: *flores de antimonio*.—Modificación polimórfica (rómbrica).— Sb_2O_3 .
- VALUEVITA.—Cf.: *valuevita*.

- *VALLEITA.—N. e. d.—Cf.: *antofilita* (con 5 % CaO).
 **VALLERIITA.— $\text{Cu}_3\text{Fe}_4\text{S}_7$.
 *VANADINITA.— $\text{Pb}_5[\text{Cl} | (\text{VO}_4)_3]$.
 *VANADIO (1).—Elemento químico núm. 23 de orden de la tabla periódica de elementos.—*V*.
 VANADIO (2).—*V*. Cristaliza en el sistema cúbico.
 *VANADIOLAUMONTITA.—Cf.: *laumontita* (con 2,5 % V_2O_5).
 *VANADIOLITA (?).—Silicato-vanadato de Ca.
 *VANADITA.—N. e. d.—Se aplicó a *descloicita* y a *vanadinita*.
 *VANADOMAGNETITA.—Sin.: *coulsonita*.—*Magnetita* que contiene hasta 5 % en peso de V_2O_5 .
 **VANDENBRANDEITA.— $[\text{UO}_2 | (\text{OH})_2] \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$.
 VANDENDRIESSCHEITA.— $8[\text{UO}_2 | (\text{OH})_2] \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
 *VANDIESTITA.—N. e. d.—Mezcla de *tclurobismutita* y *hessita*.
 *VANOXITA.— $2\text{V}_2\text{O}_4 \cdot \text{V}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.
 *VANTHOFFITA.— $\text{Na}_6\text{Mg}[\text{SO}_4]_4$.
 **VANUXEMITA.—N. e. d.—Mezcla de *sauconita* y *hemimorfita*.
 *VARGASITA.—Pseudomorfosis de *talco* según *piroxena*.
 *VARISCITA.— $\text{Al}[\text{PO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
 VARLAMOFFITA.—Sin.: *hidrocassiterita*.
 **VARULITA.— $(\text{Na}, \text{Ca})(\text{Mn}, \text{Fe})_2[\text{PO}_4]_2$.
 VARVICITA.—N. e. d.—Cf.: *manganita* (en parte transformada en *pirolusita*).
 *VASHEGYITA (?).—Mineral parecido a *evansita*.
 *VATERITA.—Modificación poliforma (exagonal).— CaCO_3 .
 **VAUQUELINITA.— $(\text{Pb}, \text{Cu})_{<4}[(\text{Cr}, \text{P})\text{O}_4]$.
 **VAUXITA.— $\text{Fe}^{++}\text{Al}_2[\text{OH} | \text{PO}_4]_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.
 **VEATCHITA.— $\text{SrHB}_3\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (?).
 *VEGASITA.—N. e. d.—Cf.: *plumbojarosita*.
 *VELARDEÑITA.—Variedad de *gehlemita*.
 VELIKHOVITA.—Cf.: *welichowita*.
 *VENASQUITA.—N. e. d.—Cf.: *cloritoide*.
 *VENERITA.—N. e. d.—Mezcla con predominio de *clorita* descompuesta.
 VERDE DE URANIO.—Sin.: *uranocalcita*, *cuproesklodowskita*.
 *VERDELITA.—Variedad verde de *turmalina*.
 VERMICULITA-CLORITAS.—Nombre genérico que agrupa a los minerales constituidos por capas alternativas de *vermiculita* y de *clorita*.
 *VERMICULITAS (Serie de las...).—Nombre genérico (y espe-

- cífico adjunto) que agrupa minerales capaces de hincharse y retorcerse vermiformemente al ser calentados.
 *VERMONTITA.—N. e. d.—Cf.: *danaita*.
 VERNADITA.—Composición probable: H_2MnO_3 .
 *VERNADSKYITA.— $\text{Cu}_4[(\text{OH})_2 | (\text{SO}_4)_3] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
 *VERONITA.—N. e. d.—Cf.: *seladonita*.
 **VERRUCCITA (?).—Es una *ceolita*.
 **VESBINA (1).—Cf.: *mottramita*.
 VESBINA (2).—Cf.: *volbortita*.
 VÉSIGNÉITA.— $\text{BaCu}_3[\text{OH} | \text{VO}_4]_2$.
 *VESTAN (?).—Quizá: SiO_2 triclínico.
 *VESUBIANA.— $\text{Ca}_{10}(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{Al}_4[(\text{OH})_4 | (\text{SiO}_4)_5 | (\text{Si}_2\text{O}_7)_2]$.
 **VESZELYITA.— $(\text{Cu}, \text{Zn})_3[(\text{OH})_3 | \text{PO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
 *VIANDITA.—N. e. d.—Cf.: *ópalo* (costra).
 VIDRIO DE ZN.—N. e. d.—Cf.: *hemimorfita*.
 *VIELLAURITA.—N. e. d.—Mezcla de *tefroita* y *rodocrosita*.
 *VIERZONITA.—N. e. d.—Se aplicó al *ópalo* pulverulento y a *melinita*.
 *VIETINGHOFFITA.—N. e. d.—Cf.: *samarskita* (ferriera).
 VIGNITA.—N. e. d.—Mezcla preponderante de *magnetita* y *siderita*.
 VILATEITA (?).—Quizá *fosfosiderita* manganesífera.
 VILNITA.—N. e. d.—Cf.: *collastonita* (Vilna).
 VILLAMANINITA.— $(\text{Cu}, \text{Ni}, \text{Co}, \text{Fe})(\text{S}, \text{Se})_2$.
 VILLARSITA.—Cf.: *olívina* (alterada).
 VILLIAUMITA.— NaF .
 VINOGRADOWITA.—Composición probable:
 $\text{Na}_3\text{Ti}_4\text{Al}[\text{SiO}_4]_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.
 *VIOLAITA.—N. e. d.—Cf.: *piroxena* (ligeramente sódica).
 *VIOLANA.—Cf.: *diópsida* (azul).
 **VIOLARITA.— FeNi_2S_4 .
 *VIRIDINA.—Variedad verde de *andalusita*. (Contiene Mn_2O_3 y Fe_2O_3).
 **VIRIDITA.—Requiere aún más estudio para poder clasificarla como *clorita*, etc.
 VISEITA.—Cf.: *analcima* hidroxofosfatada.
 VISHNEVITA.—Cf.: *vischnevita*.
 VITERBITA.—N. e. d.—Probable mezcla de *alofana* y *warvillita* en proporción 8:1.
 *VITRIOLITA.—N. e. d.—Cf.: *pisanita*.
 VITRIOLO AMARILLO.—N. e. d.—Cf.: *jarosita*.
 *VITRIOLO DE CINCO.—Sin.: *goslarita*.— $\text{Zn}[\text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

- **VITRIOLO DE URANO.—Sin.: *johannita*.—
 $\text{Cu}[\text{UO}_2 | \text{OH} | \text{SO}_4]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
- *VITRITA.—Sin.: *carbón brillante*.—Constituyente microscópico de *antracita*.
- VIVIANITA.— $\text{Fe}_3^{++}[\text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.
- VLADIMIRITA.—Cf.: *vladimirita*.
- *VOELCKERITA.—Sin.: *oxiapatita*.— $\text{Ca}_{10}[\text{O} | (\text{PO}_4)_6]$.
- VOELKNERITA.—N. e. d.—Cf.: *hidrotalkita*.
- *VOGESITA (1).—N. e. d.—Cf.: *piropo*.
- VOGESITA (2).—Nombre de ROCA.
- **VOGLIANITA.—N. e. d.—Variedad de *zippeita*.
- **VOGLITA.— $\text{Ca}_2\text{Cu}[\text{UO}_2 | (\text{CO}_3)_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (?).
- *VOGTITA (art.).—Metasilicato (art.) de *Fe, Ca, Mn, Mg*.
- *VOIGTITA.—N. e. d.—Cf.: *biotita meteorizada*.
- **VOLBORTITA.—Sin.: *usbekita*.— $\text{Cu}_3[\text{VO}_4]_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.
- *VOLCANITA.—N. e. d.—Se aplicó a *S* (con indicios de *Se*) y a *piroxena*.
- *VOLGERITA.—Sin.: *estibiconita*.
- VOLKONSKOITA.—Cf.: *wolchonskoita*.
- VOLKOVITA.—Cf.: *wolkowita*.
- *VOLTAITA.— $\text{K}_2\text{Fe}_3^{++} \text{Fe}_1^{+++}[\text{SO}_4]_{12} \cdot 18\text{H}_2\text{O}$.
- *VOLTZINA (1).— $\text{Zn}_3\text{S}_4\text{O}$.
- VOLTZINA (2).— $\text{Zn}(\text{S, As})$.
- *VONSENITA.—N. e. d.—Cf.: *paigeita*.— $(\text{Fe}^{++}, \text{Mg})_2 \text{Fe}^{+++}[\text{O}_2 | \text{BO}_3]$.
- *VORAUHLITA.—N. e. d.—Cf.: *lazulita*.
- *VORHAUSERITA.—N. e. d.—Cf.: *serpentina* (compacta, en masa).
- *VOSGITA.—N. e. d.—Cf.: *labradorita* descompuesta.
- *VRBAITA.— $\text{Tl}_2\text{S} \cdot 2\text{As}_2\text{S}_3 \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$.
- **VREDENBURGITA.— $(\text{Mn, Fe})_3\text{O}_4$.
- VREDENBURGITAS.—Nombre genérico que agrupa a los productos naturales de desmezcla del sistema (Fe_3O_4 , MnFe_2O_4 , ZnFe_2O_4); son concrecimiento orientados de *jakobsita* y *hausmannita*.
- **VUDYAVRITA.—Cf.: *wudjavruta*.
- *VULPINITA.—N. e. d.—Cf.: *anhidrita* (granular, Vulpino).

W

- *WACKENRODITA.—N. e. d.—Cf.: *wad* (plomífero).
- **WAD (ing.).—Nombre genérico que comprende las menas

- de manganeso duras y terrosas de origen geliforme y de composición aproximada: $\text{MnO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$.
- **WADEITA.— $\text{K}_2\text{Zr}[\text{Si}_3\text{O}_9]$.
- *WAGITA.—N. e. d.—Cf.: *hemimorfita*.
- *WAGNERITA.— $\text{Mg}_2[\text{F} | \text{PO}_4]$.
- WAIKAKITA.— $\text{Ca}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- **WALAITA.—Pertenece a los llamados *minerales de asfalto*.
- **WALCHOWITA.—Alcohol sesquiterpeno polímero: $(\text{C}_{15}\text{H}_{26}\text{O})_n$.
- *WALDHEIMITA (?).—Mineral similar a *actinolita* (Waldheim).
- WALKERITA (1).—N. e. d.—Cf.: *montmorillonita*.
- **WALKERITA (2).—Variedad de *pectolita* con 5 % MgO .
- *WALMSTEDTITA.—N. e. d.—Cf.: *ferromagnesita*.
- **WALPURGINA.— $[(\text{BiO})_4 | \text{UO}_2 | (\text{AsO}_4)_2] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.
- **WALTHERITA.—Sin.: *walpurgina*.
- *WALUEWITA.—Sin.: *xantofilita*.
- *WALLERIANA.—N. e. d.—Cf.: *hornablenda*.
- *WAPPLERITA.—Mineral parecido a *roesslerita*.
- **WARDITA.— $\text{NaAl}_3[(\text{OH})_4 | (\text{PO}_4)_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- *WARINGTONITA.—N. e. d.—Cf.: *brochantita*.
- **WARRENITA.—N. e. d.—Se aplicó a la mezcla de *jamesonita* con *cinquenita* y también a *esmithsonita* cobaltífera.
- **WARTHAITA.—Mezcla de *cosalita* y *galenita*.
- *WARTHITA.—N. e. d.—Cf.: *bloedita*.
- **WARWICKITA.— $(\text{Mg, Fe})_3\text{Ti}[\text{O} | \text{BO}_3]_2$.
- *WASHINGTONITA.—N. e. d.—Cf.: *ilménita*.
- *WASITA.—N. e. d.—Cf.: *ortita* (impura).
- **WATTEVILLITA.—Composición probable: $\text{Na}_2\text{Ca}[\text{SO}_4]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
- *WAVELLITA.— $\text{Al}_3[(\text{OH})_3 | (\text{PO}_4)_2] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.
- *WEBERITA.— $\text{Na}_2\text{Mg}[\text{AlF}_7]$.
- *WEBNERITA.—N. e. d.—Cf.: *andorita*.
- *WEBSKYITA.—N. e. d.—Cf.: *serpentina* (fibrosa).
- *WEBSTERITA.—N. e. d.—Cf.: *aluminita*.
- WEDDELITA.— $\text{Ca}[\text{C}_2\text{O}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- *WEHRLITA (1).—N. e. d.—Parece idéntico a *pilsenita*.
- WEHRLITA (2).—Nombre de ROCA.
- *WEIBULLITA.—Quizá: $\text{PbS} \cdot [\text{Bi}_2\text{Se}_3]$.
- *WEIBYEITA (?).—Parecido a *bastnaesita*.
- *WEINBERGERITA (?).—Silicato de NaAlFe^{++} (meteorico).
- WEINSCHENKITA (1).—N. e. d.—Cf.: Variedad de *hornablenda*.

- *WEINSCHENKITA (2).—(Y, Er)[PO₄] · 2H₂O.
 *WEISBACHITA.—Cf.: *anglesita* (baritífera con Pb:Ba=5:1).
 *WEISSIANA.—N. e. d.—Cf.: *eskolczita*.
 WEISSITA (1).—N. e. d.—Se aplicó a *pinita* y a un mineral parecido a Cu₃Te₃.
 **WEISSITA (2).—Cu₃Te₃ (?).
 *WELDITA (?).—Silicato de NaAl amorfo.
 WELICHOWITA.—Betún de fractura concoidal brillante (Welichow, Urales).
 **WELLSITA.—Variedad calcicopotásica de *harmotoma*.
 *WENTZELITA.—Sin.: *wenzelita*.
 WENZELITA.—Sin.: *wenzelita*.—N. e. d.—Cf.: *hureaulita*.
 *WERNERITA.—N. e. d.—Cf.: *escapolita*.
 WERTHEMANITA (?).—Parecido a *aluminita* (probablemente menor cantidad de H₂O).
 *WESLIENITA.—N. e. d.—Cf.: *roméita*.
 *WESTANITA.—N. e. d.—Cf.: *andalusita* (algo descompuesta, de Westana).
 *WETHERILLITA.—N. e. d.—Se aplicó a *hetairita* y a una variedad de *betún*.
 *WHARTONITA.—N. e. d.—Cf.: *pirita* (niquelífera, parecida a *bravoita*).
 *WHEELERITA.—Resina parecida al ámbar.
 WHERRYITA.—Parece ser sólo una variedad de *calcedonita*.
 *WHEWELLITA.—Ca|C₂O₄| · H₂O.
 **WHITLOCKITA.—Modificación polimorfa (trigonal).—
 β -Ca₃[PO₄]₂.
 WHITMANITA.—N. e. d.—Cf.: *gcikielita*.
 *WHITNEYITA.—(Cu, As).
 *WICKLOWITA (?).—Cf.: *vanadato de Pb*.
 *WICHTINA.—Sin.: *wichtyna*.—N. e. d.—Cf.: *wichtisita*.
 **WICHTISITA.—Sin.: *sordavalita*.—ROCA vítrea.
 *WICHTYNA.—Sin.: *wichtina*.—N. e. o.—Cf.: *wichtisita*.
 *WIEDGERITA.—Nombre comercial.—N. e. d.—Cf.: *elaterita*.
 *WIKITA.—Probablemente: Ca₃UNb₃O₁₂OH.
 **WILKEITA.—Ca₃[(F, O) | (PO₄, SiO₄, SO₄)₃].
 *WILSONITA.—N. e. d.—Cf.: *escapolita* (descompuesta).
 *WILTSHIREITA.—N. e. d.—Cf.: *rathita*.
 *WILUTA.—N. e. d.—Se aplicó a *vesuviana* y a *grossularia* (Wilui).
 *WILLCOXITA.—Producto de descomposición de *corindón* parecido a *pirofilita*.

- *WILLEMITA.—Zn₂[SiO₄].
 *WILLIAMSITA.—N. e. d.—Cf.: *crisotila*.
 *WILLYAMITA.—(Co, Ni)SbS.
 *WINCHELLITA.—Variedad de *mesolita*.
 *WINCHITA.—Variedad manganesífera de *grammatita*.
 **WINEBERGITA.—Al₄[(OH)₁₀ | SO₄] · 7H₂O.
 **WINKLERITA.—Pertenece probablemente a *transvaalita*.
 *WINKWORTHITA.—N. e. d.—Mezcla probable de *howlita* y *yeso*.
 WISAKSONITA.—Cf.: *uranotorita* (metamicta).
 WISCHNEWITA.—Cristal de mezcla del sistema (*davyina-can-crinita*).
 *WISERINA.—N. e. d.—Se aplicó a *anatasa* y a *xenotima*.
 **WISERITA.—Probablemente pertenece a la serie de *piroaurita* (como miembro manganesífero).
 **WITHAMITA.—Parecida a *piedmontita* con 1 % Mn₂O₃.
 *WITHERITA.—BaCO₃.
 *WITTICHENITA.—3Cu₂S · Bi₂S₃.
 *WITTINGITA.—N. e. d.—Cf.: *rodonita* (meteorizada).
 *WITTITA.—Cf.: *hammarita* (selenífera).
 WLADIMIRITA.—Ca₃[AsO₄]₂ · 4H₂O.
 *WOCHENITA.—N. e. d.—Cf.: *baurita* (Wochein).
 *WODANITA.—Cf.: *titanobiotita* con aprox. 12 % TiO₂.
 *WOEHLERITA.—Ca₂NaZr[F | (SiO₄)₂].
 *WOELCHITA.—N. e. d.—Cf.: *bournonita* (descompuesta).
 *WOERTHITA.—N. e. d.—Cf.: *sillimanita*.
 WOLCHONSKOITA.—

$$\left\{ \begin{array}{c} (\text{Cr}_{0,35}\text{Fe}_{0,58}^{+++}\text{Al}_{0,40}\text{Mg}_{0,82})[(\text{OH})_2 | \text{Al}_{0,18}\text{Si}_{3,82}\text{O}_{10}]^{0,55} \\ (\text{Mg}_{0,17}\text{Ca}_{0,10})(\text{H}_2\text{O})_4 \end{array} \right\}$$
 *WOLFACHITA.—N. e. d.—Cristal de mezcla de posición media entre *gersdorffita* y *ullmanita*.
 WOLFEITA.—(Fe⁺⁺, Mn)₂[OH | PO₄].
 WOLFRAMIO.—Sin.: *tungsteno*.
 *WOLFRAMINA.—N. e. d.—Cf.: *Ocre de wolfram* (tungsteno).
 *WOLFRAMITA.—(Mn, Fe)[WO₄].
 WOLFRAMPOWELLITA.—Sin.: *tungstopowellita*.—Cristales de mezcla del sistema (*powellita-escheclita*).
 *WOLFSBERGITA.—Sin.: *calcoestibita*.—Cu₂S · Sb₂S₃.
 *WOLFTONITA.—N. e. d.—Cf.: *hetairita*.
 WOLKOWITA.—Hidrobórato de Sr y Ca parecido a *ginorita*.
 *WOLNYNA.—N. e. d.—Cf.: *barita*.

- *WOLLASTONITA.—Modificación polimorfa (triclínica).— α -CaSiO₃ (< 1126 °C).
- *WOLLONGONGITA.—Parecido a *bituminita*.
- *WOODHOUSEITA.—CaAl₃[(OH)₆ | SO₄PO₄].
- WOODRUFFITA.—2(Zn, Mn)O . 5MnO₂ . 4H₂O.
- *WOODWARDITA (?).—Parecido a *lettsomita* (?) (metacoloide).
- *WOROBIEFFITA.—Cf.: *berilo* (cesi- y litífero).
- WOTANITA.—Sin.: *wodanita*.
- WUDJAWRITA.—Producto de transformación amarillo amorfo de *lovtshorita* (Kola).
- WUESTITA (art.).—FeO.
- *WULFENITA.—Pb[MoO₄].
- *WURTZILITA (?).—Pertenece a los llamados *minerales de asfalto*.
- **WURTZITA.—Modificación polimorfa (exagonal).—β-ZnS.

X

- *XALOSTOCITA.—N. e. d.—Sin.: *lauderita*.—Cf.: *grossularia* (rosa).
- XANTIOSITA (?).—Arseniato de Ni.—Quizá: Ni₃[AsO₄]₂.
- *XANTITA.—N. e. d.—Cf.: *vesuciana* (amarilla).
- **XANTITANO.—N. e. d.—Producto de descomposición de *titanita*.—Cf.: *anatasa*.
- *XANTOARSENITA.—N. e. d.—Cf.: *sarkinita*.
- *XANTOCROITA.—CdS (al parecer, amorfo).
- **XANTOFILITA.—Ca(Mg, Al)₃₋₂[(OH)₂ | Al₂Si₂O₁₀].
- *XANTOKON.—Ag₃AsS₃.
- *XANTOLITA.—N. e. d.—Se aplicó a *estauroлита* (impura) y a *poliadelfita*.
- *XANTOPIRITA.—N. e. d.—Cf.: *pirita*.
- **XANTORTITA.—N. e. d.—Cf.: *ortita* (amarilla, alterada).
- *XANTOSIDERITA.—Cf.: *limonita*.
- **XANTOXENA.—Ca₂Fe⁺⁺⁺[(OH) | (PO₄)₂] . 1.5H₂O.
- *XENOLITA.—N. e. d.—Cf.: *sillimanita*.
- *XENOTIMA.—Y[PO₄].
- *XIFONITA (?).—*Hornablenda* (pobre en Fe) de composición desconocida.
- **XILITA.—Sin.: *xilita*, *xilotila*.—Cf.: *ferrisepiolita*.
- XILOCLORO.—Sin.: *xylocloro*.—N. e. d.—Cf.: *apofilita* (verde).

- XILOLITA.—Sin.: *xylolita*.—*Madera silicificada*.
- *XILOPALO.—*Madera silicificada*.
- XILOTILA.—Sin.: *xylotila*, *xylita*, *xilita*.—Cf.: *ferrisepiolita*.
- *XONALITA.—N. e. d.—Cf.: *xonotlita*.
- **XONOTLITA.—Ca₆[(OH)₂ | Si₆O₁₇].
- XYLANTHITA.—*Resina* probablemente parecida al ámbar.
- XYLITA.—Sin.: *xilita*, *xilotila*.—Cf.: *ferrisepiolita*.
- *XYLOCLORO.—Sin.: *xilocloro*.—N. e. d.—Cf.: *apofilita* (verde).
- **XYLOLITA.—Sin.: *xilolita*.—*Madera silicificada*.
- *XYLORETINITA.—*Resina* probablemente parecida al ámbar.
- **XYLOTILA.—Sin.: *xilotila*, *xylita*, *xilita*.—Cf.: *ferrisepiolita*.

Y

- **YAMAGUTILITA.—Cristal de mezcla del sistema (*circón-xenotima*).—Parecida a *oyamalita*.
- *YANOLITA.—N. e. d.—Cf.: *axinita*.
- *YEAHMANITA.—(Mn, Zn)₁₆Sb₂[O₁₃ | (SiO₄)₄].
- YENERITA.—Cf.: *boulangerita*.
- *YENITA.—N. e. d.—Cf.: *ikvita*.
- *YESO.—Ca[SO₄] . 2H₂O.
- *YOUNGITA.—N. e. d.—Mezcla de varios sulfuros de Pb, Zn.
- *YTERBITA.—Sin.: *iterbita*.—N. e. d.—Cf.: *gadolinita*.
- *YTERITA.—Sin.: *tengerita*, *iterita*.—Probable hidrocarbónico de Y.
- **YTRIALITA.—Sin.: *itrialita*.—Cf.: *thalenita* [con (6-10) % ThO₂].
- *YTRIO (1).—Sin.: *itrio* (1).—Elemento químico núm. 39 de orden de la tabla periódica de elementos.—Y.
- *YTRIO (2).—Sin.: *itrio* (2).—Y.—Cristaliza en el sistema exagonal.
- YTRIOALUMITA (art.).—Sin.: *ytroalumita*.—Y₃Al₂[AlO₄]₃.
- *YTRIOAPATITA.—Sin.: *ytroapatita*, *itrioapatita*.—Variedad de *apatita*.
- *YTRIOCALCITA (1).—Sin.: *ytrofluorita*, *ytrofluorita*, *ytrocalcita*, *itriocalcita*.
- YTRIOCALCITA (2).—Sin.: *apatita*, *ytrocalcita*.
- *YTRIOCERITA.—Sin.: *cerfluorita*, *ytrocerita*.
- *YTRIOCOLUMBITA.—Sin.: *samarskita*, *itriocolumbita*.

- **YTRIOCRASITA.—Sin.: *ytrocrasita*.—Parecido a *delorencita*.
 *YTRIOFLUORITA.—Sin.: *ytrofluorita*, *itriofluorita*.—
 $(Ca, Y)F_{2-2, 33}$.
 **YTRIOGRANATE.—Sin.: *itriogranate*, *itrogranate*.—Granate que contiene *Y* sustituyendo parcialmente al *Ca*.
 *YTRIOGUMMITA.—Sin.: *ytrogummita*.—Producto de descomposición de *cleveita*.
 *YTRIONIÓBITA.—Sin.: *samaraskita*.
 YTRIOORTITA.—Sin.: *ytroortita*.—Variedad de *ortita*.
 YTRIOPARISITA.—Sin.: *ytroparisita*.—Variedad de *parisita*.
 YTRIOTANTALITA.—Sin.: *ytrotantalita*, *itriotantalita*.—
 $Y_4[Ta_2O_7]_3$.
 **YTRIOTITANITA.—Sin.: *ytrotitanita*, *keilhauita*, *itriotitanita*.—Variedad de *titanita*.—(Ca, Y, Ce)(Ti, Al, Fe⁺⁺⁺ [O | SiO₄]).
 YTRIOTUNGSTITA.—Sin.: *ytrotungstita*. Variedad de *tungstita*.
 YTROAPATITA.—Sin.: *ytroapatita*, *itroapatita*.—Variedad de *apatita*.
 *YTROCALCITA (1).—Sin.: *ytrocalcita*, *ytrofluorita*.
 YTROCALCITA (2).—Sin.: *apatita*, *ytrocalcita* (2).
 *YTROCERITA.—Sin.: *cerfluorita*, *ytroccerita*.
 *YTROCOLUMBITA.—Sin.: *samaraskita*, *ytrocolumbita*, *itrocolumbita*.
 *YTROCRASITA.—Sin.: *ytrocrasita*.—Parecido a *delorencita*.
 *YTROFLUORITA.—Sin.: *ytrofluorita*.—(Ca, Y)F_{2-2, 33}.
 YTROGRANATE.—Sin.: *itriogranate*, *itrogranate*.—Granate que contiene *Y* sustituyendo parcialmente al *Ca*.
 *YTROGUMMITA.—Sin.: *ytrogummita*.—Producto de descomposición de *cleveita*.
 YTROILMENITA.—Sin.: *ytroililmenita*, *itroilmenita*.—N. e. d. Cf.: *samaraskita*.
 *YTRIONIÓBITA.—Sin.: *samaraskita*.
 YTROORTITA.—Sin.: *ytroortita*.—Variedad de *ortita*.
 YTROPARISITA.—Sin.: *ytroparisita*, *itroparisita*.—Variedad de *parisita*.
 YTROTANTALITA.—Sin.: *ytrotantalita*, *itrotantalita*.—
 $Y_4[Ta_2O_7]_3$.
 *YTROTITANITA.—Sin.: *itriotitanita*, *keilhauita*, *itrotitanita*. Variedad de *titanita*.—(Ca, Y, Ce)(Ti, Al, Fe⁺⁺⁺(O | SiO₄)).
 YTROTUNGSTITA.—Sin.: *Ytrotungstita*, *itrotungstita*.—Variedad de *tungstita*.

- YUGAWARALITA.—Ca[Al₂Si₃O₁₄] · 3H₂O.
 *YUKONITA.—CaFe_{2,33}⁺⁺⁺[(OH)₃ | (AsO₄)₂] · 6H₂O.
 *YUKSPORITA.—Parecida a *pectolita*.

Z

- *ZAFIRO.—Sin.: *safiro*.—Variedad azul de *corindón*.
 ZAFIRO ESTRELLADO.—*Zafiro* con asterimo.
 *ZALA.—N. e. d.—Cf.: *bórax*.
 *ZAMBONINITA.—N. e. d.—Se aplicó a la mezcla de *fluorita* y *sellaíta* y también a *muellerita*.
 *ZARATITA.—Ni₃[(OH)₄ | CO₃] · 4H₂O.
 *ZEAGONITA.—N. e. d.—Cf.: *filipsita*.
 *ZEASITA.—N. e. d.—Cf.: *ópalo* de fuego.
 **ZEBEDASSITA.—Variedad de *saponita*.
 ZEFAROVICHITA.—N. e. d.—Cf.: *zawadlita*.
 **ZEOFILITA.—Sin.: *ceofilita*.—Ca₂[(OH, F)₆ | Si₄O₁₀].
 *ZEOLITAS.—Cf.: *ceolitas*.
 *ZERMATITA.—N. e. d.—Se aplicó a *crisotila*, y menos frecuentemente a *antigorita*.
 **ZEUGITA.—N. e. d.—Cf.: *whitlockita*.
 **ZEUNERITA (art.).—Cu[|UO₂ | AsO₄]₂ · 10(16-10)H₂O.
 *ZEUNITA.—Cf.: *turmalina* (acicular).
 *ZEYRINGITA.—N. e. d.—Se aplicó a *calcita* de forma especial y también a *flores de hierro* (aragonita).
 **ZIEGELITA.—N. e. d.—Se aplicó a productos de meteorización de *calcopirita* (cuprita, limonita, etc.) y también a *dolomita* con cinabrio pulverulento.
 *ZILLERITA.—N. e. d.—Cf.: *asbesto hornabléndico* (en forma de *corcho de montaña*).
 *ZIMAPANITA (?).—*Cloruro de vanadio* (?).
 *ZINCKENITA.—Sin.: *cinquenita*.—PbS · Sb₂S₃ (?).
 *ZINK (1).—Sin.: *cinc*.—Elemento químico núm. 30 de orden de la tabla periódica de elementos.—*Zn*.
 ZINK (2).—Sin.: *cinc*.—*Zn*.—Cristaliza en el sistema hexagonal.
 *ZINKALUMINITA.—Zn₃Al₃[(OH)₁₃ | SO₄] · 2H₂O.
 *ZINKARAGONITA.—Sin.: *nicholsonita*.—Cf.: *aragonita* (hasta 10 % *Zn*).
 *ZINKAZURITA.—Sin.: *cincasurita*.—N. e. d.—Mezcla de sulfato de *Zn* y carbonato de *Cu*.

- *ZINKBOOTITA.—Sin.: *cinbootita*.—Cf.: *bootita* (cincifera).
 *ZINKDIBRAUNITA.—Sin.: *cinclibraunita*.—Composición probable (amorfo): $\text{MnO}_2 \cdot 0.5\text{ZnO} \cdot \text{H}_2\text{O}$ (algo plomífera).
 *ZINKENITA.—N. e. d.—Cf.: *sinckenita*, *cinquenita*.
 ZINKFAUSSERITA.—Sin.: *cinfausserita*.—Cf.: *fausserita* (cincifera y con algo de MgO).
 *ZINKFILITA.—Sin.: *cinfilita*.—N. e. d.—Cf.: *hopcita*.
 *ZINKHAUSMANNITA.—Sin.: *cinchausmannita*.—N. e. d.—Cf.: *hetairita*.
 ZINKHOEGBOMITA.—Sin.: *cinchoegbomita*.—Variedad cincifera de *hoegbomita*.
 *ZINKITA.—Sin.: *cinquita*.— ZnO .
 **ZINKMELANTERITA (1).—Sin.: *cinmelanterita*, *sommairita*.—Cf.: *melanterita* (cincifera).—Cristal de mezcla del sistema (*melanterita* y la hipotética *cinmelanterita*) (2).
 ZINKMELANTERITA (2) (hip.).—Sin.: *cinmelanterita* (2).— $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ hipotética, isotipa con *melanterita*.
 ZINKOCALCITA.—Cristal de mezcla del sistema (*esmithsonita calcita*).
 *ZINKOFERRITA.—Sin.: *cincoferrita*.—N. e. d.—Cf.: *franklinita*.
 *ZINKOLIVENITA.—Sin.: *cincolivenita*.—Variedad cincifera de *olivenita*.
 *ZINKOSITA.—Sin.: *cincoanita*.— $\text{Zn}[\text{SO}_4]$.
 ZINKPISANITA.—Sin.: *cinpisanita*.—Cf.: *melanterita* (cuprífera con exigua cantidad de Zn).
 ZINKROCKBRIDGEITA.—Sin.: *cinrockbridgeita*.— $\text{ZnFe}_4^{+++}[(\text{OH})_5 | (\text{PO}_4)_3]$.
 ZINKRODKROSITA.—Sin.: *cinrodokrosita*.—Cristal de mezcla del sistema (*rodokrosita-esmithsonita*).
 ZINKROEMERITA.—Sin.: *cinroemerita*.— $(\text{Fe}^{++}, \text{Zn}) \text{Fe}_2^{+++}[\text{SO}_4]_4 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$.
 ZINKSAPONITA.—Sin.: *cincaaponita*.—Variedad cincifera de *saponita*.
 ZINKVREDEBURGITA.—Sin.: *cinzvredenburgita*.—Concrecimiento orientado de *franklinita* y *heterolita*.
 *ZINN (al.).—Elemento químico núm. 50 de orden en la tabla periódica de los elementos.—Sn.
 ZINN (al.).—Sin.: *estaño*.—Es polimorfo.— $[\alpha\text{-Sn}]$ (gris) cristaliza en el sistema cúbico.— $[\beta\text{-Sn}]$ (blanco) cristaliza en el sistema tetragonal.
 *ZINNTITANITA (?).—Sin.: *titanita* estannífera.

- *ZINNWALDITA.— $\text{KLiFe}^{++}\text{Al}[(\text{F}, \text{OH})_2 | \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$.
 **ZIPPEITA.—Sin.: *flores de uranio*.—
$$\left\{ \begin{array}{l} [6\text{UO}_2 | 3(\text{OH})_2 | 3\text{SO}_4] \cdot 12\text{H}_2\text{O} \\ 3\text{H}_2\text{O} \end{array} \right\}$$

 *ZIRCARBITA (?).—Probablemente carbonato de Zr.
 ZIRFESITA.—Producto pulverulento de descomposición de *euclialita*.
 **ZIRKELITA (1).— $(\text{Ca}, \text{Fe}, \text{Th}, \text{U})_2(\text{Ti}, \text{Zr})_2\text{O}_5$ (?).
 ZIRKELITA (2).— $(\text{Ca}, \text{Ce}, \text{Y}, \text{Fe})(\text{Ti}, \text{Zr}, \text{Th})_3\text{O}_7$ variando el contenido de U_3O_8 del (1-14) %.
 *ZIRKITA.—N. e. d.—Mezcla de *baddeleyita* y *circón*.
 **ZIRKLERITA.—Composición probable: $9\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{AlOOH}$ (con pequeñas cantidades de Mn, Ca, Fe^{+++}).
 *ZIRKON.—Sin.: *circón*.— $\text{Zr}[\text{SiO}_4]$.
 ZIRKONFAVAS.—Sin.: *circonfavas*.—Probable variedad óptica uniaxial de ZrO_2 .
 **ZIRKONGLASKOPF (al.).—Sin.: *cabeza calva de circón*.—Probable variedad óptica uniaxial de ZrO_2 .
 ZIRKONPECTOLITA.—Sin.: *circonpectolita*.—N. e. d.—Cf.: *rosenbuschita*.
 *ZIRLITA.—Parecida a *alofana*.
 *ZITTAVITA.—Variedad de *lignito*.
 *ZOEBLITZITA.—N. e. d.—Cf.: *serpentina* (impura).
 *ZOESITA.—N. e. d.—Cf.: *calcedonia* (en conchas de molusco).
 *ZOISITA.— $\text{Ca}_2\text{Al}_3[\text{O} | \text{OH} | \text{SiO}_4 | \text{Si}_2\text{O}_7]$.
 **ZONOCORITA.—N. e. d.—Cf.: *pumpellyita*.
 *ZORGITA.—N. e. d.—Mezcla de *clausalita*, *umangita* y poca *tiemannita*.
 **ZUNYITA.— $\text{Al}_2[\text{AlO}_4 | (\text{OH}, \text{F})_{18}\text{Cl} | \text{Si}_5\text{O}_{16}]$.
 *ZURLITA.—N. e. d.—Cf.: *melilita* (impura).
 **ZWIESELITA.— $(\text{Fe}^{++}, \text{Mn})_2[\text{F} | \text{PO}_4]$.
 *ZYGADITA.—N. e. d.—Cf.: *albita*.

J. L. AMORÓS (1)

VOCABULARIO DE CRISTALOGRAFIA

El vocabulario cristalográfico está bastante bien establecido en el momento actual y es difícil diferir en esencia en el empleo de sus términos. Por esta razón, creo que el conjunto de vocablos reunidos por don Ismael Roso de Luna en el Diccionario de Geología y Ciencias Afines, que bajo la dirección de don Pedro de Novo editó la Labor, S. A., recoge la inmensa mayoría de los términos cristalográficos. El avance en el conocimiento de la estructura, del crecimiento y de las imperfecciones de los cristales, han introducido nuevos términos que se publican a continuación.

Se han añadido además aquellos vocablos que figuran en los índices de las Tablas Internacionales de Cristalografía de rayos X, y que no se hallan incluidos en el vocabulario de Roso de Luna.

A

ACTIVIDAD ÓPTICA = Propiedad de ciertas sustancias de hacer girar el plano de polarización del rayo luminoso que las atraviesa (v. poder de rotación).

ALARGAMIENTO (positivo o negativo) = Dícese que un cristal posee alargamiento positivo o negativo, cuando el eje

(1) Catedrático de Cristalografía.

mayor del cristal coincide o no con el índice de refracción mayor.

AMPLITUD (de la difracción de rayos X) = Ver intensidad.

ANÁLISIS CRISTALOGUÍMICO = Método para la determinación de estructuras cristalinas.

ANÁLISIS DE FOURIER = Descomposición de un desarrollo armónico en series de Fourier.

ANÁLOGO (polo) = En un cristal piroeléctrico, el extremo del mismo que se carga de electricidad positiva al elevarse la temperatura y de electricidad negativa al descender aquélla.

ÁNGULO AXIAL = Ángulo entre los ejes cristalográficos.

ÁNGULO DE ENLACE = Distancia angular entre dos direcciones de enlace sucesivas.

ÁNGULO DE FASE = En difracción de rayos X, el defasaje del haz difractado en relación con el haz primario.

ÁNGULOS DE LOS EJES = Ángulo comprendido entre los ejes cristalográficos.

ÁNGULO DE LOS EJES ÓPTICOS = Distancia angular entre las direcciones de isotropía en un cristal biáxico.

ÁNGULO INTERFACIAL = Valor angular definido por las normales a las caras.

ANHÉDRICO = Cristal sin caras desarrolladas.

ANTILOGO (polo) = En un cristal piroeléctrico, el extremo del mismo que se carga de electricidad negativa al elevarse la temperatura y de electricidad positiva al descender aquélla.

ATOMO = Unidad elemental de la estructura cristalina.

ATOMO VICARIANTE = El que substituye a otro en una estructura.

B

BISECTRIZ AGUDA = Uno de los ejes principales de la indicatriz óptica que bisecta el ángulo agudo de los ejes ópticos. Según sea *a* o *c*, el cristal es negativo o positivo.

BISECTRIZ OBTUSA = Uno de los ejes principales de la indicatriz óptica que bisecta el ángulo obtuso de los ejes ópticos.

C

CANEVAS = Ver Falsilla.

CARA = Superficie plana que limita un cristal.

CELDA ELEMENTAL = Ver celdilla elemental.

CELDA UNIDAD = Paralelepípedo reticular definido por las tres traslaciones más cortas no coplanarias de la red.

CENTROSIMÉTRICO = Que posee el centro de simetría como operación de simetría.

CLASES DE LAUE = Son las clases cristalinas cuya simetría incluye el centro de simetría. Son 11.

CONSTANTE RETICULAR = Cada una de las tres traslaciones y tres **ángulos fundamentales**.

CONVOLUCIÓN = Producto de las transformadas de Fourier de dos funciones.

COORDENADA (atómica) = Posición en el espacio referida a tres ejes coordenados. Posición de un átomo en la estructura.

COORDENADAS FRACCIONARIAS = Posición de un punto en la celda elemental, expresada por partes de las traslaciones fundamentales.

CRECIMIENTO PARALELO = Fenómeno por el cual dos cristales distintos crecen con direcciones cristalográficas paralelas.

CRISTAL BIÁXICO = Generalmente, cristal que posee dos ejes ópticos. Son los cristales rómbicos, monoclinicos y triclinicos.

CRISTAL BUENO = Parte del cristal que no posee dislocaciones.

CRISTAL MALO = Parte del cristal que contiene dislocaciones.

CRISTAL PERFECTO = Dicese del que no posee imperfecciones como dislocaciones, impurezas, etc.

CRISTAL REAL = Dicese del que se ha formado en un medio natural y por tanto posee una determinada cantidad de imperfecciones.

CRISTAL UNIÁXICO = Cristal que por pertenecer a los sistemas trigonal, exagonal y tetragonal, sólo posee un eje óptico.

CRISTAL ÚNICO = Cristal formado por un solo individuo.

D

- DEFECTOS DE FRENKEL = Lugares vacantes producidos por átomos que se sitúan en los intersticios de la estructura.
- DEFECTOS DE SCHOTTKY = Lugares vacantes producidos por átomos que se sitúan en la superficie del cristal.
- DENSIDAD = Cociente de la masa por el volumen.
- DENSIDAD ELECTRÓNICA = Distribución de la probabilidad electrónica en el cristal. Equivale a la estructura ponderal.
- DIAGONAL CÚBICA = La diagonal que va de vértice a vértice de un cubo, pasando por su centro.
- DIFERENCIA DE FASE = Ver ángulo de fase.
- DIFRACCIÓN = Efecto difusor de ondas (rayos X, neutrones, electrones) por el cristal.
- DIFRACCIÓN (DISPERSIÓN) ANÓMALA = Difusión de rayos X por un cristal que contiene átomos en la cuña de absorción de la longitud de onda empleada.
- DIRECCIONES PRINCIPALES = Dícese de los ejes de un elipsoide.
- DISLOCACIÓN = Imperfección del cristal que implica una discontinuidad según una fila reticular.
- DISLOCACIÓN HELICOIDAL = Ver dislocación.
- DISTANCIA DE ENLACE = Distancia a la que se encuentran dos átomos, debido al tipo de enlace por el que están unidos.
- DISTANCIA INTERPLANAR = Ver espaciado.
- DISTRIBUCIÓN HELICOIDAL = Ver Hélice.

E

- EQUADOR = Círculo máximo de la esfera, perpendicular a la línea polar.
- EQUADOR = Cualquier plano de la red recíproca que pasa por el origen.
- EJE DE INVERSIÓN = Operador que combina la operación eje con la inversión de un centro contenido en el eje. Puede ser cuaternario y senario.
- EJE DE LA HÉLICE = Ver Hélice.
- EJE DE ZONA = Dirección cristalográfica a la cual son paralelas las caras que forman la zona.

- EJE POLAR = Dícese de la dirección cristalográfica cuyo sentido no es reversible.
- ELEMENTO DE IDENTIDAD = Traslación de una red.
- ELIPSOIDE ÓPTICO = Elipsoide que expresa las propiedades ópticas. Son varios, pero el más utilizado es la indicatriz óptica.
- EMPAQUETADO CÚBICO = Empaquetado denso en el cual el cuarto piso de bolas se superpone al primero y los otros dos pisos ocupan posiciones intermedias.
- EMPAQUETADO DENSO = Estructura resultante de rellenar el espacio con esferas rígidas del mismo tamaño.
- EMPAQUETADO HEXAGONAL = Empaquetado denso en el cual el tercer piso de bolas se superpone al primero.
- ENANTIOMORFISMO = Fenómeno por el cual dos cuerpos son enantiomorfos.
- ENLACE = Unión de dos átomos.
- EPITAXIA = Crecimiento orientado de un cristal sobre otro de composición química y simetría distinta.
- ESFERA DE EWALD = Ver Esfera de reflexión.
- ESFERA DE REFLEXIÓN = Esfera de diámetro 2λ que sirve para interpretar geoméricamente la difracción de los rayos X por los cristales.
- ESFERA POLAR = Esfera que contiene en su superficie los polos de un cristal.
- ESPACIO DE FOURIER = Espacio cristalino definido por la densidad electrónica del mismo.
- ESPACIO DE PATTERSON = Espacio que comprende los vectores interatómicos de la estructura cristalina.
- ESPACIADO = Distancia entre planos de una misma familia reticular.
- ESPECIE = Se utiliza para denotar que una forma es paralela a un determinado eje cristalográfico.
- ESPECTRO DE DIFRACCIÓN = Conjunto de máximos de difracción producidos al incidir un haz de rayos X, electrones o neutrones sobre un cristal.
- ESPECTRO DE FRECUENCIAS = Conjunto de frecuencias de vibración propias de un cristal.
- ESTEREOGRAMA = Gráfico resultante de una proyección estereográfica.
- ESTRUCTURA COMPACTA = Estructura formada por átomos de iguales dimensiones que rellenan completamente el espacio.

ESTRUCTURA SECUNDARIA = Ver Mosaico cristalino.
 EUHÉDRICO = Cristal con caras bien desarrolladas.
 EXACTITUD = Realidad absoluta de una medida.
 EXTINCIÓN (óptica) = Efecto de oscurecerse el campo del microscopio petrográfico al introducir una sección cristalina en una dirección dada.
 EXTINCIÓN (rayos X) = Desaparición de un reflejo de un plano. Puede ser de una serie de reflejos sistemáticos y entonces se denomina extinción sistemática.

F

FACTOR ATÓMICO = Poder de difusión de rayos X de un átomo.
 FACTOR DE DEBYE-WALLER = Término correctivo del factor atómico que tiene en cuenta la influencia de la temperatura. Viene expresado por $\exp - B \sin^2 \theta / \lambda^2$.
 FACTOR DE ESCALA = Término correctivo que sirve para reducir las intensidades de difracción de rayos X a valores absolutos.
 FACTOR DE ESTRUCTURA = Amplitud de onda difractada por un plano reticular.
 FACTOR DE LORENTZ = Término correctivo de las intensidades de difracción de rayos X que tiene en cuenta la geometría dinámica de la técnica operatoria.
 FACTOR DE POLARIZACIÓN = Término correctivo de las intensidades de difracción de rayos X que tiene en cuenta la polarización del haz al ser reflejado por un plano reticular.
 FACTOR DE TEMPERATURA = Ver factor de Debye-Waller.
 FALSILLA = Accesorio gráfico con curvas de una función para valores constantes de la misma.
 FAMILIA DE FILAS RETICULARES = Conjunto de filas reticulares idénticas y paralelas de una red cristalina.
 FAMILIA DE PLANOS RETICULARES = Conjunto de planos reticulares idénticos, paralelos y equidistantes del vecino.
 FILA RETICULAR = Conjunto de nudos generados por una traslación.
 FORMA = Cara o conjunto de caras equivalentes por simetría.
 FUERZA DE ENLACE = Valor de la fuerza con que dos átomos se unen en una estructura

G

GEMINACIÓN = Vocablo obsoleto por macla.
 GENERADOR DE FRANK-READ = Dos dislocaciones helicoidales de signo contrario. Son el motor del crecimiento del cristal.
 GERMEN = Unidad cristalina alrededor de la cual se inicia la formación y crecimiento del cristal.
 GONIÓMETRO = Aparato que sirve para medir ángulos. Puede ser de aplicación, óptico y rayos X.
 GRUPO MONODIMENSIONAL = Elementos de simetría asociados en una misma fila.
 GRUPO PLANO = Asociación de elementos de simetría con una red plana. Son 17.
 GRUPOS DE COLORES (de SHUBNIKOV) = Derivan de los grupos espaciales cuando los dominios fundamentales tienen además color. Pueden ser blanco y negro o grises.

H

HÉLICE = Conjunto de puntos equidistantes de una línea recta y que se generan por giro alrededor de dicha recta (eje de la hélice) y traslación paralela a dicho eje.
 HÉLICE DE CRECIMIENTO = Efecto producido en la superficie de un cristal por efecto de una dislocación que constituye el motor del crecimiento.

I

INDICATRIZ ÓPTICA = Figura que representa las propiedades ópticas de un cristal.
 INTENSIDAD (de un reflejo) = Intensidad de la onda difractada producida por un plano dado de un cristal.
 ISOESTRUCTURAL = Dícese de sustancias que poseen igual tipo estructural. (Ver isotipia.)
 ISOMORFISMO = Fenómeno por el cual dos cuerpos son isomorfos.

ISOTIPIA = Propiedad según la cual sustancias químicamente distintas poseen la misma estructura cristalina.

L

LIBRACIÓN = Oscilación angular de un vibrador armónico.

LUGAR VACANTE = Imperfección del cristal, consistente en la falta de un átomo en una posición que lógicamente debía estar ocupada por aquél.

M

MACLADO = Fenómeno de la formación de la macla.

MATRIZ DE TRANSFORMACIÓN = Determinante de los coeficientes de una transformación.

MÉTODO DE CRISTAL GIRATORIO = Técnica de rayos X que emplea un haz monocromático y registra la difracción producida por un cristal que gira normalmente al haz incidente.

MÉTODO DE FOURIER = Técnica de análisis cristaloquímico basada en el estudio de la densidad electrónica del cristal.

MÉTODO DE LAUE = Técnica de difracción de rayos X que utiliza cristal fijo y radiación X blancos (policromáticos) (En honor de P. von Laue, descubridor de la difracción de rayos X por los cristales).

MÉTODO DE LA PELÍCULA MÓVIL = Método de cristal giratorio modificado en el sentido de permitir el movimiento de la película fotográfica al propio tiempo que se produce el giro del cristal.

MÉTODO DEL CRISTAL OSCILANTE = Método de cristal giratorio modificado en el sentido de utilizar un giro parcial del cristal.

MÉTODO DEL POLVO CRISTALINO = Técnica de rayos X que utiliza la difracción de un haz monocromático y una muestra porfirizada.

MÉTODO DE PATTERSON = Técnica de análisis cristalográfico basada en el estudio del espacio vectorial del cristal.

MÉTODO DE RAYOS X = Técnicas experimentales encamina-

das a obtener datos por difracción de los rayos X por los cristales.

MOLÉCULA = Unidad estructural constituida por un cierto número de átomos unidos por enlace covalente y que tiene independencia.

MORFOLOGÍA = Parte de la Cristalografía que estudia la geometría externa de los cristales.

MOAICO CRISTALINO = Estructura del cristal formada por grandes bloques (de unos 1000 Å) que difieren poco en su orientación.

MULTIPLICIDAD = Número de veces que un elemento del cristal viene reproducido por los elementos de simetría del grupo.

N

NIVEL = Cada uno de los planos de la red recíproca.

NIVEL = Dícese de las reflexiones de rayos X que se distribuyen en un diagrama de cristal giratorio según estratos.

NUCLEACIÓN = Formación de núcleos cristalinos a partir de los cuales crece una fase cristalina.

NÚCLEO = Ver Germen.

O

OJO DE MOSCA = Técnica óptica para reproducir un motivo en una red plana. Se denomina así por constituir un objetivo con muchas lentes equidistantes.

ORDEN = Número que ocupa una cara en la secuencia de aparición en una zona.

ORIENTACIÓN = Sentido en el que se toman en una descripción de un cristal sus ejes cristalográficos.

ORTOGONAL = Que tiene ángulos rectos.

P

PEDIÓN = Forma integrada por una sola cara.

PERIODICIDAD = Distancia repetitiva de un motivo a lo largo de una recta.

- PIRÁMIDE = Forma integrada por n caras que se cortan en un punto ($n = 3, 4, 6, 8, 12$).
- PLANO BÁSICO O BASAL = Dicese del tercer pinacoide.
- PLANO CRISTALÓGRAFICO = Plano reticular o cara de un cristal.
- PLANO DE DESLIZAMIENTO = Plano de simetría que combina además una traslación en el plano.
- PLANO DE COMPOSICIÓN = Ver Plano de yuxtaposición.
- PLANO RETICULAR = Conjunto de nudos generados por dos traslaciones no paralelas.
- PODER DE DIFUSIÓN = Valor de la intensidad de rayos X difractada por un átomo o plano cristalino.
- PODER REFLECTOR = Relación entre la intensidad de luz incidente sobre una superficie plana y la que refleja.
- PODER DE ROTACIÓN = Valor del giro del plano de polarización de un rayo lumínico por una sustancia que posee actividad óptica.
- POLARIDAD = Propiedad de presentar valores distintos de una propiedad en función del sentido de una dirección.
- POLIGONIZACIÓN = Estructura semejante al mosaico cristalino.
- POLITIPISMO = Simetría distinta, resultante del apilamiento de unidades estructurales.
- POSICIONES HOMOLÓGICAS = Son los puntos equivalentes por operaciones de simetría.
- POZOS DE CORROSIÓN = Entrantes que se producen en la superficie de un cristal por un agente disolvente suave y que en general corresponden a la emergencia de dislocaciones.
- PRESIÓN DE CRECIMIENTO = Efecto secundario del crecimiento de un cristal que se revela por la deformación de los que le rodean.
- PROYECCIÓN LIMITADA = Proyección de la densidad electrónica de un cristal comprendida en una sección de la celda elemental que no comprende en su espesor una traslación completa.
- PROYECCIÓN ORTOGONAL = Resultado de proyectar los vértices y aristas de un cristal por las normales a un plano que se toma como plano de proyección.

R

- RED DE CARAS CENTRADAS = Red que posee nudos en el centro de cada cara del paralelepípedo elemental.
- RED DIRECTA = Espacio reticular del cristal.
- RED ESPACIAL CENTRADA = Red múltiple que posee un nudo en el centro del paralelepípedo elemental.
- RED MÚLTIPLE = Red definida por una celda que contiene otros nudos además de los vértices.
- RED PRIMITIVA = Red cuyos nudos están solamente en los vértices del paralelepípedo fundamental.
- RED RECÍPROCA = Red formada por vectores cuya dirección es la normal a una familia reticular y su módulo el recíproco del espaciado de la misma.
- REFINAMIENTO (de una estructura) = Proceso de cálculo por el que se ajustan las posiciones atómicas en un cristal.
- REFLEXIÓN INTEGRADA = Valor total de la intensidad de rayos X reflejada por un plano reticular y orden dados.
- RELACIÓN AXIL, AXIAL O ÁXICA = Cociente entre los parámetros reticulares. Se toma $\frac{a}{b} : \frac{b}{b} : \frac{c}{b}$.
- REPRODUCIBILIDAD = Obtención de mismos resultados en una técnica. No debe confundirse con la exactitud.

S

- SATÉLITES = En el espacio de Patterson, vectores que resultan de ciertas operaciones de simetría.
- SIMETRÍA LAUE = Simetría detectable por difracción normal de rayos X o electrones. Corresponde a los grupos de simetría puntual que poseen centro de simetría.
- SUBÉDRICO = Cristal con caras imperfectamente desarrolladas.
- SUBGRUPO = Grupo cuya simetría está contenida en otro.
- SUPERESTRUCTURA = Estructura que deriva de otra por duplicación de las traslaciones.
- SUPERGRUPO = Grupo cuya simetría comprende la de otros grupos.

T

TRIPLETE PRIMITIVO = Las tres traslaciones fundamentales del cristal.

V

VELOCIDAD DEL CRECIMIENTO = Espesor que aumenta una cara del cristal por unidad de tiempo.

VIBRACIÓN TÉRMICA = Movimiento armónico de los átomos y moléculas en un cristal, debido a la agitación térmica.

Noticias

Resoluciones adoptadas por la Comisión Gravimétrica Internacional.

En la reunión de París de septiembre último se tomaron, entre otros, los siguientes acuerdos:

1.º Publicación por la Oficina Gravimétrica Internacional, de un boletín de información periódica. Esta publicación será en principio semestral, tendrá el carácter de crónica y dará a conocer a todos los gravimetristas las observaciones que hayan llegado a su conocimiento en el período a que corresponde, con un análisis sumario de los diferentes trabajos y con referencias bibliográficas exactas.

2.º Representación cartográfica a escala mundial de las anomalías de la gravedad. Después de considerar los diferentes modelos posibles se establecerá un mapa de anomalías a gran escala (1:1.000.000) que pueda ser extendida al mundo entero.

3.º Unificación de los símbolos y anotaciones gravimétricas. Se procurará la unificación de los símbolos y de las anotaciones más usuales en el campo de la gravimetría.

4.º Señales horarias utilizadas en gravimetría. Se recomienda que en caso de que nuevas formas de transmisión sean acordadas, se tome en consideración el interés que alcanzan las que se refieren a las señales moduladas emitidas cada segundo, que tendrán duración suficiente para tener una tonalidad musical de manera de poder ser distinguida netamente en el caso de un ruido de fondo importante.

5.º Órbita de satélites artificiales. Se recomienda ante las autoridades que lancen otros satélites artificiales, elijan si es posible órbitas que puedan suministrar nuevas enseñanzas concernientes al campo externo de atracción newtoniana de la tierra.

6.º Valores convencionales a utilizar por la estación de Postdam. Se acuerdan que sea: *a*) que la latitud del punto correspondiente al valor adoptado convencionalmente para Postdam (931, 274 0) sea tomada por convención igual a 57,0 m.; *b*) que el valor de la gravedad en Bad Harzburg, considerada como estación auxiliar de Postdam, sea tomada por convención igual a (981, 180 4), al menos hasta que una diferencia de carácter definitivo pueda ser adoptado de manera internacional con el punto de Postdam.

7.º Estaciones de red de primer orden: *a*) que las listas de las estaciones de primer orden no sean aumentadas; *b*) que en las medidas posibles, cada estación de primer orden esté unida a sus propias estaciones excéntricas con la precisión máxima del orden de $\pm 0,03$ mgal.

8.º Enlaces entre estaciones de primer orden: *a*) que para los en-

laces entre las estaciones de primer orden no se utilicen más que los instrumentos y técnicas de medida que puedan garantizar una precisión de ± 0.5 mgal.; b) que los instrumentos y modelos de medida sean utilizados de manera lo más frecuente posible, de suerte que en cada estación de primer orden sean reunidos tres enlaces de precisión al menos; c) que los enlaces pendulares siguientes sean ejecutados: de Helsinki a Hammerfest y Postdam, Melbourne a Buenos Aires, Buenos Aires a Bombay (Unión Sudafricana), Roma a Beyrouth, Karachi y Singapur; d) un enlace gravimétrico preciso ha de ser efectuado lo mejor posible entre Helsinki y Leningrado.

9.º Nuevas medidas pendulares a efectuar sobre la base europea. Esta base será preferentemente para nuevas medidas pendulares ejecutadas en la parte oeste de la base, particularmente entre Paris y Midi, y en la parte este, de Hammerfest a Catania (vía Helsinki).

10. Constitución de la base de patrones europeos. Que se constituya esta base con una precisión de 0,3 %.

11. Base de patrones de América del Norte. Es actualmente suficiente la base de América del Norte, tanto en cantidad como en calidad, para justificar una calibración definitiva en el punto de esta base.

12. Control de bases patrón. Las bases patrón serán recorridas por un grupo, al menos, de gravimetrístas.

13. Utilización de gravímetros para los enlaces internacionales: a) que las medidas sean totalmente efectuadas donde se han realizado bases pendulares; b) que la base patrón utilizada sea, en totalidad o en parte, una de las bases pendulares oficiales internacionales.

14. Publicaciones detalladas sobre observaciones gravimétricas. Conviene que en las publicaciones la relación de enlaces efectuados con gravímetros en los diferentes puntos sean siempre bien precisos: a) base patrón utilizada, así como las condiciones y los resultados del patrón; b) corrección de instrumentos adoptados; c) esquemas de red y datos de medidas; d) errores de cierre observados.

15. Interés de las medidas gravimétricas en las regiones de arcos insulares. Las instituciones que posean el equipo necesario para emprender tal trabajo, deberán recibir el apoyo necesario que permita ejecutar tales observaciones en un porvenir próximo.

Nueva productora de helio en los Estados Unidos.

Recientemente se ha inaugurado en Keyes (Oklahoma) una instalación patrocinada por el Departamento de Minas, para separar el helio del gas natural, la cual forma parte de un programa de doce factorías análogas. En pleno rendimiento, del gas que llegara por sus correspondientes gaseoductos, con un contenido en He del 2 %, en cantidad de 1.400.000 m³ diarios, separará anualmente 8.500.000 m³ de helio. El gas será devuelto a los puntos de procedencia para su consumo normal como combustible.

Séptimas Semanas Fotogramétricas de Munich.

Las Semanas Fotogramétricas de Munich 1960 se realizarán esta vez en dos partes. La primera tendrá lugar del 26 de septiembre hasta el 1.º de octubre de 1960, pronunciándose las conferencias científicas y efectuándose las demostraciones de instrumentos. La segunda parte del cursillo será del 3 al 8 de octubre de 1960; en ella se ofrecerá la oportunidad de llevar a cabo ejercicios prácticos con el instrumental fotogramétrico. Los temas a tratar en las conferencias son: Tendencias del desarrollo internacional en la construcción de los instrumentos fotogramétricos. La obtención de resultados topográficos en estereorrestituidores. Elementos constructivos eléctricos y electrónicos en los instrumentos fotogramétricos. Nuevo calculador analógico eléctrico. Tendencias alemanas en la construcción de instrumentos para la fotogrametría numérica. Experiencias prácticas con el estereocomparador de precisión de Zeiss-Aerotopograph. Un restituidor con mandos para el autoajuste electrónico. Posibilidades para la compensación de bloques de triangulaciones aéreas por medio de instalaciones calculadoras a base de programas preconcebidos.

Indices de producción minera e industrial (1953-1954 = 100)

Grupos	1958	(provisionales) 1959
Minerales	135,3	134,2
Carbones	120,8	112,7
Minería	128,8	124,6
Químicas	197,9	211,7
Metalurgia	158,2	182,2
Energía	156,4	164,0
Construcción	158,0	173,1
Industria fabril	148,4	159,7
Indice general de producción industrial	147,0	157,3

Agua pesada.

En Toulouse se ha inaugurado la primera instalación francesa productora de agua pesada, construida por el Centro Nacional Industrial del Nitrógeno («Office national industriel de l'azote») y la sociedad «Air liquide». Es una planta piloto industrial y su producción alcanza dos toneladas anuales.

Plomo y cinc.

Se ha celebrado en Ginebra la primera sesión del grupo internacional de estudio de la economía del plomo y cinc, convocada por las Naciones Unidas, en sustitución de la Comisión del Plomo y Cinc creada en septiembre de 1958 para remediar la crisis provocada por el exceso de la oferta de dichos metales en los mercados mundiales. La implantación posterior de contingentes por Estados Unidos, principal país importador de aquéllos, agravó la situación, sobre todo en lo que se refiere al cinc. Se espera, como resultado de los trabajos de este grupo de estudio, la limitación, con carácter voluntario, de las exportaciones del plomo.

Reactor de la industria privada.

En Saluggia (Italia) se ha inaugurado el primer reactor atómico europeo de la industria privada (Fiat y Montecatini). Produce 1 Mw. de energía eléctrica y más adelante producirá 5 Mw. Es el tercero en Italia y ha tardado dos años en construirse. Los otros, que pertenecen al Estado, están instalados en Frascati e Ispra.

Producción mundial de aluminio.

Según la Dirección de Minas de los Estados Unidos, la producción de aluminio en todo el mundo se elevó en 1958 en 4.4 %, y fue en la forma siguiente:

Europa	1.478.098
Europa occidental	702.959
Europa oriental	775.139
América	2.222.057
Asia	145.200
Australia	12.196
África (Camerón)	34.723
TOTAL	3.890.000

Instalación petroquímica.

La empresa alemana «Badische Anilin - & Soda - Fabrik A. G.», de Ludwigshafen, ha inaugurado una instalación petroquímica para la producción de etileno y otras olefinas a partir de petróleo bruto. El procedimiento empleado se basa en la técnica modificada de ciclón, ideada en los años veinte por F. Winkler en las factorías de la BASF.

Como productos secundarios se obtienen hidrocarburos aromáticos

Oleoducto indio.

Un consorcio sobre base paritaria, de las sociedades filiales de la empresa estatal petrolífera italiana ENI, la SAIPEM y el combinado alemán siderúrgico Mannesmann, ha conseguido que el Gobierno indio le encomiende el tendido de un gran oleoducto, en competencia con otras firmas norteamericanas y británicas. El oleoducto proyectado para Assam tendrá 1.140 kilómetros de longitud y las obras comenzarán en el otoño próximo, debiendo estar terminadas en el plazo de dos años.

Prospección de petróleo.

Por la empresa «Deutsche Erdöl AG» (DEA), se ha creado en Wietze (Alemania) un laboratorio, que servirá de centro científico de ensayo e investigación para los trabajos de prospección y producción. El primer laboratorio de la DEA, situado en Wilhelmsburg, se dedica a refinado del petróleo y a petroquímica.

Gas natural en Siberia.

En Siberia, cerca de Chanty-Manssijsk, se han descubierto seis yacimientos de gas natural, cuyas reservas se calculan en 42.000 millones de metros cúbicos. Los yacimientos antes descubiertos radican en la parte europea de la Unión soviética. Los mayores del territorio asiático de la URSS se encuentran en Usbekistán, en la zona de Beresowo, al este de los Urales y en Ust-Wilyuisk, sobre el río Lena. Otros yacimientos importantes están en la costa SE. del mar Caspio y en los Urales.

Utilización del carbón.

Invertirá en este año el Consejo del Gas británico 120.000 libras en investigaciones sobre gasificación subterránea del carbón, y el Consejo nacional del Carbón y el de producción de electricidad 680.000 libras y 130.000, respectivamente, en investigación sobre utilización del carbón. El Consejo del Gas está invirtiendo aproximadamente 230.000 libras en investigación sobre gasificación de petróleo, en un programa de mejora de los aspectos económicos de la gasificación del carbón, y otras 240.000 libras, en investigaciones sobre problemas de purificación de gas y elaboración de subproductos.

Costos del Kw/h.

En el coloquio organizado por la Comisión de Trabajo para la Investigación de Renama septentrional celebrado en Düsseldorf, se manifestó que no existe todavía ningún tipo de central electronuclear de rentabilidad comparable a las centrales térmicas convencionales de carbón. El kilovatio hora de electricidad obtenido con un reactor norteamericano de 150 MV de potencia resultaría a 0,90 pesetas. Con un reactor de temperatura alta, refrigerado por gas, de 325 MV de potencia, se puede obtener energía en las condiciones actuales de Alemania occidental con un coste de 0,37-0,52 pesetas el kilovatio hora.

Producción petrolífera.

Las producciones de petróleo en el grupo francés, durante 1959, fueron:

	Millones de toneladas
Francia.....	1,62
Sahara.....	1,29
Gabón.....	0,75
Marruecos y Argelia.....	0,008
	Millones de m ³
La del gas de Lacq fué de	2.660

Dirección del Geological Survey.

A fines de julio próximo, sir William Pugh cesará en su cargo de director del Servicio Geológico de Gran Bretaña y del Museo de Geología aplicada; le sucederá el doctor Cyril J. Stubblefield, científico distinguido por sus trabajos sobre paleontología y estratigrafía de las rocas paleozoicas.

La hulla francesa.

La producción francesa de hulla en 1959 se mantuvo aproximadamente al nivel de la del año anterior, con 59,78 millones de toneladas,

siendo la disminución sólo de 0,48 por 100. Las minas trabajaron en parte para constituir reservas, por ello las existencias de carbón comercial aumentaron en 2,2 millones de toneladas.

Inversiones de la industria mineralúrgica en 1960.

En el sector de extracción de carbón, las inversiones previstas van dirigidas, fundamentalmente, al logro de una adecuada productividad, limitada actualmente, entre otras razones, por una insuficiente mecanización de las labores de extracción y de transporte.

En el sector siderúrgico se espera para este año la puesta en pleno rendimiento de importantes instalaciones de laminación.

Inversión pública

CONCEPTOS	Millones de pesetas
Plan Jaén.—Obras de electrificación, investigación minera y de aguas subterráneas.....	18,66
Obras mineras.—Construcción de galerías de desagüe de campos filonianos.....	11,50
Ejecución de sondeos, galerías y trabajos de aguas subterráneas y yacimientos minerales de todas clases.....	7,50
Plan Nacional de Obras Mineras en las cuencas hidrológico-subterráneas y obras de ampliación de manantiales.....	1,20
Actividades nucleares:	
— Capital de rodamiento de las plantas industriales de Andújar y Sabiñánigo.....	64
— Planta de uranio de Andújar.....	13
— Investigaciones mineras.....	29
— Acciones de la Empresa «Eurochemie».....	20
Minas de Almadén.....	126,00
Salinas de Torrevieja.....	20,00
Electrificación rural.....	1,50
	238,84
TOTALES.....	425,20

En la industria del cemento las nuevas fábricas en construcción y las ampliaciones que se realizan en algunas de las existentes permiten afirmar que podrá cubrirse la demanda interior, en algunas zonas, en mejores condiciones que las que existen en la actualidad, esperando

se elimine el déficit de producción de las zonas andaluza, extremeña y gallega. Puede estimarse en un millón de toneladas anuales la capacidad de producción de las nuevas fábricas autorizadas, correspondiendo, aproximadamente, un 75 por 100 a Andalucía, un 15 por 100 a Galicia y un 10 por 100 a Extremadura.

En el sector de abonos nitrogenados, en cuanto a ampliaciones y nuevas instalaciones, permiten suponer un crecimiento de la capacidad de producción que pueda llegar a cubrir en el año 1962 el 50 por 100 de las necesidades en esta clase de abonos.

Inversión privada y del I. N. I.

SUBSECTORES	I. N. I. (1)	Industria privada (1)	Totales (1)
	Inversión bruta Millones pesetas	Inversión bruta Millones pesetas	Inversión bruta Millones pesetas
1. Extracción de carbón....	130,30	350,00	480,30
2. Extracción de minerales metálicos.....	117,66	175,00	292,66
3. Abonos nitrogenados....	415,83	550,00	965,83
4. Sulfúrico y superfosfatos.	245,45	430,00	675,45
5. Siderurgia	2.991,79	1.250,00	4.241,79
6. Metalurgia	228,98	340,00	568,98
7. Electricidad	2.759,67	7.200,00	9.959,67
8. Gas.....	—	100,00	100,00
9. Cemento.....	—	300,00	300,00
10. Refinería de petróleo, lubricantes	40,38	250,00	290,38
11. Investigación de petróleo.	341,57	120,00	461,57
12. Extracción de minerales no metálicos (sales potásicas).....	—	85,00	85,00
13. Petróleos (C. A. M. P. S. A.)	—	500,00	500,00

(1) Excluidas las aportaciones de capital extranjero.

En el sector de investigación de petróleo, la previsión de las inversiones que han de realizar Entidades españolas en el año 1960 representa aproximadamente, la cuarta parte de la inversión total que tendrá lugar, ya que el resto serán aportaciones de capital extranjero.

Con referencia a las actividades nucleares, las investigaciones fundamentales se centran en la terminación y funcionamiento de las plantas industriales de Andújar y Sabinánigo, para obtención de las primeras materias necesarias en esta industria y de gran interés para su futuro desarrollo.

IX Conferencia Nacional de Arcillas.

Del 6 al 8 de octubre, se celebrará en la Purdue University, Lafayette, Indiana, la novena Conferencia de Arcillas, patrocinada por la Academia Nacional de Ciencias y el Consejo Nacional de Investigaciones de los Estados Unidos.

Los dos temas principales son: Aplicaciones en la Ingeniería de las propiedades físico-químicas de las arcillas y Complejos arcillo-orgánicos. De este tema se insistirá principalmente en su papel en la industria del petróleo, edafología, e ingeniería civil. También se tratará del aspecto mineralógico de las arcillas.

Investigaciones mineras en Ghana.

El Servicio Geofísico Aéreo de Ghana, anuncia su segundo plan de prospecciones, sobre las reservas minerales del país, en dos zonas principalmete, que son las de las minas de oro y de manganeso así como de otras mineralizaciones.

Una zona cubre 4.800 millas cuadradas de la costa cerca de Takoradi a Kumasi y la otra 1.800 millas cuadradas de Accra, atravesando el río Volta al límite de Dahomey.

Las campañas se efectuarán con magnetómetros y destellómetros aero-transportados, para efectuar una cartografía a 1.30.000, tanto isomagnética como isorrádica.

Gas natural en Austria.

El yacimiento más importante de gas en este país, es el de Zwerndorf, descubierto en 1952. El gas está a 1.350 metros de profundidad y dió hasta hace un año una producción de 1.000 millones de metros cúbicos.

También hay interesantes cantidades de gas en el yacimiento de Matzen, el más importante entre los petrolíferos de Europa Central, cortándose el gas entre los 300 y los 800 metros de profundidad.

Las reservas de gas natural se calculan en 25.000 millones de metros cúbicos, de los cuales corresponden la mitad a Zwerndorf.

También es interesante el descubrimiento reciente de gas natural en las Dolomitas superiores, cerca de Aderklaa.

Prospección submarina de carbón.

Una combinación de los procedimientos sísmicos y de sondeo por sonido, se está estudiando por el «National Coal Board», de la Gran

Bretaña, para la localización y exploración desde el mar de vetas carboníferas.

En una embarcación auxiliar, se instala un artificio que produce una serie de explosiones sucesivas y regulares, más penetrantes que las clásicas de las explosiones sísmicas, las cuales se logran por descargas a 12 KV entre electrodos introducidos en el agua o mediante la ignición de una mezcla de gas propano y oxígeno. La profundidad más adecuada es entre 10 y 30 m. Las primeras prospecciones se han efectuado en las cuencas carboníferas de Northumberland y Durham, entre Hartlepool y Newbiggin, las cuales se adentran en el mar y se espera ampliarlas en el Firth of Fort, enlace de las cuencas carboníferas de East Fife y Lothian.

El petróleo de Gela.

En la zona de Gela (Sicilia), como consecuencia de las investigaciones efectuadas por la «Ente Nazionale Idrocarburi», se ha descubierto una importantísima formación de petróleo, a un kilómetro de la costa, con una profundidad de 3.300 metros, esperando permita una extracción de tres millones de toneladas.

El petróleo descubierto es muy viscoso y contiene mucho azufre; éste se transformará en ácido sulfúrico, el que se utilizará para la fabricación de fertilizantes en el mismo complejo, lo que producirá el cierre de las minas de azufre no rentables, con una pérdida anual de 19,5 millones de dólares.

La cuarta parte de la producción se destinará como combustible de una central termoeléctrica de 1.000 millones de kw.h., y el resto para refinó y producción de subproductos en la correspondiente factoría petroquímica.

La industria petroquímica en Europa.

Gracias a la industria petroquímica, se han podido obtener 5.000 productos químicos básicos y medio millón de derivados de aquéllos, lo que es suficiente para destacar su enorme importancia en la industria mundial.

La industria petroquímica europea ha tenido en estos últimos años un avance considerable, que podría haber sido superior, si no estuviese tan arraigada la obtención de productos sobre la base química del carbón.

Comparando la producción de las sustancias químicas fundamentales de los Estados Unidos con la República federal alemana, de las once sustancias químicas fundamentales, el primero obtiene el 76 por 100 en factorías petroquímicas y el segundo solo el 25 por 100. Al comparar la industria química orgánica sintética de ambos países, la del primero es siete veces la del segundo y su producción por técnicas petroquímicas es veintidós veces la del segundo.

El gas natural canadiense.

Continúan en Canadá las prospecciones de gas natural, extendiéndose últimamente al archipiélago ártico.

El consumo como manantial de energía representa el 9 por 100, esperándose que en 1980 llegue al 22 por 100.

Las reservas de gas natural en la zona petrolífera de mayor importancia, la de Alberta, se calcula del orden de los 800.000 millones de metros cúbicos, y se espera que dentro de treinta años sea de 1,5 billones de metros cúbicos. Las reservas actuales de todo el país son de 8,5 millones de metros cúbicos, habiendo sido la producción de 1959 del orden de los 12.000 millones de metros cúbicos.

Existiendo dos gaseoductos para el suministro del gas, al millón de sus consumidores. Uno de 1.040 kilómetros que va del yacimiento del río Peace, en Columbia británica a Vancouver, enlazando con la red de distribución del Estado de Washington. El otro de 3.520 kilómetros desde Alberta a la zona oriental de Canadá.

En el proceso de depuración de este gas se obtiene bencina natural, propano, butano y azufre, materias que se utilizan en las grandes instalaciones petroquímicas de Alberta.

El petróleo del Iraq.

La producción de 1959 en millones de toneladas fué

Iraq Petroleum C.º	27,33
Basrah Petroleum C.º	12,30
Mosul Petroleum C.º	1,27
Lo que da un total anual de	40,90

La primera tiene sus campos petrolíferos en Kirkuk, al NO. del país, la segunda en el SE. y la tercera también al NO.

Se espera que la producción de Basora llegue a 22 millones de toneladas, y que dentro de año y medio alcance los 25. La capacidad de producción del campo de Kirkuk se espera ampliarla a 50 millones de toneladas. Dados los proyectos indicados, se espera que dentro de pocos años la producción de crudos petrolíferos de Iraq llegue a los 60 millones de toneladas anuales.

Movimientos recientes de la corteza terrestre.

El 3 de agosto, se celebrará en Helsinki, organizado en colaboración por las Asociaciones internacionales de Geodesia y de Seismología, un simposium sobre los movimientos recientes de la corteza terrestre. Esta

reunión puede considerarse como una consecuencia de la labor del grupo de trabajo que se creó en la Asamblea de Roma sobre «Determinación de los movimientos de la Corteza terrestre (diferentes de las Mareas) por todas las medidas geodésicas posibles de efectuar en la superficie de la Tierra».

Coloquio sobre investigaciones de la zona árida.

Del 11 al 18 de mayo de 1960 se proyecta la celebración en París de un coloquio sobre investigaciones de la zona árida.

Los cuatro puntos recomendados como fundamentales son:

- a) Evaluación crítica de la situación actual y en el porvenir de las diversas disciplinas científicas interesadas.
- b) Evaluación crítica desplegada por la U. N. E. S. C. O. para patrocinar las investigaciones sobre la zona árida, la formación de personal necesario y estudio de los informes sobre las actividades conexas ejercidas por organismos internacionales gubernamentales y no gubernamentales, así como de los informes presentados por los Estados miembros, de la zona de aplicación del proyecto.
- c) Estudio de ciertos problemas que ilustran las dificultades que ofrece la explotación práctica de conocimientos teóricos, orientados a la puesta en valor de la zona árida.
- d) Estudio de las perspectivas que ofrecen en el plano internacional y en el nacional, en materia de actividades relacionadas con las investigaciones sobre la zona árida, la formación del personal necesario y la puesta en valor de esta zona.

Los puntos que en cada caso se han de tener en cuenta son:

- 1) Hidrología de las aguas superficiales (comprendida la sedimentación).
- 2) Geología, geomorfología e hidrología de las aguas subterráneas.
- 3) Climatología (comprendiendo hidrometeorología).
- 4) Microclimatología.
- 5) Pedología (comprendiendo la conservación del suelo).
- 6) Problemas fitológicos y pedológicos relativos a la salinidad.
- 7) Fisiología vegetal.
- 8) Ecología vegetal.
- 9) Fisiología y ecología humana y de los animales.
- 10) Fuentes locales de energía.
- 11) Tratamiento de las aguas salinas.

También se tratará de la aplicación de los conocimientos a:

- a) El nomadismo en sus relaciones con las reservas herbáceas.
- b) Utilización posible de las reservas limitadas de aguas.
- c) La aptitud de la población y el problema de la educación.

Tratamiento de las reservas radiactivas.

Patrocinada por la Agencia Internacional para la Energía Atómica y por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, se celebró en Mónaco una Conferencia Internacional sobre el tratamiento de los residuos radiactivos, habiéndose tratado preferentemente los cuatro puntos que figuran en esta crónica:

Contaminación del aire.—Se calculó la cantidad y la actividad de los productos de escisión que se prevé serán generados en los próximos años. Se analizó con detalle la posibilidad de dispensar una parte de los productos menos peligrosos en la atmósfera y en el agua, y de depositar en zonas inaccesibles y bien protegidas los elementos más peligrosos. Se recordó que en el aire existen ya cantidades notables de productos radiactivos derivados de las explosiones atómicas y que la atmósfera no constituye un almacenamiento de carácter permanente, puesto que el polvo radiactivo y la lluvia tienden a depositar sobre el suelo las fracciones no gaseosas, así como las partículas sólidas originadas por la decadencia de los gases radiactivos.

Residuos líquidos.—En general, si la actividad es suficientemente baja y los núcleos presentes no incluyen el estroncio y otras sustancias particularmente peligrosas para la médula ósea, los residuos vienen lanzándose a los ríos y al mar. El lanzamiento a los ríos exige que no se sobrepasen unos niveles de radiactividad fijados por la Comisión Internacional para la Protección contra la Radiación.

La posibilidad de lanzar al mar abierto o a las aguas costeras los residuos líquidos de actividad elevada, fué objeto de amplias discusiones. Con la limitación de que la descarga en el mar no pueda provocar daños al ser consumido el pescado procedente de estas aguas.

Otro punto de vista es el de que no debe admitirse la descarga de sustancias activas en los océanos, sin la intervención de organismos internacionales.

Para sustancias especialmente peligrosas, se está estudiando su incorporación a masas cerámicas o de vidrio prácticamente insolubles o poco solubles, y de una robustez mecánica adecuada para resistir incluso las presiones internas debidas a la formación de elementos gaseosos durante la decadencia de los núcleos inestables.

Lanzamiento a los abismos submarinos.—La solución que a primera vista parece más atractiva consiste en lanzarlos a las profundidades oceánicas del Pacífico o del Atlántico, cuyos fondos parece que tienen una extraordinaria inmovilidad. Este sistema se ha utilizado por varias naciones, sin que se haya producido alarma alguna.

Eliminación en el suelo.—Se estudia la posibilidad de eliminación de los residuos de elevada actividad en los yacimientos de sal gema, cuyas características de abundancia, impermeabilidad y resistencia al calor y

a los agentes químicos, unidas a especiales aspectos geológicos, son decididamente favorables. A ellos se añade la posibilidad de una eventual recuperación futura de las sustancias almacenadas.

Creación de la octava región geológico-minera.

Dada la importancia que con motivo de las próximas investigaciones petrolíferas va a tener la geología y prospección en la provincia del Sahara, se ha segregado desde primeros del año en curso de la séptima región, que comprendía Andalucía, Canarias y las Provincias y Plazas Africanas, éstas últimas; por lo tanto, está constituida actualmente por las Provincias y Plazas Africanas.

Comisión Nacional de Geología.

El día 26 de febrero celebró reunión plenaria la Comisión Nacional de Geología. En ella se trató de la designación de miembros para formar la delegación oficial de España en el Congreso de Copenhague.

Se presenta el Mapa Estructural escala 1:1.000.000, casi totalmente terminado, el cual podrá exhibirse en el Congreso de Copenhague.

Se acuerda apoyar por esta Comisión Nacional de Geología la petición de los señores Llopis Lladó y Fontboté, acerca de las reuniones Internacionales de Geólogos que tendrán lugar en Asturias en 1961 y Granada en 1962.

Se acuerda dirigir una circular a todos los geólogos extranjeros que trabajan o dirigen trabajos en España, dándoles cuenta que para la realización de dichos trabajos han de contar con la Comisión Nacional de Geología, la cual designará un geólogo español, para que actúe de enlace con los científicos españoles.

La Geodesia y los satélites artificiales.

La Asociación Internacional de Geodesia prepara para el mes de mayo de 1961, en Washington, una reunión sobre el empleo en la Geodesia de los datos suministrados por las observaciones de los satélites artificiales.

El fin primordial es el de centralizar los resultados que puedan dar datos geodésicos y del tender a establecer una síntesis que permita un conocimiento más exacto de la forma y de la posición del globo terrestre, así como del valor del campo externo de la gravedad.

Reducción de las observaciones de la gravedad.

Organizada por la Asociación Internacional de Geodesia, se proyecta celebrar en junio de 1961, en Cambridge, una reunión, que tendrá como fin el estudio de las observaciones de la gravedad. Su fin pri-

mordial será el de la unificación de los cálculos de las reducciones de las observaciones de la gravedad. Esta puede ser utilizada en varios fines, sea en la geofísica, sea en la geodesia teórica (fórmula de Stokes).

Ozono atmosférico y circulación general.

La Asociación Internacional de Meteorología y de Física Atmosférica, prepara una reunión que tendrá lugar en julio o agosto en Arosa (Suiza), para estudiar las relaciones entre la cantidad de ozono y la latitud, así como sus variaciones con la longitud y el estudio general de las variaciones de la cantidad de ozono en la superficie de la tierra. La discusión tratará de la distribución de la cantidad de ozono según la vertical. A partir de las observaciones de la cantidad de ozono en las capas altas de la atmósfera, se espera obtener indicaciones sobre la influencia de la actividad solar sobre la capa de ozono.

Desplazamiento de los polos.

En fecha y lugar todavía no fijado, se prepara por la Asociación Internacional de Geomagnetismo y de Aeronomía una reunión para el estudio de la variación de la posición de los polos magnéticos.

Suponiendo que el campo geomagnético es considerado como un dipolo aproximadamente geocéntrico a través de las edades geológicas, la posición de los polos magnéticos terrestres en las diferentes eras geológicas desde el precambriano se han determinado por las observaciones paleomagnéticas. Durante dichas eras se apreció y determinó un desplazamiento considerable de los polos magnéticos, mientras que las consideraciones teóricas, así como los testigos paleoclimáticos parecen indicar que el eje dipolo ha coincidido siempre aproximadamente con el eje de rotación. Esto mostraría que la corteza terrestre se ha desplazado con relación a los polos geográficos. Las observaciones paleomagnéticas sobre diferentes continentes, conducen a otra hipótesis para la explicación de este desplazamiento aparente de los polos, hecho que parece indicar el movimiento relativo de los continentes durante las eras geológicas.

Tempestades terrestres.

En septiembre de 1961 se reunirá en Kyoto, organizado por la Asociación Internacional de Geomagnetismo y de Aeronomía para comparar los estudios de las observaciones de los fenómenos magnéticos obtenidos en condiciones regulares o de calma y con perturbaciones o tempestades. Es necesaria esta comparación para conocer las relaciones entre los diversos fenómenos; el estudio de las tempestades magnéticas puede proporcionar así datos importantes, sobre las emisiones cor-

pusculares solares y sobre las corrientes ionosféricas, causas inmediatas del magnetismo terrestre. Las perturbaciones de período corto, las pulsaciones, hacen intervenir el plasma cósmico y la corona solar; según las modernas teorías magneto-hidrodinámicas, se podrá conocer la interacción del sol y del magnetismo terrestre. Si existe una relación entre las variaciones de los rayos cósmicos y las perturbaciones magnéticas, será posible el predecir estas últimas, lo que es de interés fundamental para las radiocomunicaciones.

Las aguas subterráneas.

La Asociación Internacional de Hidrología Científica, prepara en la U. R. S. S., en fecha no fijada, un coloquio tanto sobre aguas libres como artesianas. Los temas a tratar son: *a)* Observaciones hidrogeológicas para la investigación de las aguas subterráneas. *b)* Esudio hidrodinámico de los tipos normales de captación. *c)* Hidrodinámica de las captaciones que se influyen mutuamente. *d)* Estudio del mecanismo de alimentación de las capas acuíferas, *e)* Estudio y previsión de las fluctuaciones de los niveles.

La evaporación y la evapotranspiración.

En fecha y lugar no fijado se prepara por la Asociación Internacional de Hidrología Científica, una reunión para el estudio de la evaporación y de la evapotranspiración. La evaporación en la superficie de los lagos y embalses, es una de las causas más importantes de pérdidas de agua. Durante los últimos años se han efectuado numerosas investigaciones para tratar de reducir estas pérdidas, cubriendo la superficie del agua con una capa espesa de varios líquidos. Por otra parte, estos depósitos de aguas dan lugar a una vegetación ávida de agua, lo que da lugar a consumos exagerados.

Todas las observaciones realizadas conducen a resultados a veces contradictorios, por ello se proyecta la reunión, para intentar establecer conclusiones después de una seria confrontación.

La Sociedad Geológica de América.

El Consejo de la Sociedad Geológica de América ha elegido miembro correspondiente de la misma al Director del Instituto Geológico y Minero de España, Presidente de la Comisión Nacional de Geología, Ilmo. Sr. D. Antonio Almela Samper.

Temas de sismología.

Durante la Asamblea de Helsinki de agosto de 1960 se organizará un symposium sobre planos de falla, mecanismo en el foco, etc.

El programa preliminar se compone de: *a)* Investigaciones teóricas

y experimentales de los diversos modelos de focos sísmicos y del proceso general de acumulación de tensiones y ruptura. *b)* Métodos para determinar la solución de los planos de falla y otras características del foco: dimensiones, relación de fractura, forma, etc. *c)* Investigación de diversos sismos, fuertes y débiles. *d)* Significación tectonofísica y geológica de los datos obtenidos para los diversos arcos sísmicos y para la tierra en su conjunto.

Las industrias mineralúrgicas en 1959.

La producción industrial mantuvo en 1959 su crecimiento, si bien, a un ritmo menor que en el año precedente. El índice de producción minero-industrial sube un 7 por 100 en 1959; durante el quinquenio anterior, el promedio de alza había sido del 11 por 100 anual.

El año 1959, desde el punto de vista hidrológico, fué excepcional, y su proporción, en la producción eléctrica, fué el 84 por 100 del total, frente al 70 por 100 en 1958, con la consiguiente reducción de la proyección térmica.

El consumo de energía eléctrica creció un 5,7 por 100, respecto del año 1958; en los años precedentes el ritmo de crecimiento había oscilado alrededor del 10 por 100.

La industria eléctrica en sus dos facetas recoge, como en 1958, un tercio del total de las emisiones privadas, o sea, 4.700 millones de pesetas.

La industria carbonera redujo su producción en 1.500.000 toneladas, correspondiente a un 8,5 por 100, dando lugar a una acumulación de existencia en bocamina, que se acercaba al millón de toneladas. Las causas principales de esta disminución del consumo fueron la abundancia de lluvia, que limitó la necesidad de energía térmica y la extensión del uso de los combustibles líquidos y gaseosos.

En la mineralurgia metálica, se observa, al lado de una menor producción de mineral de hierro, de cinc y de plomo, un aumento en la obtención de aluminio. La producción del primero fué inferior, en unas 100.000 toneladas, a la del año precedente, con un descenso en las exportaciones. La producción de plomo descendió en un 7 por 100, y una baja menor acusa la de cinc, por el aumento de la exportación de blendas, ante el estímulo del nuevo tipo de cambio.

Durante el pasado año tuvo un incremento excepcional en la obtención de lingote de hierro y de acero; el primero alcanza la cifra de 1.650.000 toneladas, correspondientes a un 26 por 100 más que en el año anterior; el de acero, con 1.850.000 toneladas, muestra un alza del 16 por 100.

La producción de cemento, en 1959, fué de 5.218.000 toneladas, esto es, 401.000 y un 8,3 por 100, más que en el año precedente.

La industria mineraloquímica presenta, durante la mayor parte del año 1959, una relativa inmunidad frente a las medidas estabilizadoras. Los fertilizantes nitrogenados, gracias al aumento notable de la capa-

idad productiva, ofrece un alza del 27.5 por 100. La producción de superfosfatos aumentó en un 12 por 100, y extendió sus fuentes de suministro a Egipto, Israel y Estados Unidos, sin dejar de utilizar Marruecos como lugar tradicional de aprovisionamiento. La producción de ácido sulfúrico mostró un incremento de 2,5 por 100, frente al 9 por 100, en el año anterior. En cambio, acusa un descenso, del mismo orden de magnitud, la producción de sosa cáustica.

El programa de inversiones industriales anunciado para el próximo quinquenio por el Ministro de Industria, asciende a 189.154 millones de pesetas, distribuidos del siguiente modo:

Industrias básicas, con programas en desarrollo	95.437 millones
Industrias no básicas, con programas generales que deben desarrollarse en el período de cinco años.....	10.545 »
Investigación de petróleo e industrias derivadas del mismo.	17.166 »
Otras industrias de expansión activa	28.561 »
Resto de industrias	37.445 »

Corresponden 54.000 millones de pesetas a inversiones del Instituto Nacional de Industria, y se estima que si las inversiones anuales no pueden exceder de unos 30.000 millones de pesetas, el plazo de ejecución del programa habrá de dilatarse hasta seis años y medio, salvo que el ahorro nacional y las aportaciones extranjeras permitan una cuota anual mayor.

Producción de carbón

(Toneladas)

	Antracita	Hulla	Lignito	Total
1950	1.512.940	9.529.764	1.344.204	12.386.908
1951	1.595.380	9.752.789	1.488.896	12.837.065
1952	1.830.973	10.225.392	1.597.956	13.654.321
1953	1.944.407	10.249.777	1.790.432	13.984.616
1954	1.963.939	10.433.564	1.754.665	14.152.168
1955	1.959.298	10.466.224	1.827.549	14.253.071
1956	2.274.954	10.576.269	1.934.735	14.785.958
1957	2.838.000	11.092.000	2.519.000	16.449.000
1958	3.120.736	11.323.800	2.671.629	17.116.165
1959	2.680.000	11.250.000	2.110.000	16.040.000

Producción de lingote de hierro y acero

(Toneladas)

	Hierro	Acero
1950	664.233	815.426
1951	650.165	818.189
1952	763.065	903.760
1953	799.714	896.795
1954	877.453	1.099.986
1955	903.614	1.213.115
1956	913.032	1.243.277
1957	962.429	1.345.762
1958	1.302.038	1.573.657
1959	1.650.000	1.850.000

Producción de mineral de hierro

(Toneladas)

1950.....	3.038.692
1951.....	3.252.267
1952.....	2.881.044
1953.....	3.000.000
1954.....	3.096.000
1955.....	3.708.000
1956.....	4.400.988
1957.....	5.238.473
1958.....	5.033.466
1959.....	4.930.000

Producción de cemento

(Toneladas)

1950.....	2.103.102
1951.....	2.322.847
1952.....	2.457.004
1953.....	2.772.932
1954.....	3.322.659
1955.....	3.751.706
1956.....	3.999.757
1957.....	4.488.868
1958.....	4.817.022
1959.....	5.218.000

Producción de ácido sulfúrico 100/100

(Toneladas)

1950.....	456.015
1951.....	565.221
1952.....	640.139
1953.....	649.587
1954.....	721.007
1955.....	798.683
1956.....	859.153
1957.....	979.912
1958.....	1.072.344
1959.....	1.340.300

Reserva con carácter definitivo a favor del Estado una zona de la provincia de Cáceres.

Por Orden del Ministerio de Industria de 27 de enero se reserva definitivamente a favor del Estado los yacimientos de todas clases de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas en la zona que se designa a continuación:

Paraje denominado «La Higuera», de los términos municipales de Albalá, Alcuéscar y Casas de Don Antonio, de la provincia de Cáceres, denominada «Cáceres undécima», de sesenta pertenencias. Punto de

partida un mojón de ladrillos y piedras, enlucido, de sección cuadrada de 35 por 35 centímetros de altura total, terminando en un remate piramidal de 15 centímetros de altura. Está situado en la finca «La Abierta», en el término de Albalá, a unos 44 metros de la pared que separa los términos de Albalá y Casas de Don Antonio, a 373 metros en dirección N. 38° 62' E. de la esquina N. de la casa de «La Higuera» (casa principal), y a 525 metros en dirección N. 2° 25' E. del cruce de la línea divisoria de los tres términos citados en el camino de Casas de Don Antonio a Montánchez, cuyo punto de partida y demarcación quedaron establecidos en la Orden de 12 de mayo de 1958, publicada en el «Boletín Oficial del Estado» de 3 de junio del mismo año, en la que se acordó la reserva provisional de dicha zona.

Reserva con carácter definitivo a favor del Estado.

Por Orden del Ministerio de Industria de 30 de enero se reserva con carácter definitivo a favor del Estado los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y rocas bituminosas que se encuentren en la zona que se designa a continuación:

Paraje denominado «Los Escobares», del término municipal de Albalá, de la provincia de Cáceres, denominada «Cáceres Decimoséptima», de cuarenta pertenencias: Punto de partida un mojón de ladrillos y piedras, enlucido, de sección cuadrada, de 35 x 35 centímetros de altura. Está situado en la finca de don Manuel Margallo, de Albalá, entre los caminos de Zafra a Albalá y de Cáceres a Albalá, a unos 65 metros del primero y a unos 350 del segundo, por los sitios más próximos, y 884 metros en dirección N. 36° 20' O. del Pozo Nuevo, situado en el camino de Zafra a Albalá, cuyo punto de partida y demarcación quedaron establecidos en la Orden de 27 de septiembre de 1958, publicada en el «Boletín Oficial del Estado», de 11 de noviembre del mismo año, en la que se acordó la reserva provisional de dicha zona.

Orden por la que se reserva a favor del Estado una zona de la provincia de Cáceres.

Por Orden del Ministerio de Industria de 30 de enero de 1960 se reservan definitivamente a favor del Estado, los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y rocas bituminosas en la zona que se designa a continuación:

Parajes denominados «El Peñascal», «Dehesa del Médico» y «El Encinar», del término municipal de Albalá, denominada «Cáceres Decimoctava», de 147 pertenencias: Punto de partida la esquina NO. de unas zahurdas antiguas (hoy abandonadas), situadas en el paraje de «El Peñascal», en la finca de don Avelino Flores Sancho, de Albalá, entre los caminos de Albalá a Torquemada y de Albalá a Torremocha, a unos 65 metros del primero y 25 del segundo, cuyo punto de partida y demarcación quedaron establecidos en la Orden de 16 de octubre de

1958, publicada en el «B. O. del Estado» de 12 de noviembre de 1958, y con rectificación en el «B. O. del Estado», de 26 del mismo mes y año, en la que se acordó la reserva provisional de dicha zona.

Orden por la que se reserva a favor del Estado una zona de la provincia de Cáceres.

Por Orden del Ministerio de Industria de 30 de enero de 1960 se reservan definitivamente a favor del Estado, los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y rocas bituminosas en la zona que se designa a continuación:

Parajes denominados «Los Ratones», «Montón de Trigo», «Los Cariles», y «La Gasapeosa», de los términos municipales de Albalá, Montánchez y Alcuéscar, de la provincia de Cáceres, denominada «Cáceres Decimonovena», de ciento cincuenta y ocho pertenencias. Punto de partida la esquina SE. de la casilla de don Juan Pérez Leo, de Albalá, situada en el paraje «Los Ratones», a unos 195 metros por el sitio más próximo del Arroyo de los Maderos, considerándose como visuales del mismo la que en dirección E. 40° 73' S., y 262 metros se dirige al cruce de caminos de las Casas de Don Antonio a Albalá, y la que en dirección N. 27° 65' E. va al cruce de la linde de los términos de Albalá y Montánchez, por la calleja de la Fradera, a 496 metros de distancia, cuyo punto de partida y demarcación quedaron establecidos en la Orden de 16 de octubre de 1958, publicada en el «Boletín Oficial del Estado» de 13 de noviembre del mismo año, en la que se acordó la reserva provisional de la zona.

Orden por la que se reserva a favor del Estado una zona de la provincia de Cáceres.

Por Orden del Ministerio de Industria de 30 de enero de 1960 se reservan definitivamente a favor del Estado, los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y rocas bituminosas en la zona que se designa a continuación:

Paraje denominado «La Deltasilla», de los términos de Albalá y Montánchez, de la provincia de Cáceres, denominada «Cáceres Vigésima», de 154 pertenencias. Punto de partida la esquina NO. de la casilla propiedad de D. Antonio Berrocal Fernández, de Albalá, situada en el paraje citado, a unos 115 metros del camino de Rubial, por el sitio más próximo, a 1.133 metros en dirección O. 34° 15' S. del cruce del camino del Rubial y el de Albalá a Alcuéscar, y a 1.528 metros, en dirección E. 43° 14' metros N. del cruce del camino del Rubial con la linde de los términos de Albalá y Montánchez, cuyo punto de partida y demarcación quedaron establecidos en la Orden de 16 de octubre de 1958, publicada en el «B. O. del Estado», de 12 de noviembre del mismo año, en que se acordó la reserva provisional de dicha zona.

Orden por la que se reserva a favor del Estado una zona de la provincia de Avila.

Por Orden del Ministerio de Industria de 30 de enero de 1960 se reservan provisionalmente a favor del Estado, los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y rocas bituminosas que puedan encontrarse en la zona que se designa a continuación:

«Avila 605-1». En los términos municipales de Hurtumpascual, Manjabálago, Garjos, Valdecasas, Gallegos de Sobrinos, Mirueña, Muñico y Cillán, de la provincia de Avila, con la siguiente delimitación:

Será punto de partida el vértice geodésico, Cabeza de Cubo.

1.º punto (P). A partir del vértice Cabeza de Cubo y según la dirección SO. se medirán 1.050 metros, colocándose la primera estaca. 2.º punto (A). A partir del punto anterior, y en dirección NO., se medirán 450 metros, colocándose la segunda estaca (A). 3.º punto (B). A partir del anterior (A), se medirán 6.000 metros en dirección NE., colocándose al final la tercera estaca (B). 4.º punto (C). A partir del anterior (B), se medirán en dirección SE. 5.500 metros, colocándose al final la cuarta estaca (C). 5.º punto (D). A partir del anterior (C), se medirán en dirección SO. 6.000 metros, colocándose al final la quinta estaca (D). A partir del punto (D), en dirección NO. se medirán 5.050 metros, quedando así cerrado el perímetro, que comprende en su interior 3.300 hectáreas.

Estas direcciones se refieren al N. verdadero.

La reserva provisional así establecida entrará en vigor a partir del día 19 de febrero, expirando cuando se haya elevado a reserva definitiva.

Orden por la que se prorroga la reserva de los yacimientos de plomo de la sierra de Gádor de la provincia de Almería.

Por Orden del Ministerio de Industria de 4 de abril, se prorroga la reserva a favor del Estado de los yacimientos de plomo en una zona de la sierra de Gádor, de la provincia de Almería, establecida por Orden ministerial de 21 de abril de 1955, en los propios términos que se indicaban en la citada Orden.

Esta prórroga entrará en vigor a partir de la fecha del vencimiento de la concedida por Orden ministerial de 21 de abril de 1958, expirando a los dos años, salvo el caso de que se prorrogue nuevamente de forma explícita o sea transformada en reserva definitiva.

Gravamen sobre los minerales importados.

Una Orden del Ministerio de Hacienda, de fecha 23-III-60 («B. O.» 2-IV), aclara que todos los minerales importados del extranjero, mientras no se exceptúen expresamente por disposición de suficiente rango legal, han de tributar al tipo del 5 por 100 por el Impuesto sobre el Producto Bruto de las Minas, del General sobre el Gasto.

Notas bibliográficas

COMBUSTIBLES

VELASCO MORENO, M.: *Límites económicos del transporte de combustible para centrales térmicas*. Conf. Mund. Ener., III, 3. Madrid, 5-9 junio de 1960.

Indica brevemente el autor las características y circunstancias que afectan en España al transporte de carbón por carretera, por ferrocarril, por vía marítima y por otros medios de transporte, así como las que hacen referencia al transporte de fuel-oil. Utilizando tarifas, precios y otros datos económicos del momento, se comparan los costes totales de transporte de carbón por ferrocarril y por carretera para el abastecimiento de ciertas centrales térmicas tipo, con los de transporte por línea aérea de energía eléctrica equivalente producida, deduciendo las distancias-límite para las que el transporte del combustible deja de ser interesante. Se señala la influencia del poder calorífico del carbón y la repercusión sobre los costes que proviene de la necesidad de construir derivaciones nuevas de ferrocarril de alguna importancia.—L. F.

FONÓ, DR. ALBERT: *Means of improving the economy and safety of long-distance gas pipe-lines*. Conf. Mund. Ener., III, A/7. Madrid, 5-9 junio de 1960.

Se pueden obtener numerosas ventajas de importancia manteniendo una elevada presión en los gaseoductos de gran longitud, aumentando la presión del gas al máximo a la entrada del conducto y esforzándose en conseguir la mínima disminución de dicha presión antes de llegar al consumidor.

1. Intercalando una máquina antes del lugar de consumo, que aproveche el trabajo de expansión del gas comprimido, se produce una energía considerablemente mayor que la que se precisa para el trabajo de compresión al comienzo de la línea, lo que da lugar a una producción de energía muy económica.

2. En caso de variaciones en el consumo de gas, si no existen gasómetros, las conducciones deberán ser calculadas al máximo de capacidad, mientras que en caso de posibilidad de almacenamiento se proyectarán de acuerdo con el consumo medio. La utilización, por tanto, de gaseoductos a altas presiones, con acumulación de una gran cantidad de gas, proporcionará ventajas económicas.

3. La cantidad de gas almacenado a gran presión en los conductos puede servir para garantizar el suministro cuando, a causa de una avería, se proceda a trabajos de reparación en alguna parte: así el gas almacenado, en la parte no averiada del conducto, puede hacer frente a las exigencias del consumo durante el tiempo que se invierta en dichas reparaciones. Calculando la frecuencia de averías en las conducciones, se puede apreciar la ventaja que representa el disponer de un importante volumen de gas a elevada presión, en evitación de interrupciones en el suministro.—L. F.

SERGIO A. F. MEDEIROS: *Bilan energetique du Portugal*. Conf. Mund. Energ., I. A₁/6. Madrid, 5-9 junio de 1960.

Se da una idea de las fuentes de energía primaria utilizadas para satisfacer las necesidades de Portugal metropolitano.

Se ponen de relieve: la abundancia de combustibles vegetales, cuyo consumo es aún muy extendido; los pocos yacimientos de carbón; la ausencia de petróleo y de gas natural en el territorio metropolitano; la riqueza de los recursos hidráulicos económicamente explotables, de donde proviene actualmente casi la totalidad de la energía eléctrica producida (más del 90 por 100), y la relativa abundancia de uranio.

Basándose en datos estadísticos y en estimaciones, se expone un balance energético, primero en números y después en un gráfico, donde se indican también las previsiones para el futuro.

El consumo de energía bruta es aún muy bajo y su evolución, hasta el presente, no prevé cambios muy rápidos de este estado de cosas.

Sin embargo, como consecuencia de un esfuerzo de industrialización más intenso durante estos últimos años, nació una cierta confianza, basada en el incremento de la demanda de energía bruta que sigue paralelamente muy de cerca el aumento del nivel de vida de la población.

Se llama la atención sobre la necesidad que hay de buscar sustitutos del petróleo y, de paso, se hace referencia a la importancia de la energía del viento y del calor, actualmente desaprovechado en las centrales térmicas. Menciona la energía de la radiación solar que podrá contribuir eficientemente, en el futuro, a la solución del problema energético portugués.—L. DE A.

CLAUDIO CASTELLANI: *Les besoins d'énergie et l'emplacement des productions électrochimiques à proximité des sources d'énergie*. Conf. Mund. Energ., II. B/6. Madrid, 5-9 de junio de 1960.

El examen de los balances energéticos de varios países demuestra que la distribución geográfica de los recursos de energía no concuerda con el desarrollo industrial de cada país. Se saca así la conclusión de la posibilidad de explotar los recursos tradicionales ya comprobados, despla-

zando algunas industrias electroquímicas hacia las inmediaciones de las fuentes de energía todavía inexploradas y que, por tanto, pueden ofrecer dicha energía a un precio de coste muy bajo.

En el caso particular de Italia, donde la situación de las disponibilidades de energía es bastante crítica en vista de las necesidades futuras previstas, se analiza la posibilidad de instalar factorías electroquímicas, y muy especialmente de producción de aluminio, con la finalidad de explotar *in situ* las fuentes de energía aún disponibles, tanto en Italia como en el extranjero.

Se ofrecen algunos ejemplos del pasado y otros muy recientes, de iniciativas surgidas de la idea de fabricar en la proximidad de la fuente de energía, productos, con un alto contenido específico de ésta, como es el aluminio, cuyo precio de transporte es inferior al porcentaje de energía que contiene.—L. F.

FAUSTINO VIGIL BERNARDO: *Explotación racional e integral de los criaderos de lignito españoles*. Conf. Mund. Energ., II. A₂/16. Madrid, 5-9 junio de 1960.

Señala el autor las reservas de los distintos tipos de carbones beneficiados en España y los porcentajes de explotación en relación a las cubicaciones. Destaca que en la minería del lignito, poco desarrollada, es posible un importante incremento, pero necesita un mercado. Su empleo en una mayor producción de energía térmica, la destilación y su gasificación *in situ*, y el establecimiento de nuevas industrias a pie de mina, las considera como soluciones del porvenir.

Las minas de lignito, explotadas en su mayoría sin mecanización, tienen un precio de coste más alto del que pudiera lograrse con ella. No obstante, con su empleo en la producción de energía, no resulta el kwh más caro que con otros tipos de combustibles, con la ventaja de poder reducirse bastante el costo con la aplicación de métodos más modernos de explotación.

Da un gráfico de la distribución de los yacimientos ligníferos en España, haciendo referencia a los sistemas de explotación empleados en la actualidad. Indica la producción lograda en 1958 y sus destinos en el mercado. Las dificultades en el acopio —a causa de los fuegos espontáneos— exigen el empleo inmediato del carbón para hacer posible un aumento de la producción.

Hace referencia a los sistemas actuales de arranque y a la posible aplicación de nuevos métodos de explotación, según la potencia y pendiente de las capas: métodos de cámaras con relleno o silesiano, utilizado en Teruel; tajos largos en dirección con o sin relleno, aplicado en las minas de Berga, Figols y Utrillas; frentes con hundimiento controlado del yacimiento de Ricard (Francia), y explotación por rebanadas sucesivas de techo a muro en capas potentes, con tablero, de las minas de Blazny (Francia).

Considera como método racional de explotación posible en el porvenir la gasificación subterránea de los lignitos, no muy profundos, de los que existen muchas reservas, bajo concesiones en su mayoría inactivas, con características semejantes a otros yacimientos, en los que con la gasificación *in situ* se han conseguido muy buenos resultados.

Hace unos comentarios en torno a la minería del lignito, que debe ser activada por todos los medios hasta conseguir el pleno desarrollo que a las grandes reservas de este combustible corresponde.—L. DE A.

FOSTER, W. N. y FINCH, K. W.: *Relative costs of transmitting energy as electricity or as natural gas*. Conf. Mund. Energ., III/1 Madrid 5-9 junio de 1960.

El autor demuestra en su trabajo que cuando se emplea el gas natural, como combustible, es más económico transportar éste, para distancias superiores a 65 km., que la correspondiente energía eléctrica que se produjera, por encima de determinadas cargas. Por lo tanto, sugiere que la ubicación de las centrales eléctricas se aproxime más al centro de consumo que a la fuente del gas natural.—L. DE A.

NAGLER, K. B.: *Transportation and storage of gaseous fuels*. Conf. Mund. Energ., III, A-5. Madrid, 5-9 junio de 1960.

La impresionante expansión registrada por la industria norteamericana del gas natural durante los últimos treinta años se debió, por una parte, a la «comprobación» de grandes yacimientos de gas natural en el Sur y Suroeste del país, y a la posibilidad de disponer de tuberías de gran diámetro y reducido espesor. Ello constituyó la base económica para el tendido de tuberías de alta presión y gran recorrido, que suministraban gas natural a las ciudades, distantes de 1.000 a 1.800 millas de los yacimientos, y a precios que permitieron el desarrollo en gran escala de la calefacción doméstica a base de gas.

El porcentaje de gas natural en el consumo energético total de Estados Unidos aumenta sin cesar, habiendo alcanzado el 37,8 por 100 en fecha muy reciente. Una parte considerable de este aumento se debe a la carga destinada a la calefacción doméstica, que, en 1958, había alcanzado, se calcula, el 64 por 100 del punto de saturación. En las latitudes septentrionales la carga que representa la calefacción tiene un factor de carga del 25 por 100, aproximadamente, con el consiguiente efecto adverso sobre el factor de carga de las tuberías, y un aumento del coste de «demanda» por cada 1.000 metros cúbicos (Mcf) transportados.

Aparte del desarrollo que las empresas de electricidad han imprimido a esta faceta de su actividad comercial, que viene caracterizada por cargas de mínima o por interrupciones de la demanda, para vender el ll-

mado gas de «depresión», las exigencias máximas de gas «corriente» en los períodos punta se han podido atenuar considerablemente mediante el empleo de instalaciones de gas licuado de petróleo y gas natural.

El almacenamiento en determinadas estaciones del año de gas natural es un proyecto en gran escala, en el que se recurre al aprovechamiento de yacimientos petrolíferos agotados o de pozos practicados en terrenos que cuentan con capa de arenas porosas. Se ha estudiado también el empleo en cavernas o minas agotadas y se ensaya, en la actualidad, el empleo de una mina inundada. En 1958 los Estados Unidos contaban con 250 depósitos de almacenamiento subterráneo, con una cantidad total de 2,7 billones de pies cúbicos, y que encierran en la actualidad 1,5 billones, lo que supone una inversión superior a los 650 millones de dólares. Los gastos de inversión por Mcf oscilan entre 10 a 50 centavos para los yacimientos de gas agotados, y un dólar para los demás.

La industria del gas de petróleo licuado ha aumentado también considerablemente su capacidad total de almacenamiento subterráneo. Los proyectos mayores están localizados en cavernas formadas mediante el vaciado con arrastre de agua de yacimientos de sal, pero también se han construido, desde 1950, cavernas artificiales con una capacidad total de 350.000 barriles. En 1958 la capacidad de almacenamiento subterráneo del LPG se elevaba a 42,5 millones de barriles. El coste de estos depósitos se eleva a 2 dólares por barril en el caso de las formaciones salinas, y a 4,7 dólares por barril en las cavernas de pizarras y yeso, frente a 25 dólares por barril cuando se recurre al almacenamiento en tanques de acero construidos en superficie. Una técnica reciente se basa en el almacenamiento de propano refrigerado a -43°C . y presión atmosférica en depósitos cuya capacidad total ascienda a 1,3 millones de galones.

El gas natural puede concentrarse por licuación con reducción de volumen a 1/600. Las técnicas de licuación y los depósitos de almacenamiento a baja temperatura son análogos a los empleados en la producción de hielo y oxígeno. Desde 1941 a 1943 funcionó en Cleveland, Ohio, una instalación de licuación, almacenamiento y regasificación, que se destruyó en el curso de un incendio, provocado el 1944 por la rotura de un tanque. Una instalación similar funciona en Moscú, U. R. R. S., desde 1954, y el gas líquido que se emplea como carburante de automóvil se transporta en camiones cisternas aisladas a un importante centro industrial que se encuentra a 30 millas de Moscú.

En la actualidad, el gas natural se licúa en una instalación montada en una gabarra, en Lake Charles, Louisiana, y se traslada a continuación, del depósito de almacenamiento aislado de aluminio a cinco depósitos de este mismo metal, revestido interiormente con madera de balsa, que se han montado en un buque de carga transformado: el *McHane Pioneer*. Este buque ya ha hecho tres viajes a Inglaterra, y en la actualidad hace el cuarto, para transportar gas natural líquido al British Gas Council, cerca de Londres. En esta empresa el Council colabora con la Constock-Prichard Liquefaction Corporation, con el fin de determinar la

eficacia y rentabilidad de la misma. En Venezuela, el Sahara y Medio Oriente se dispone, probablemente, de grandes reservas de gas natural, pero como en las actuales circunstancias el tendido de gaseoductos de largo recorrido en el Sahara o el Irak no parece aconsejable por razones políticas, una buena solución económica podría consistir en la licuación del gas en un puerto de mar y su transporte al norte de Europa. Los cálculos económicos previos realizados parecen indicar que esta solución es favorable; los costes por Mcf, a una carga del 100 por 100, oscilan entre 51 centavos en el caso del gas extraído de los pozos de explotación más económica, y 1.32 dólares cuando se trata de pozos de explotación más cara, y calculando un interés más alto para el capital invertido.

En Estados Unidos los costes para el tendido de tuberías pueden expresarse en dólares por pulgada de diámetro exterior y milla de recorrido (pulgada-milla). Los 29 proyectos sometidos a la Comisión Federal de Energía en 1956 oscilan, en cuanto al diámetro exterior del gaseoducto, entre 2 y 36 pulgadas y entre 1 y 260 millas, en lo que se refiere al recorrido. El coste total medio ascendía a 3.916 dólares por pulgada-milla, y los valores extremos venían representados por 7.445 dólares para el tendido en zonas urbanas y 3.746 dólares para el de los gaseoductos de largo recorrido. Los costes de las estaciones compresoras de las instalaciones más recientes han oscilado entre 350 y 390 dólares por C. V. de potencia al freno.—L. F.

SERFATY, A. y GARREAU, H.: *Les efforts réalisés au Maroc en vue de la substitution de l'antracite de Djerada aux autres combustibles*. Conf. Mund. Energ., II, A₂/8. Madrid, 5-9 de junio de 1960.

Para el aumento del consumo de la antracita de Jerada es necesario:

1. Lograr precios y calidades que puedan competir en el mercado mundial. Instalaciones de un importante equipo moderno.
2. Conseguir que la antracita pueda competir con los productos petrolíferos en el mercado interior. Vigilancia atenta del Estado y «primas de compensación».
3. Desarrollo del mercado interior y orientación hacia el consumo de productos finos.
 - 3-1. Posibilidades de creación de un mercado para las necesidades domésticas.
 - 3-2. Extensión de los métodos clásicos de calefacción industrial.
 - 3-3. Construcción de hogares industriales de lecho fluidizado para utilización de finos brutos.
 - 3-4. Efectuar instalaciones de coquización para finos.

Deberán llevarse a cabo todos estos esfuerzos para salvaguardar el potencial de la única cuenca carbonífera nacional.

Si la prospección de hidrocarburos da lugar a importantes descubrimientos, competirán dos combustibles nacionales.

La ayuda que el Estado presta a la prospección de nuevos yacimientos carboníferos es muestra de su deseo de conservar el potencial conseguido en la explotación del carbón.—L. F.

JURI, MOISÉS: *El gas natural combustible de la racionalización*. Conf. Mund. Energ., II, A₂/20. Madrid, 5-9 de junio de 1960.

Al definir el autor la cualidad principal de los gases combustibles, de no requerir para la combustión ni dispositivos mecánicos ni temperaturas especiales, describe las cualidades excepcionales del gas natural combustible de la racionalización que sintetizan a continuación:

1. Calidad absolutamente constante.
2. No requiere, por lo general, tratamientos químicos previos a su utilización en los aparatos de consumo.
3. Su elevado poder calorífico y alto rendimiento en la utilización, en comparación con otros combustibles, lo convierten en el combustible ideal, desde el punto de vista de la racionalización, para el uso de la energía.

Seguidamente se analiza el ahorro de calorías que se obtendría reemplazando el keroseno y la electricidad por gas natural para la satisfacción de las necesidades domésticas de calor, partiendo del rendimiento térmico total de cada combustible y de la electricidad, considerando incluso las calorías gastadas en su generación.

Se complementa el trabajo con las perspectivas para el gas natural en la República Argentina que, de acuerdo con los planes de desarrollo en aplicación, el consumo de gas natural representaría en 1965 el 40 por 100 del total de la energía que se prevé consumir para esta fecha en el país. Asimismo en esta fecha se estima que el consumo específico por habitante puede alcanzar 475 m³/año, contra 40,5 registrado en 1958.

RUTMAN, G. y VICART, M.: *Exploitation du gisement de gaz de Lacq. Evaluation des réserves. Methodes de forage. Problèmes de commercialisation*. Conf. Mund. Energ., I, A₁/1. Madrid, 1960.

El yacimiento de gas natural descubierto en Lacq en 1951 planteó problemas difíciles de evaluación de reservas, de investigación de mercados y de regulación de la oferta y de la demanda.

Para evaluar las reservas se emplearon dos métodos distintos, logrando así un resultado más aceptable que permitió fijar racionalmente el ritmo óptimo de producción.

El interés, inspirado en imperativos nacionales, de alcanzar rápidamente este rendimiento óptimo, ha producido importantes economías en la duración de la ejecución de las perforaciones y en la relación del número de pozos.

Aunque la aportación del metano de Lacq siempre será pequeña den-

tro del balance energético francés, la búsqueda de consumidores suscitó problemas delicados. El consumo de gas natural deberá aumentar en las regiones vecinas a Lacq, principalmente como consecuencia de la construcción de grandes fábricas consumidoras cerca del yacimiento. Sin embargo, se ha observado la necesidad que hay de hacer parte del gas a regiones alejadas del yacimiento.

Un convenio concertado con Electricité de France para el suministro a centrales térmicas, ha permitido la realización de este transporte, asegurando, al mismo tiempo, un abastecimiento regular de volúmenes importantes a varios puntos de Francia, bajo una presión inicial de 65 kg/cm².

Las variaciones del consumo de gas y el hecho de que el precio de costo del gas representa el 90 por 100 de los gastos fijos, han planteado problemas de regulación. Estos han sido resueltos con la instalación de depósitos subterráneos de gas depurado, por la adopción de medidas sobre tarifas que inducen a la regularidad del consumo y con el establecimiento de contratos que permiten al productor efectuar inerrupciones en el suministro de gas en determinadas circunstancias. El hecho de que el gas de Lacq sea utilizado más por los consumidores industriales que por los domésticos, asegura a estos contratos un importante desarrollo.—

L. DE A.

WILWERTZ, C.: *Valorisation de bas-produits miniers et d'autres combustibles secondaires dans les centrales a caracteristiques poussees*. Conf. Mund. Energ., II, A₁/4. Madrid, 1960.

Después de recordar las características principales de las unidades de 100 a 125 MW actualmente en curso de instalación o en servicio en Bélgica, el autor indica los rasgos generales de la situación mundial presente en cuanto a los equipos de 600° C. y más. Analiza las particularidades de tales instalaciones y pasa a calcular su rentabilidad, aplicándola a un curso definido, teniendo en cuenta las tendencias evolutivas de los parámetros esenciales.

En la segunda parte estudia la utilización en las centrales belgas de «schlamms» de carbón y de mixtos con porcentaje alto de cenizas, de esquistos procedentes de terrenos hulleros, así como los productos accesorios líquidos y gaseosos de la industria petrolífera y de gases de hornos altos con combustión mixta.—L. DE A.

CLARK, I. J.: *Sea transport of liquid methane*. Conf. Mund. Energ., III, A 4. Madrid, 1960.

El gas natural se ha convertido en una de las fuentes de energía más importantes del mundo. En los países industriales donde se encuentra naturalmente ha pasado a ser, en la mayoría de los casos, más importante que el carbón y casi tan importante como el petróleo.

En lugares deshabitados del mundo hay grandes reservas de gas natural que hasta la fecha no han sido explotados. Si este gas pudiese ser transportado a las naciones industriales de Europa occidental o del Lejano Oriente, sería posible contribuir a la prosperidad industrial en forma apreciable. El medio más interesante de transportar transoceánicamente el gas, es hacerlo en forma líquida, a la baja temperatura de —162° C. a la presión atmosférica, en barcos aislados, en cuyas condiciones el volumen se reduce a 1/600.

En los últimos diez años se han hecho muchos estudios e investigaciones acerca de este problema; éstos incluyen investigaciones sobre el comportamiento y características de materiales y de aislantes a bajas temperaturas, sobre las técnicas de refrigeración para la licuación del gas, y el manejo y almacenamiento de tales líquidos.

Se han puesto a prueba las posibilidades del transporte oceánico de metano líquido en la transformación y explotación del barco «Methane Pioneer». Este ensayo en escala comercial significa la licuación y transporte de 2.000 toneladas de gas natural, líquido, en este buque de carga transformado, desde Luisiana hasta el Támesis. Este cargamento se ha entregado en las instalaciones terrestres de almacenamiento y regasificación, y se ha utilizado después como complemento en el suministro de gas londinense.

El primer cargamento llegó al Támesis el 20 de febrero de 1959; posteriormente se realizaron varios viajes, obteniéndose valiosa información. Los resultados de explotación obtenidos hasta la fecha de preparación de este trabajo, han probado el triunfo de este proyecto y han confirmado las posibilidades de éxito técnico y económico en la construcción y explotación de grandes buques cisternas para el transporte del gas líquido.—

L. DE A.

BOUETTES, G.: *Aspects techniques de la combustion des charbons cendrés et interet de l'utilisation de ces combustibles en fonction des conditions économiques*. Conf. Mund. Energ., II, A₁/12. Madrid, 1960.

Se describen las centrales mineras del norte de Francia, cuya potencia total instalada pasa de 1.200 MW y que utilizan carbones con contenidos altos de cenizas. La segunda parte del trabajo informa sobre los problemas técnicos propios de las centrales que utilizan dichos carbones, teniendo en cuenta la experiencia de las centrales descritas.

En la tercera parte se determina, en función de su proporción en cenizas, el valor relativo del carbón referido a uno con pocas cenizas, de la misma naturaleza y de la misma procedencia y en las condiciones económicas más favorables, es decir: necesidades de energía eléctrica de gran consumo en el mismo lugar de la producción, sin ayuda de otra forma de energía que la del carbón.

En la última parte se examinan las modificaciones del valor relativo del combustible de contenido alto de cenizas en relación con el combus-

tible de referencia, teniendo en cuenta condiciones económicas diferentes de las consideradas en la tercera parte: utilización más débil, distancia entre los centros de producción del carbón y los de los consumidores de energía, competencia de otras formas de energía.—L. F.

BOLZINGER, A. y DESCAZEUX, H.: *Développement et technique des grands transports de gaz par pipe-lines en France*. Conf. Mund. Energ., III, A.6. Madrid, 1960.

La industria del gas en Francia ha perdido su carácter de productora local de gas. Ha llegado a ser una industria intermediaria que utiliza, en donde se encuentran, los gases residuales de la fabricación del coque, de la refinería del petróleo o del gas natural, para transportarles hasta los lugares de consumo, transformándoles, si es necesario, y adaptando consumos y necesidades en cantidad, gracias a almacenamientos y a producciones complementarias.

Este carácter se ha acentuado cada vez más en los últimos doce años, durante los cuales se han desarrollado grandes transportes de gas. Pero el transporte de grandes cantidades de gas natural de Lacq (2.5 veces el consumo precedente en unidades de calor) es lo que ha dado verdaderamente su fisonomía actual a la industria francesa del gas. El transporte eventual de gas natural del Sahara en cantidades aún más importantes no hará más que confirmar esta evolución.

Los autores muestran que los precios de coste necesarios para poder colocar grandes cantidades de gas, incluyendo una importante parte fija, dependen esencialmente del porcentaje de utilización de instalaciones considerables.

Esta relación de utilización depende esencialmente de las disposiciones tomadas en materia de almacenamientos (reservas gasométricas, así como grandes almacenamientos subterráneos) y para producir cantidades de gas complementarias se han de estudiar conjuntos unificados de transporte, producciones complementarias y almacenamientos.

Los precios de fabricación dependen también de las cantidades que es posible vender y, por consiguiente, de los precios de venta. Esta relación entre el precio de fabricación y el precio de venta hace que el problema deba resolverse por aproximaciones sucesivas, y sobre perspectivas de ventas de gas esencialmente aleatorias.

Después de haber indicado brevemente los diferentes medios (almacenamientos, producciones complementarias), que permiten aumentar la proporción de utilización de las instalaciones de producción, tratamiento y transporte de gas natural o residual a valorizar, los autores indican que por razón de la naturaleza del problema enunciado más arriba (conjunto complejo, datos aleatorios, etc.), la investigación operacional, y en particular la teoría de los juegos, puede ayudar a determinar el conjunto óptimo, o sea, la mejor estrategia a emplear.

En la segunda parte, los autores tratan de la técnica de los grandes

transportes de gas sobre distancias que poseen estaciones de recompresión, tal como se ha creado en Francia. En esta forma llegan, por una parte, a la determinación de la estructura óptima de una red de transporte cuando se han fijado los datos comerciales económicos y técnicos del transporte a realizar, y, por otra, a los medios de realización creados en Francia, adaptando técnicas generalmente de origen americano.

Después de haber examinado los datos necesarios para la determinación de la estructura óptima de una red de transporte, muestran que este problema varía según se trate de un transporte utilizado inmediatamente para el suministro máximo previsto (objetivo estático) o, por el contrario, de un transporte en el cual el suministro está destinado a aumentar progresivamente a medida que aumenta el consumo en las distribuciones servidas (objetivo dinámico).

En el primer caso se ha demostrado que la estructura óptima de una arteria se ha calculado para un diámetro único de las derivaciones con estaciones de recompresión equidistantes, que tengan el mismo porcentaje de recompresión y que eleven cada vez la presión a su valor máximo. Esto ha permitido reducir el número de incógnitas independientes del problema a tres: diámetro, presión máxima y porcentaje de recompresión. Entonces basta indicar que el total de las cargas (cargas canalizaciones en función del diámetro y de la presión, cargas compresión en función del porcentaje de recompresión y del número de estaciones) es mínimo.

En el caso de que el suministro en la red vaya aumentando con el tiempo, se ha demostrado que en el caso de conducciones de grandes diámetros existía interés en colocar una conducción suficiente para un tiempo limitado (por ejemplo, seis u ocho años en las actuales condiciones francesas) y a doblarlas más tarde, antes que colocar inmediatamente la conducción definitiva.

Los autores insisten, en fin, en los errores cometidos forzosamente en los datos de los problemas de transporte (apreciación del consumo, de su desarrollo, de los costos, etc.). Muestran que el resultado óptimo hallado será valedero tan sólo en el caso de que algunos de los datos sean conocidos con suficiente precisión, mientras que otros sean aproximados.

En lo que se refiere a los medios de realización, subrayan el esfuerzo hecho en Francia para la construcción de tubos de acero soldado de resistencia elástica elevada, según las últimas técnicas americanas, de compuertas de gran diámetro de acero colado y accesorios diversos, así como de los compresores. Indican a continuación las dificultades especiales encontradas en Francia para la colocación de conductores a través de las regiones de pequeña propiedad muy protegidas, surcadas por una densa red de carreteras, vías férreas y otras zonas de dominio público que multiplican las discontinuidades en las obras y en las estaciones de secciónamiento. E. DE A.

ANDERSON, C. C. y HUNTER, T. W.: *Methods for evaluating sources and requirements for solid and liquid fuels in the United States*. Conf. Mund. Energ., I, 9/3. Madrid, 1960.

Los Estados Unidos tienen la ventaja de poseer abundantes reservas naturales de combustibles y su industria ha desarrollado la explotación de yacimientos tanto de combustibles líquidos como sólidos, alcanzando una producción superior a las necesidades actuales del país. Para los combustibles sólidos las reservas se calculan basándose en su volumen y utilizando toda la información y documentación existentes acerca de dichos yacimientos. Las reservas se clasifican en: reservas aforadas o a la vista, reservas indicadas y supuestas o probables. Los carbones también suelen clasificarse de acuerdo con su calidad. Para los combustibles líquidos los Estados Unidos emplean un gran número de modernos procedimientos técnicos para la exploración y explotación de yacimientos. Las reservas de petróleo se estiman sobre bases firmes y comprobadas y tan sólo se toman en consideración los campos conocidos y se calculan según los métodos volumétricos de compensación material y curva de descenso. La capacidad productiva o el índice, según el cual podrá asegurarse eficazmente la producción de petróleo, se calcula de acuerdo con las curvas de descenso para los antiguos yacimientos y se efectúa por técnicas matemáticas en los nuevos.

El método clásico de apreciar las futuras necesidades de energía está basado en el examen de datos históricos y estadísticas detalladas y en la evolución del consumo de energía en relación a las condiciones específicas, pero los numerosos factores que concurren en una economía libre hacen este procedimiento complicado. Sin embargo, para estudios de poca duración tal método da resultados satisfactorios, especialmente si se toman en consideración los pronósticos del tiempo en «grado-día» y a largo plazo. Las necesidades a largo plazo son más complicadas de calcular, y a menudo llevan consigo la necesidad de considerar el consumo global e industrial, costumbres y tendencias, la producción bruta nacional, importancia de la mano de obra, número de horas de trabajo por semana, uso de maquinaria y efecto útil de los trabajadores. Asimismo, en todo cálculo de estimación de necesidades del futuro figuran otros factores relativos a causas y efectos. Sin embargo, es esencial para fijar una previsión prudente, revisar periódicamente las necesidades estimadas y llevar a cabo las oportunas correcciones, de acuerdo con las oscilaciones económicas, tecnológicas y políticas.—L. F.

FALOMO, GASTONE: *Economics of long-distance fuel transportation and electric transmission*. Conf. Mund. Energ., III 2. Madrid, 5 de junio de 1960.

En este trabajo se analizan los aspectos técnicos y económicos del transporte de energía a larga distancia, destinado a hacer frente a la

falta de suficiencia de recursos de energía eléctrica en ciertos países de Europa continental. Se parte de la base de tener que transportar potencias comprendidas entre 100 y 1.000 MW, a distancias variables entre 100 y 1.000 kilómetros, para utilidades de 8.000 y 4.000 horas por año.

Se han estudiado diferentes medios de transporte para cada combustible (petróleo, gas natural y hulla) y se les compara con el transporte de energía eléctrica.

Las curvas de precios de coste calculados indican que el transporte de combustible es el más económico para el petróleo crudo por oleoducto, para el gas natural por gaseoductos para distancias inferiores a 400 kilómetros, y para la hulla por la vía fluvial o marítima. En los demás casos el transporte es generalmente más económico en forma de energía eléctrica.—L. F.

HUBBARD, M. E.: *Pipelines in relation to other forms of transport*. Conf. Mund. Energ., III, A/8. Madrid, 5 de junio de 1960.

Las leyes económicas que se aplican a los oleoductos son diferentes de las que rigen en cualquier otro medio de conducción; en las formas corrientes de este transporte, la unidad de costo por tonelada-milla (ya sea por buque petrolero, gabarra, ferrocarril o camión-cisterna) es independiente de la cantidad de toneladas que se transporten anualmente, pero disminuye con la distancia, mientras que en los oleoductos, cuanto mayor sea la capacidad de los mismos, más baja será la unidad de costo, y la distancia apenas influirá en esta última. Al igual de lo que sucede en la mayor parte de los procesos industriales continuos, los costos de los oleoductos están constituidos principalmente por elementos fijos, de modo que la unidad de dichos costos se eleva con rapidez a medida que la capacidad difiere del máximo.

Se dan cifras de costos en oleoductos de diversas capacidades, con una utilización reducida de ellos, y con las capacidades relativas de una tubería determinada por la que circulen productos de distinta viscosidad. Se trata también del aumento progresivo de la capacidad de un oleoducto, mediante la adición sucesiva de estaciones intermedias de bombas, así como de las diferencias que existen entre la técnica de conducción por las cañerías de crudo y la empleada en las de productos.

Se indican los costos normales del transporte por mar, río, ferrocarril y carretera, y se les compara gráficamente, en lo posible, con el costo de la conducción por oleoducto. Así se llega a la conclusión de que no hay regla general; cada proyecto de tubería debe ser examinado por las ventajas que presente en sí mismo. A menudo, éstas no son sólo de carácter financiero, sino que en ellas pueden entrar factores tales como la inmunidad a los efectos de la niebla, del hielo o de la sequía, la situación de puertos de gran calado en los que puedan atracar superpetroleros, los límites físicos de la capacidad de otros medios de conducción y la posibilidad de que la amenaza de la competencia tenga como resultado

un abaratamiento del costo de las formas corrientes de transporte, o una mejora de las mismas, o ambas cosas a la vez.

Se hace una breve referencia a los gaseoductos; en esta materia la solución es más sencilla, pues no hay otro medio de transporte que la tubería si se ha de conducir el gas en grandes cantidades a los consumidores.

Se inserta un resumen de los principales oleoductos que ya funcionan, o que se hallan en proyecto en Europa.—L. F.

SUÁREZ CANDEIRA, D. y CASTELLANO BARRENECHEA, L.: *Posible aprovechamiento en España del gas natural nacional del Sahara y del suroeste de Francia*. Conf. Mund. Energ., II, A₂/19. Madrid, 5-9 de junio de 1960.

Los autores hacen un estudio de tipo general del gas natural, describiendo sus características más destacadas, sus posibilidades de utilización y su empleo en el campo industrial, tanto como fuente energética como materia prima excepcional y de gran valor.

A este respecto estudian el transporte y utilización del gas natural en distintos países, concentrando más la atención en el proyecto «Eurafrigas» y en el gas de Lacq, dedicando, asimismo, unos comentarios al transporte marítimo del metano líquido, como solución interesante y complementaria de la del transporte del gas natural por gaseoducto, siendo esta última la que propugnan los autores como la más económica y viable desde el punto de vista del país.

Estudian la estructura de las principales industrias españolas transformables al gas natural, haciendo un análisis detallado del mercado energético nacional a base de datos estadísticos y tablas, referidos hasta el año 1958, inclusive. Examinan la evolución de la demanda, así como las perspectivas del aumento en el consumo de energía. Con este fin se estudian las industrias de producción de energía eléctrica, la de combustibles y de productos petrolíferos, la industria del gas del alumbrado, la del cemento y las industrias químicas de base, tales como la del amoníaco y la de los plásticos.

Concretan su estudio al posible aprovechamiento en el país del gas natural del Sahara, del procedente del suroeste de Francia y del que pueda aparecer en el territorio nacional. Dividen, para ello, el territorio peninsular en zonas del consumo y de las diferentes ramas de actividades industriales las agrupan en sectores homogéneos, estableciendo para los mismos la repartición de la energía térmica, ateniéndose a los consumos actuales y los consumos a prever durante el período 1959-1965.—L. F.

ARIMASA BABA: *The effective use of coal through gasification*. Conf. Mund. Energ., II, A₂/13. Madrid, 5-9 de junio de 1960.

1. Se describe la naturaleza de los yacimientos carboníferos del Japón y del carbón que se produce:

a) Solamente el 20 por 100 de la producción total de carbón es utilizable para carbonización, mientras que el resto corresponde a carbón no coquizable y de alto porcentaje de cenizas.

b) Como los yacimientos carboníferos están situados en las extremidades del estrecho y alargado archipiélago del Japón, es inevitable efectuar un transporte a larga distancia para llevar el carbón hasta los lugares de consumo, que están situados, generalmente, en la zona central.

2. Se debe destacar la importancia que tiene el hecho de convertir el carbón no coquizable en energía fluida, electricidad o gas, en el mismo yacimiento carbonífero, antes de llegar al consumidor.

Se describen los resultados experimentales obtenidos en el Instituto de Investigación de Recursos Naturales, al quemar desperdicios con un valor calorífico tan bajo como 2.000 kcal./kg., y también de su gasificación en lecho fluidificado.

3. Se informa finalmente acerca del reciente estudio experimental que ha llevado a cabo en los «Resources Research Institutes» sobre la gasificación del carbón pulverizado en lecho fluidificado, a presión de 5 kg./cm².—L. F.

PIMSNER, V.; VASILESCU, A. C. y FAUR, S.: *Utilisation de l'énergie obtenue par la détente des gaz naturels*. Conf. Mund. Energ., II, A₂/22. Madrid, 5-9 de junio de 1960.

Tratan de los estudios que el Instituto Energético de la Academia Rumana viene realizando para la utilización más racional de la energía de los gases naturales. Si la diferencia de presión entre el pozo de gas y el conducto se utiliza casi siempre para la transmisión de los gases mediante el compresor rotativo, la existente entre el conducto de gas y el consumidor se amortigua generalmente por la estrangulación. Los autores revelan las posibilidades, concretamente en el terreno de la industria química, de los gases naturales según categorías de consumidores, de la utilización de la turbina de expansión del gas natural (metano), y el grado en que se pueden satisfacer las necesidades de energía y frío; estudian también la posibilidad de cubrir los servicios auxiliares de las centrales termoeléctricas, la compresión de los gases en las conducciones a larga distancia, etc. En estos casos se obtiene un aumento del rendimiento de las instalaciones industriales y la reducción del precio de costo de la explotación y de los productos; al mismo tiempo las inversiones de capital son inferiores a las de otras soluciones de efecto similar.

Señala también que el caso de algunas industrias químicas que emplean el gas natural, la previa expansión de éste en la fábrica puede cubrir las necesidades de energía y frío del proceso tecnológico. Los autores consideran que en cada caso que se presente en la práctica, debe efectuarse un análisis concreto para obtener las soluciones óptimas de utilización de la energía de los gases naturales.—L. F.

CRIADEROS

CARLIER, A.: *Le Gisement des Schistes uranifères de St-Hippolyte (Ht-Rhin). Exemple d'étude par calculs statistiques.* «Rapport Cea», núm. 1.033, 1958.

Los yacimientos de esquistos uraníferos de San Hipólito han sido reconocidos esencialmente por sondeos, y sus resultados fueron estudiados por métodos de cálculo estadísticos. El autor expone las conclusiones a las cuales ha llegado, y se refieren a la distribución de la mineralización, su origen y la evolución de las reservas.

La mineralización está indudablemente distribuida en los esquistos. En el sentido vertical se distinguen varios niveles, litológicamente parecidos, pero caracteriza cada uno por una distribución de leyes que conduce a la ley log-normal. En el sentido horizontal, no se nota una relación entre las leyes y las coberturas arenosas esóficas.

Estas consideraciones, así como el estudio estadístico de la relación U/Ra, conducen al autor a considerar que la mineralización de nivel más rica es de origen hidrotermal; los otros niveles no están mineralizados más que por una difusión del uranio a partir del precedente. El uranio contenido en las capas, las más pobres, es de origen sinérgico.—L. F.

SARCIA, J. A.: *La province uranifère du Nord-Limousin. Ses trois principaux gisements.* Rapport CEA, núm. 1.034, 1958.

Los tres yacimientos de esquistos, los de Sagnes, Margnac y los de Brugeauds, son los principales actualmente conocidos en la región del Nord-Limousin, bastante rica en yacimientos uraníferos ya en explotación, y que no están todavía más que parcialmente explorados, y todas las esperanzas de extensión que hay en los mismos parece tienen fundamento; algunas ya en vías de realización.

Cada uno de ellos corresponde a un tipo frecuente en la región e ilustran los tres las diversas características de la provincia uranífera de Nord-Limousin; esta es la razón de su elección para el estudio.

Los tres puntos mineros que se han presentado de yacimientos de la provincia uranífera de Nord-Limousin, pertenecen a otros tipos bastante diferentes, desde el punto de vista estructural como del económico.

El yacimiento de Sagnes es ante todo filoniano, las leyes variables entre 0.7 por 1.000 y varios por ciento, según las formaciones mineralizadas, pero las leyes medias del conjunto están comprendidas entre 1.6 y 2 por 1.000.

El de Margnac es un conjunto de filones de una ley del orden de 2 a 3 por 1.000, se desarrollan periódicamente en lentejones de tonelaje importante de varios por ciento.

Los de Brugeauds tienen los filones con leyes variables comprendidas entre algunos por diez mil y algunos por ciento, las leyes medias de las masas explotables oscilan entre 1 y 1.3 por 1.000.

Es evidente que la reunión, en un espacio bastante restringido (320 km² para la división minera) de tres tipos de yacimientos de leyes desde este punto complementarias, tienen un interés importante para la marcha de una industria extractiva, tanto desde el punto de vista técnico, como desde el punto de vista económico.—L. F.

BONNET, J. y SARCIA, J.: *Méthode graphique pour le calcul de la puissance réelle d'une formation recouverte par un sondage.* Rapport CEA, núm. 1.375, 1958.

En razón del importante aumento de los reconocimientos por sondeo de los yacimientos metálicos especialmente uraníferos, los imperativos del precio de costo por una parte, y de la precisión de interpretaciones por otra, conducen a los geólogos a modificar y perfeccionar sus métodos de trabajo en función de esta necesidad.

Con el objeto de simplificar la labor de los técnicos encargados de estos estudios, presentan los autores un abaco de utilización sencilla, que permite determinar muy rápidamente, con una excelente aproximación según ellos, la potencia real de una formación atravesada por un sondeo a partir de datos clásicos.—L. F.

FORMERY, P. y ZIEGLER, V.: *Application des méthodes mathématiques à l'étude des gisements de uranium.* Rapport CEA, núm. 1.037, 1958.

Se puede considerar en primera aproximación que las leyes, las potencias y las acumulaciones se distribuyen en los yacimientos franceses de uranio según una ley log-normal.

Esta propiedad asociada a la hipótesis de De Wige y de Krige constituye un importante instrumento de estudio de los yacimientos.

La correspondencia de la radiactividad y de leyes se efectúan en coordenadas bilogarítmicas, dando una recta en la que se estudian las propiedades.

Gracias a los trabajos recientes de Matheron, asociados a los datos de la estadística clásica, con las hipótesis enumeradas más arriba, es

posible completar el cálculo de reservas de un yacimiento y una valoración del error cometido.

Los métodos estadísticos hacen aparecer un parámetro bastante importante para caracterizar un yacimiento, como la ley media y la dispersión absoluta.

Los autores han mantenido todos los elementos que les han permitido valorar el mineral en su lugar, sus leyes, el tonelaje en metal contenido, y han dado la precisión con la cual la evaluación se ha efectuado. Gracias a ello, el Comisariado de Energía Atómica ha podido establecer un cuadro entero de las reservas de cada yacimiento.

No obstante, la preocupación de la C. E. A. ha mantenido las consideraciones del mineral en plaza, y, en definitiva, su preocupación esencial reside en la previsión de los tonelajes brutos, es decir, que los tonelajes que van a salir efectivamente de la explotación de los tonelajes medios, o mejor dicho, de otra manera, los que serán llevados a la fábrica de tratamiento.

El estudio que estamos considerando sólo trata de problemas relativos al mineral en sí.—L. de A.

GEFFROY, J. y SARCIA, J. A.: *La notion de agite épithermal uranifère et les problèmes qu'elle pose*. Rapport CEA, núm. 1.136, 1959.

Los autores hacen resaltar el carácter anormal de los filones uraníferos de Limousin con relación a los filones hidrotermales clásicos. Proponen una teoría genética: concentración selectiva de ciertos elementos litófilos para estas circulaciones banales, a partir de zonas de hidrólisis y tectonizadas de batólitos graníticos.—L. F.

COULOMB, R.; GOLDSZTEIN, M. y LE MERCIER, M.: *L'uranium dans quelques granites français*. Rapport CEA, núm. 1.120, 1959.

El trabajo de los autores da la ley de distribuciones estadística del uranio y el potasio en un importante macizo granítico francés. Los análisis sistemáticos permiten repartir geográficamente estos dos elementos y establecer existencia de las relaciones entre las características petrográficas y las leyes del uranio.

Estudian los autores las variaciones estadísticas y geográficas de leyes de uranio, de una parte en función de las leyes en potasio de los granitos, y, por otra, en función de la existencia de yacimientos uraníferos.

Como conclusiones dan los autores una imagen petroquímica de la región. Esta imagen debe ser integrada por los datos de los estudios petrográficos detallados; pero es cierto, que dentro de los límites de los análisis de un solo elemento mayor en la roca, las referencias suministradas son superiores a los datos tradicionalmente proporcionados por algunos análisis clásicos de las rocas. Da la abundancia de las leyes de

distribución del uranio en las diferentes zonas. Permite identificar la distribución long-normal. Da la localización de sitios y los valores para el uranio estadísticamente elevados; estas zonas no son como se admite corrientemente en los bordes de los macizos intrusivos.

El potasio y el uranio no están estadísticamente en correlación: si en un lugar las leyes de uranio y en potasio son simultáneamente fuertes, esto no puede ser generalizado. No parece, pues, que exista un proceso general que haga del uranio un acompañante sistemático del potasio en el curso de formación de las rocas.

Se puede notar que la mayor parte de los puntos mineralizados actualmente están situados sobre el lugar a la vez de más potasio y de más uranio.

Un cierto número en cuestiones quedan por proponer: 1.ª) ¿Los lugares ricos tienen una relación con la existencia de los yacimientos? 2.ª) ¿El uranio presente en algunos lugares pertenecen al granito propiamente dicho, o hay un aporte ulterior en curso de una venida metalogénica formando así un halo de dispersión primaria? 3.ª) ¿Bajo algunas formas se encuentran el uranio presente en las diferentes zonas?

A esta clase de cuestiones, tienden a responder los trabajos actuales. De una parte, se multiplican los estudios comparativos utilizando los dos métodos que nos acaban de exponer, y, de otra parte, continúan perfeccionando las técnicas analíticas, a fin de introducir en las representaciones estadísticas, un número más elevado de elementos.

El objetivo principal es ayudar a la geología al descubrimiento y a la explotación de yacimientos. Creen los autores que la acumulación de millares de resultados, contribuyen al progreso de la geoquímica teórica del ciclo del uranio.—L. de A.

SARCIA, J. A., GARRAT, H., POUGHON, A. y SANSELME, H.: *Géologie des gites uranifères et filoniens en France*. Rapport CEA, núm. 1.032, 52 páginas, 1958.

Si se comparan entre sí las cuatro series de yacimientos e indicios uraníferos franceses, se puede destacar: Que existe una estrecha relación de concentraciones uraníferas con las rocas más o menos granulitizadas (Vendée, Limousin, Forez) o ricas en filones de aplitas y de pegmatitas (Grury) y con tendencia sódica; éstos pueden ir hasta las sientificación de ciertas zonas de la granulita (Vendée, nord Limousin). El depósito de la mineralización no tiene importantes accidentes tectónicos, pero en las reaberturas locales de éstos, o más corrientemente en las fracturas de menor importancia que le son asociadas, los accidentes mayores corresponden a fallas, a milonitas, filones de lamprófidios u otros, o lo mismo toda zona de heterogeneidad petrográfica, sobre todo cuando ella es más rica en hierro que los terrenos encajantes. La constante de la dirección de los filones mineralizados: NO-SE, con algunas excepciones, se encuentran en la parte armoricana ovarisca de los plegamientos her-

cinianos. La justa posición de fracturas mineralizadas en pechblenda de zonas hematizadas en las rocas encajantes, las gangas, siendo ellas frías o hematitas, y el caso raro de filoncillos de relleno tranquilo, en las fracturas de tensión, el reajuste póstumo en contacto de filones lamprófidos (Limousin) o de cuarzo (Forez), estos indicios pueden formar en Limousin pequeños yacimientos interesantes por la riqueza en mineral, que jamás son explotables en Forez.

El origen y la simplicidad de la paragénesis en las cuatro divisiones minerales, se pueden resumir así: pechblenda y sulfuro de hierro, entre los cuales la asociación pirita-marcasita es constante en cuarzo calcedonio; fluorina, a veces cuarzo del tipo ahumado de los sulfuros. El cuarzo ahumado es la ganga particular de los yacimientos situados no lejos de las grandes dislocaciones terciarias de Forez en el SW del macizo central.

La fluorina aparece muy abundante en Vandée y en Morván, es decir, hacia la extremidad de las ramas de V que dibuja en Francia el conjunto hercimiano.

En los yacimientos, las zonas explotables tienen una extensión horizontal raramente superior a la centena de metros; su potencia puede alcanzar 25 metros; todos los yacimientos son conocidos bajo una altura de 150 a 400 metros; esto por la Forez, al Norte Limousin y la Vandée; en Morván la extensión de las zonas explotables nunca es superior a 240 metros. Los filones, simples ejes sobre los lamprófidos o antiguos filones de cuarzo, sólo alcanzan excepcionalmente a la decena de metros.

Una última observación se impone en los macizos hercimianos franceses; diez años de investigaciones han permitido descubrir numerosos índices uraníferos (muchos millares); sólo algunas centenas de éstos están en relación directa con dos yacimientos explotables, que son en número de veinte actualmente.—L. F.

ESPELEOLOGIA

DONAT ZOPPO, J.: *Catálogo de simas y cavernas de la provincia de Valencia*. Diputación provincial de Valencia, 1960, 110 págs.

Con el presente catálogo viene a cubrirse un hueco más en la ingente labor de reseñar las simas y cavernas de España, tarea que tuvo su comienzo en el Boletín de este Instituto, por obra de Puig y Larraz.

Se recopilan datos sobre unas setecientas cincuenta cavidades naturales en la provincia de Valencia, agrupándolas por términos municipales.

En cada cueva o sima se especifica su situación, descripción y cuantos datos de interés científico o deportivo ha podido reunir el autor. Para cada una de ellas se indica el terreno geológico donde se abren los hallazgos arqueológicos realizados y la bibliografía existente.

Por último acompaña a la obra una extensa bibliografía, así como un índice alfabético de las cavidades y otro geográfico de los lugares citados en el texto.—R. F. R.

Memoria de la Asamblea Regional de Espeleología. Bilbao, 1959. 170 páginas.

Verdaderamente merece una felicitación el Grupo Espeleológico Vizcaíno de la Excm. Diputación provincial de Vizcaya, tanto por la labor que desarrolla como por la interesante Memoria que ha publicado. En ella, después de recoger noticias de información general, publica los trabajos siguientes:

E. Balcells R., «El estudio biológico de las cavidades subterráneas»; E. Balcells R., «La fauna cavernícola española»; E. Balcells R., «Técnicas bioespeleológicas»; José Miguel de Barandiarán, «La Prehistoria en las cuevas»; José Antonio Martínez, «Evolución morfológica de las cavernas»; Joaquín Montoriol Pous, «La distribución térmica en las formaciones hipógeas y sus consecuencias en cuanto a la dinámica del aire»; Adolfo Erasó Romero, «Torca del Carlista».—L. DE A.

EXPLOTACION

FORMERY, P. y ZIEGLER, V.: *Possibilités ouvertes en matière économique par sélection radiométrique des minerais*. Rapport CEA, núm. 1.030, 1958.

Se puede aumentar el valor de un mineral tratando las fracciones pobres del mineral. Esta selección ha de ser realizada de dos maneras:

Evitar el arranque de un mineral, incapaz de soportar los gastos de extracción y de tratamiento; para ello se asegura una ley de arranque en el interior, para no tratar químicamente fracciones de mineral donde la ley no justifica el transporte y el tratamiento, o efectuar una selección de la ley en la superficie.

La propiedad de los minerales de uranio y radiaciones gamma donde la densidad está unida a la ley, permite realizar fácilmente esta selección.

Se propone un diagrama que permite prever rápidamente la incidencia de esta selección sobre los rendimientos, peso y metal.

Han intentado prever el efecto de una composición en el arranque diario.

No obstante, en el arranque realizado por una apreciación de radiaciones se introduce una cierta alteración de los rendimientos peso y metal.

Un estudio concerniente al interés económico del arranque ha sido hecho en el ejemplo de la valoración posible en el seno de un yacimiento de un cuartel, limitando la explotación a éstos.—L. DE A.

GEOGRAFIA FISICA

VALLARINO y CÁNOVAS DEL CASTILLO, E.: *Aprovechamiento hidroeléctrico de una gran depresión del Sahara utilizando el agua del mar y la evaporación solar*. Conf. Mund. Energ., II C/7. Madrid, 5-9 de junio de 1960.

En el Sahara occidental existen unas depresiones a distancias variables del mar y algunas de ellas con un nivel inferior al de éste. Ello hizo concebir el año 1949 la posibilidad de su utilización para la obtención de energía eléctrica, derivando agua del mar y creando un salto que vertiera al fondo de la depresión, en la que se originaría un plano de agua cuya evaporación daría el caudal turbinable.

Entre todas ellas destaca la llamada Sebja Tah, situada al Norte. Su estudio energético condujo a que el plano de agua que producía la máxima energía era el situado a la cota —52, con una superficie evaporante de 240 kilómetros cuadrados y una posibilidad de producción de 26 GWh y, probablemente, de 33 GWh anuales.

Estos aprovechamientos no llegaron a realizarse por no tener empleo directo en aquellas zonas de momento, aunque se estudiaron soluciones interesantes de utilización del depósito de sal obtenido, que es de una gran importancia, bien para su venta como sal, o por los productos químicos de ella derivados, cuya explotación química también se estudió.

Posteriormente a estos estudios, una parte de la superficie de la Sebja Tah ha pasado bajo la soberanía del gobierno marroquí, quedando el resto en el Sahara occidental español.—L. F.

GEONUCLEONICA

DELIBRIAS, G., LABEYRIE, J., PELLETIER, H. y FERQUIS, M. TH.: *C-14 dating of volcanic eruptions. Application to the dating of a volcano of the french Massif Central*. Rapport CEA, núm. 1.423, 1960.

Una medida de edad efectuada sobre fragmentos de carbón de madera encontrados en una colada de lava, en Puy de la Vache (Puy de Dôme), ha permitido datar esta erupción con un valor del orden de 7650 ± 350 años.—L. DE A.

GEOQUIMICA

GEFFROY, J. y SARCIA, J. A.: *Quelques remarques relatives à la géochimie des filons épithermaux à pechblende*. Rapport CEA, núm. 1.013, 6 págs., 1958.

Los autores precisan algunos puntos de su nota presentada en febrero de 1958, que son: diferencia entre los yacimientos uraníferos de tipo «Limousin» y de tipo «Erzgebirge»; significación general de este último tipo; relaciones entre la hipótesis presentada por ellos y las antiguas teorías llamadas de «secreción lateral»; relaciones entre las glándulas milonitas y los yacimientos uraníferos del tipo «Limousin».—L. F.

CHEVERT, J. y COULOMB, R.: *Comportement géochimique de l'uranium dans le cycle d'altération*. Rapport CEA, núm. 1.041.

El estudio de las condiciones de la génesis de las acumulaciones de minerales secundarios, así como la prospección de los yacimientos a partir de anomalías microquímicas en los materiales de superficie, necesita un conocimiento profundo a las propiedades geoquímicas fundamentales del uranio en las fases de alteración.

Se ensaya en este trabajo, el seguir la historia del uranio en una fase de su marcha natural:

a) Describen algunas de las observaciones mineralógicas particularmente típicas de fenómenos de alteración y de migración en materia, tomadas en sí en los yacimientos.

b) Dan los resultados de experiencias de laboratorio sobre las solubilidades de minerales de uranio, y sobre los factores que influyen sobre esta solubilidad.

c) Estudian las circulaciones de aguas sobre los macizos graníticos, examinan la influencia de la presencia de yacimientos de uranio sobre la composición de estas aguas.

d) Observan la amplitud de los fenómenos que limitan las dispersiones, fijaciones, precipitaciones, etc., y el comportamiento de la vegetación en las zonas uraníferas.

e) En fin, el antagonismo, la alteración química y equilibrio radiactivo provocan un profundo desequilibrio en los materiales alterados. Ensayan los autores la utilización de la medida del desequilibrio para la explicación de los mecanismos geoquímicos.

El examen de las numerosas manifestaciones mineralógicas del uranio, la presencia de este elemento bajo la forma todavía no individualizada o desconocida en los terrenos cristalinos o sedimentarios, muestran la extraordinaria facultad de migración de este elemento.

El origen de este uranio presenta todavía numerosos problemas; esperan los autores del estudio profundo del ciclo de alteración, junto con las observaciones petrográficas de los numerosos análisis, que permita resolver la cuestión.—L. F.

INVESTIGACIONES MINERAS

LÉNOBLE, A. y GANGLOFF, A.: *Etat actuel des recherches d'uranium et de thorium dans l'Union Française*. Rapport CEA, núm. 1.031, 19 páginas, 1958.

El objeto de esta comunicación es el de informar los tres puntos importantes siguientes:

- 1.º Los yacimientos que aseguran o asegurarán en el curso de cinco o diez próximos años la producción de uranio.
- 2.º Las perspectivas de producción abiertas para el estudio detallado de distritos o de yacimientos.
- 3.º Las observaciones nuevas hechas en prospección, que pueden tener sobre el plano científico y eventualmente industrial una importancia real.

Expone el estado general actual de las investigaciones de uranio en Francia y de los territorios ultramarinos.—L. DE A.

MINERIA

PAUCAR, A.: *Essais de methodes d'exploitation*. Rapport CEA, número 1.154, 1959.

Los yacimientos de uranio se presentan corrientemente bajo la forma de filones verticales o muy pendientes, de los que la potencia es del orden de un metro.

El yacimiento de Bauzot fué uno de los primeros pequeños yacimientos equipados por el CEA. El ha servido de campo de experiencia. Varios métodos de exploración fueron ensayados. De la atención que se ha dedicado a estos ensayos permite deducir rápidamente un método perfectamente adaptable a los yacimientos importantes de la CEA.

En Bauzot este método ha permitido mejorar de manera muy sensible los rendimientos y el precio de coste. En tramos ascendentes de autorelleno el ciclo es completo. Las causas de pérdidas de tiempo son numerosas y el rendimiento no alcanza a cinco toneladas por hombre y jornada. La cámara almacén fué ensayada sin suerte, y los productos avanzados contienen suficiente arcilla para ser cimentada. La seguridad y estado son menos buenos. Es preciso, no obstante, destacar el método; es tanto mejor cuanto la ley de mineral es superior.—L. DE A.

NUCLEÓNICA

COULOMB, R.: *Radioactivité du batholite d'Eibema (Hoggar)*. Rapport CEA, núm. 1.121, 1959.

Estudian los autores en esta comunicación las relaciones del uranio, del potasio, de la radiactividad α y γ sobre un macizo granítico de Hoggar.

La explotación estadística de los resultados muestra la existencia de unas relaciones entre las variaciones de radiactividad y la variación de la ley del uranio. No hay correlación entre la radiactividad y las leyes en K_2O .—L. DE A.

GHOSH, P. K., DAR, K. K., MAHADEVAN, V., SHIRKE, V. G., MEHTA, N. R. y CHATTERJI, B. D.: *Survey for minerals needed for atomic energy programme: Methods of exploration for estimation of ore reserves*. Conf. Mund. Energ. I A₁/9. Madrid, 5-9 junio de 1960.

Después de la detección de las anomalías radiactivas mediante la utilización de un destellómetro o contador Geiger instalado en un avión o en un automóvil, o llevados a mano, es indispensable comprobar cuidadosamente su significación sobre el terreno para la determinación de los posibles yacimientos de minerales radiactivos.

Las investigaciones previas de dichas anomalías consisten en ensayos de muestras superficiales o próximas a la superficie, examen geológico detallado, estudio de la circulación de agua freática con análisis geoquímicos de muestras de agua, en el caso de que se trate de depósitos transportados.

El objeto del programa detallado es el de fijar las tres dimensiones del macizo de mineral y evaluar las reservas y calidad del yacimiento mediante toma regular de muestras a intervalos cortos. En la mayoría de los casos este programa sigue los procedimientos comunes de las investigaciones geológicas, geofísicas (aparte de las radiométricas) y químicas, sondeos e investigación subterránea, reconocimiento por rayos gamma de los sondeos y ensayos de testigos y lodos. Se analizan, asimismo, las limitaciones de los métodos radiométricos.

Para poder evaluar el yacimiento se precisa determinar la ley, extensión, potencia y ley de «cut-off» (mineral económicamente explotable). Para la estimación de la importancia del yacimiento de mineral, se obtienen datos de interés por comprobación entre los resultados obtenidos por rayos gamma de los sondeos y los ensayos químicos de los testigos.

Basándose en dichos datos se llevan a cabo los cálculos para determinar la riqueza media, el espesor y el tonelaje. Es posible alcanzar una

precisión del 20 por 100 de las reservas medidas sobre las reservas efectivas. Estas estimaciones divergen cada vez más de las efectivas a medida que disminuyen las mediciones y toma de muestras.

Los tipos principales de yacimientos minerales de la India están representados por los siguientes:

Uranio.—1. Tipo de filón hidrotermal (Umra) y 2. Tipo hidrotermal diseminado (Jadaguda).

Thorio.—3. Yacimientos de aluvión interiores (Purulia-Ranchi).

4. Yacimientos de aluvión de las playas del litoral (costas oriental y occidental de la India).

Se expone el cálculo de reservas de mineral y se describen las investigaciones asociadas.—L. DE A.

WALTER, H., ZINN y JOSEPH R. DIETRICH: *Nuclear fuel resources and reactor fuel costs*. Conf. Mund. Energ. IV B/9. Madrid, 5-9 de junio de 1960.

Un asunto de primordial interés en el uso de la energía nuclear, procedente de la escisión, lo constituye la importancia de las reservas de energía que representan los criaderos existentes de uranio y de torio. Tal magnitud depende de la cantidad de materia disponible y de la eficacia con la cual ésta puede transformarse en energía útil. Basándose en los cálculos comunes, relacionados con la recuperación económica del uranio y del torio, los autores analizan el problema de los rendimientos totales de energía que pueden obtenerse con la utilización de reactores de diversos tipos, incluyendo reactores regeneradores (*breeder reactors*). Es de esperar que los resultados obtenidos de este estudio puedan contribuir a formar una opinión acerca del tiempo que ha de precisarse para la puesta a punto de varios tipos de reactores.

El costo del combustible de un reactor depende de ciertos parámetros característicos básicos del mismo, así como del costo de los materiales y de las necesarias operaciones para la preparación y elaboración del combustible.

Se citan ejemplos de un reactor parcialmente enriquecido y de un reactor a base de uranio natural o casi natural, y se calculan los costos del combustible, apoyándose en los precios actuales en los Estados Unidos de Norteamérica. Asimismo se analizan aquellos sectores que son susceptibles de perfeccionamiento, así como las posibles mejoras a introducir.—L. DE A.

OCEANOGRAFIA

EUGENIO VILLARINO y CANOVAS DEL CASTILLO: *Evaluación del potencial mareomotriz de las costas españolas y análisis del valor económico de los posibles aprovechamientos*. Conf. Mund. Energ. II C/6. Madrid, 5-9 de junio de 1960.

Calcula la producción anual que podría obtenerse en cada uno de los estuarios o bahías españolas que se prestan a ello y que produzcan individualmente por lo menos 12 GWh anuales. La energía potencial así obtenida es de 2.357 GWh. Sin embargo este resultado, aunque interesante, no es suficiente, pues hay que hacer entrar en juego la posibilidad económica de los aprovechamientos. Por ello, después de obtenida esa evaluación, sienta unos criterios económicos para discriminar y clasificar los aprovechamientos y hace una hipótesis sobre la influencia que podría tener una evolución de los datos económicos en el futuro, bien por un abaratamiento de los métodos de construcción o de la maquinaria para saltos de escasa altura, o bien por un aumento del precio de venta de la energía, que podrían repercutir en que aprovechamientos (irrealizables hoy, pudieran ser económicos en un futuro más o menos lejano. De esta forma los clasifica en orden de interés económico decreciente, y obtiene que, en total, sólo resultarían factibles 12 de ellos, con una producción conjunta de 570 GWh, y esto en la hipótesis más optimista de evolución de las circunstancias en un futuro lejano. Quizás más probable podrían resultar 8 de ellos, con una producción conjunta de 350 GWh. Y actualmente solo 3, totalizando 147 GWh.

De estas cifras se pueden deducir dos conclusiones importantes: el aprovechamiento de mareas en España no puede tenerse en cuenta para resolver ningún problema fundamental, ya que sólo podrían tener interés algunos aprovechamientos concretos sin importancia individual ni conjunta, y esto sólo si la evolución económica permitiera su puesta en servicio. Por otra parte, dado que esta técnica difiere de la de los saltos fluviales, no parece que esa escasa energía justifique el dedicar tiempo y medios a la investigación y estudios necesarios para llegar a aplicarla.—L. DE A.

PREPARACION DE MINERALES

VUCHOT, L., GINOCCHIO, A., HUBERT, G., ROQUES, E., SANDIER, J.: *Les problèmes de la preconcentration des minerais d'uranium par voie physique*. «Rapport CEA», núm. 1042, 21 págs. 1958.

Los minerales de uranio, como los de la mayor parte de los minerales o metálicos pueden sufrir operaciones de preconcentración por vía

física. Por su naturaleza, pocos de estos minerales se prestan bien a estos métodos.

Es preciso observar que ciertas trituraciones selectivas seguidas de las operaciones de estrío, conducen a balances extremadamente favorables desde el punto de vista económico, y permiten separar con una operación a un precio muy barato una cantidad importante de mineral conteniendo muy poco metal, que tenga una ley inferior a la límite de rentabilidad del lavado. Otras operaciones simples son rentables, como las separaciones gravimétricas de minerales pesados (monacitas, uranotorianitas).

Las operaciones de preconcentración necesitan una trituración más fina que la trituración exigida para el tratamiento químico, que en general no son rentables. Solamente ciertas flotaciones, para las cuales el precio de coste de la operación suplementaria de trituración y la pérdida de metal enviando a los estériles, son netamente inferiores en las economías hechas enviando los estériles a la fábrica química de minerales, por debajo de la ley límite de lixiviación, con ciertas flotaciones fáciles a los minerales y debajo de esta ley límite.

En el caso en que se dispone de dos procedimientos de tratamiento químico, uno a precio bajo de tratamiento por tonelada y rendimientos poco elevados y el otro con un precio para tonelada de tratamiento ligeramente superior, con rendimiento más elevado, se puede llegar a hacer una separación del mineral, es decir, retirar la parte más rica del mineral primitivo y de enviarlas a una fábrica de rendimiento y tratamiento elevado. Esta operación es posible con ciertos minerales, por una operación de separación en medio denso donde el precio de coste para tonelada tratada es relativamente bajo.

Al lado de estos métodos comunes a todos los minerales, la radiactividad del uranio ha permitido crear una nueva técnica que es, en numerosos casos, particularmente rentable.

La operación de estrío electrónico, da por un precio de coste relativamente bajo, una cantidad de concentración bastante elevada y permite así eliminar cantidades de minerales importantes y no desperdiciar más que una cantidad de uranio relativamente débil.

Los resultados obtenidos de estos ensayos conducen a equipar nuestros pozos con cilindros de contado, eliminando los estériles en todos los casos, y es más, en la mina de Bois Noirs de la Forez, hace una separación con diversas clases de leyes. La fábrica de la Ecarpière, así como la de Bessines, actualmente alimentada directamente de minerales primitivos, son equipadas de manera de poder tratar una parte o la totalidad de los minerales para la preconcentración, por vía física clásica o por vía electrónica.

El conjunto minero de Forez se ha realizado de forma de aprovechar de la mejor manera la aptitud del mineral a la separación de ricos por medio denso, y sobre todo, lo que es la característica original de esta fábrica, a eliminar el máximo de estériles por triage electrónico, pedazo por pedazo, después evidentemente de una clasificación por leyes a la salida de los pozos.—L. F.

PROSPECCION

LECOQ, J. J., BIGOTTE, G., HINAULT, J. y LECONTE, J. R.: *La prospección de los minerales de uranio y de torio en los países desérticos y en las regiones de forêt équatoriale de l'Union Française*. «Rapport CEA», núm. 1.036, 1958.

Desde la creación de la D. R. E. M. continúa ésta un esfuerzo importante de prospección en los terrenos de ultramar, que constituyen actualmente la comunidad francesa. Estos trabajos que interesa mantener en más de un millón de km², constituye una experiencia que tiene poco de equivalente en el mundo. La investigación de estos territorios presenta dificultades, sobre el plan general y sobre el plan técnico, particularmente ambas en los países de climacidad excesiva, desiertos o bosques ecuatoriales densos. Se describe la adaptación de los diversos métodos de prospección de minerales radiactivos a las regiones y los resultados que se han alcanzado.

Tres ejemplos se dan particularmente en detalle en el trabajo:

Exploración general en Hoggar y reconocimientos en indicios particulares.

Exploración general de bosques ecuatoriales en la Guayana Francesa.

Estudio en detalle de un indicio uranífero de los alrededores de una zona ecuatorial (yacimiento de Mounana, cerca de Franceville (Gabón).—L. DE A.

GRIMBERT, A. y BERTHOLLET, P.: *Revue des techniques analytiques utilisées dans la prospección hidrogeoquímica de l'uranio*. «Rapport CEA», núm. 1.203, 1959.

Examina los métodos preconizados para la valoración de uranio en las aguas: las ventajas y los inconvenientes de estos métodos se estudian en función de las cualidades necesarias para la prospección hidrogeoquímica del uranio: sensibilidad del orden de $0,2 \times 10^{-9}$, con una precisión de 15 a 20 por 100, gran fidelidad, rapidez, simplicidad y bajo precio de coste.

Los métodos que estudian los autores son: 1.º cromatográfico; 2.º fluorimétrico, concentración por intercambio iónico; 3.º colorimétrico; 4.º fluorimétrico con concentración por evaporación.—L. DE A.

BERBEZIER, J., BLANGY, B., GUITTON, J. y LALLEMANE, C.: *Méthodes de prospection autoportée et aéroportée. La technique de la détection des rayonnements. Les perspectives offertes par la discrimination des énergies*. «Rapport CEA», núm. 1.040, 1958.

La idea de montar detectores de radiaciones sobre los aviones o vehículos fué intensamente aplicada por el Comisariado Francés de Energía Atómica, desde el principio de las prospecciones en los países saharianos y tropicales de la Comunidad Francesa.

Se han realizado y comparado de una manera sistemática tres modos de detección: grupo de 50 tubos GM; destellómetro de ioduro de sodio y destellómetro plástico. El aparato de referencia es el destellómetro de ioduro de sodio; los resultados son comparados por registro gráfico.

La prospección aerotransportada se hace en dos etapas: los primeros vuelos sistemáticos según una cuadrícula kilométrica, permiten destacar las zonas interesantes; estas últimas son objeto del examen más detallado efectuado en avión ligero o en helicóptero.

En el artículo, se describen los dos tipos de destellómetros aerotransportados empleados por la CEA. Los resultados prácticos obtenidos en curso tras las campañas de prospección aérea sistemática y detallada en Hoggar, son expuestos en el artículo.

El problema delicado para la investigación del uranio por vuelos aéreos es la identificación inmediata a bordo del avión, de las anomalías debidas al uranio y de las debidas al torio.—I. DE A.

BENTZ, A. y BOIGK, H.: *Results and prospects of oil and natural-gas research in Western Germany*. Conf. Mund. Energ. I A₁/7, Madrid, 5-9 de junio de 1960.

En Alemania Occidental existen tres provincias con yacimientos de petróleo (gas natural) explotable económicamente: la cuenca sedimentaria del noroeste de Alemania, el Valle del Rin superior y la cuenca de Molasse de la región subalpina.

De estas tres provincias, la cuenca del noroeste de Alemania es, sin duda, la más importante, a juzgar por el número de yacimientos existentes y su reconocida significación. En 1958 el 95 por 100 de la producción de petróleo de Alemania Occidental y el 70 por 100 de la de gas natural fué suministrada por dicha provincia. Las perspectivas de encontrar yacimientos nuevos en el Mesozoico son muy limitadas. La región ya fué investigada detenidamente mediante sondeos e investigaciones sísmicas. Sin embargo, existen esperanzas de llegar a nuevos descubrimientos en ciertas zonas aún inexploradas. También se llevaron a cabo investigaciones en el litoral mediante sondeos. Zechstein ofrece grandes posibilidades para la prospección de petróleo y gas, a juzgar por el importante número de yacimientos de gas que allí existen.

En el valle del Rin superior se encuentran yacimientos terciarios más profundos en forma de «graben», conociéndose pequeños depósitos de petróleo y gas natural. La estructura geológica particular limita las posibilidades de exploraciones en el futuro.

Significación mayor tiene la cuenca de Molasse, de Alemania Occidental, zona subalpina, que contiene sedimentos del terciario, de gran espesor. Los descubrimientos de petróleo y gas natural en los últimos años permiten esperar otros éxitos. Además, existen buenas perspectivas para la prospección del subsuelo de la cuenca.

Entre las regiones de prospección, en las que hasta el presente no se ha reconocido ningún yacimiento, se ha puesto gran interés en los pliegues del Molasse, del margen de los Alpes, en el Saar-Nahe y, principalmente, en la base paleozoica del noroeste de Alemania. En estas tres regiones mencionadas los trabajos se encuentran aún en la primera fase de investigación.

El desarrollo de la explotación de petróleo y gas natural ha sido extraordinariamente favorable. Alrededor de un 30 por 100 de las necesidades totales de aceite mineral ha sido cubierto por la industria nacional en los últimos años. A pesar de una producción de 4.4 millones de toneladas en 1958, cifra considerable para nuestras instalaciones, a principios de 1959 las reservas totales aumentaron a unos 74.9 millones de toneladas.

Se podrá conseguir únicamente un desarrollo continuo favorable utilizando los métodos más modernos en la investigación científica y en los sondeos, así como en la explotación.

La industria petrolera de Alemania Occidental trabaja en ese sentido y será posible aumentar aún más la producción en la próxima década, si se mantienen las condiciones económicas favorables.—I. F.

GANGLOFF, A. M., COLLIN, C. R., GRIMBERT, A. y SANSELMÉ, H.: *Application à la recherche de l'uranium des méthodes géophysiques et géochimiques*. «Rapport CEA», núm. 1.035, 24 págs., 1958.

En Francia la localización de los yacimientos de uranio explotables es estrechamente determinada por estructuras tectónicas, tales como las fracturas, las fallas y las zonas de movimiento. Estos elementos tectónicos son seguidos de una amplitud corrientemente mínima y que no tienen en la geología regional más que una importancia despreciable, no se manifiestan generalmente de una manera suficientemente neta en superficie para que sean perceptibles, incluso por un observador advertido.

La prospección radiométrica corriente ha podido poner de manifiesto un gran número de estas estructuras tectónicas, por las anomalías de la radiactividad que ellas presentan, si son uraníferas. Estos descubrimientos han conducido a yacimientos, pero es bien evidente que en la vecindad inmediata de estos o de sus prolongamientos en dirección, pueden existir otras estructuras similares de mineralización, que no

se manifiestan en superficie más que por anomalías radiométricas no significativas, si es que existen. Tales estructuras no pueden ser identificadas en profundidad, más que a costa de trabajos mineros extremadamente pesados y costosos.

Fuera de la inmediata vecindad de los yacimientos se encuentran igualmente anomalías radiométricas poco significativas, que no justifican la implantación de sondeos o de trabajos mineros.

Sin considerar los casos más difíciles, se puede esperar obtener la precisión deseable sobre existencia de estructuras, dirección, inclinación y el interés respectivo de cada una de ellas, por medio de labores y sondeos, los unos y los otros de una ejecución lenta y costosa.

Son los métodos geofísicos y geoquímicos los que aportarán un complemento a las indicaciones radiométricas clásicas; los primeros pueden poner en evidencia la estructura tectónica-geológica; los segundos darán una imagen más precisa y sobre todo más específica al reparto del uranio en el suelo, que no se puede hacer en un plano radiométrico. Por otra parte, el empleo de estos métodos permiten restringir el volumen de otros trabajos (como calicatas y sondeos) y permiten obtener bastante rápidamente una idea valdadera sobre el interés que debe alcanzar cada uno de ellos. En definitiva, conducirán a una economía y, sobre todo, a ganar tiempo, lo que es muy importante, en particular cuando el programa del equipamiento minero de un yacimiento o de un grupo de yacimientos está en curso de estudio.—L. F.

E R R A T A

En el número 57 de NOTAS Y COMUNICACIONES, en un trabajo titulado *Existencia de un flysch margo yesoso del Titónico neocomiense al norte de Gibraltar (España meridional)*, firmado por Michel Durand Delga, aparece varias veces la voz margo yesoso en lugar de margo arenoso, y además se omitió la firma del segundo autor, J. Didón.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

En este Instituto, fundado en el año 1849, existen laboratorios donde se estudian, analizan y ensayan, rocas, menas, minerales, aguas, combustibles, tierras coloidales y productos metalúrgicos e industriales. También se efectúan determinaciones espectroquímicas, químicas y de constantes físicas, estructuras cristalinas y mediciones de radiactividad, así como separación y concentración de menas por sus diversas técnicas, y ensayos industriales de las mismas.

Tanto para investigación como para fines docentes, se preparan colecciones de ejemplares y también se realizan clasificaciones de rocas, minerales y fósiles.

Los estudios y prospecciones geofísicas se efectúan por métodos eléctricos, sísmicos, magnéticos, gravimétricos y radiactivos.

Se ejecutan estudios e informes geológicos así como investigaciones de criaderos y asesoramientos para la explotación de los mismos.

Se redactan proyectos de alumbramientos de aguas subterráneas y se proporcionan toda clase de asesoramientos para la ejecución de los mismos.

Con destino a Entidades y particulares se ejecutan toda clase de trabajos relacionados con las especialidades del Instituto.

LISTA DE PRECIOS DE LAS PUBLICACIONES DEL
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
PARA PENINSULA IBERICA, HISPANO-AMERICA Y
FILIPINAS

	Ptas.
BOLETINES	
Boletines, cada tomo	75
Agotados números 1 a 10. 11. 12. 15. 21. 22. 23. 38. 39. 43. 44. 45. 48, 50 y 56	
NOTAS Y COMUNICACIONES	
Notas y Comunicaciones, cada número	40
Agotados números 1, 8, 9, 10, 13 y 19.	
MEMORIAS	
GEOFÍSICA.	
La Interpretación Geológica de las Mediciones Geofísicas. To- mos 1.º, 2.º, 3.º y 4.º, cada uno	240
Idem, id. Tomo 5.º	150
CRIADEROS DE HIERRO.	
Hierros de Murcia	40
Idem de Asturias	40
Idem de Galicia. Tomos 1.º y 2.º agotados.	40
Idem de Galicia. Tomo 3.º (dos fascículos cada uno)	40
Idem de Sevilla, Jaén y Córdoba	75
VARIOS.	
Estudio petrográfico de la Serranía de Ronda	50
Monografía de las melanopsis	50
Conchas bivalvas de agua dulce	50
Memoria del Uranio (agotada)	50
El petróleo	50
Cuenca del Alto Tajo. Alcalá de Henares	50

	Ptas.
La cordillera del Rif (dos volúmenes de texto, uno de láminas) ...	150
Reservas mundiales de pirritas (dos volúmenes)	75
Reservas mundiales de fosfatos (dos volúmenes)	75
Libro Jubilar (tomos I y II, cada uno)	75
Las nuevas ediciones del Mapa Geológico de la Península a esca- la 1:1.000.000 (1952 y 1955) publicadas por el Instituto Geológi- co y Minero de España	20
El Cretáceo en España	75
Resumen de la Historia geológica de la Tierra	200

GUÍAS GEOLÓGICAS.

Estrecho de Gibraltar	40
Los platinos de la serranía de Ronda	40
Minas de plomo y cobre Linares-Huelva (francés o inglés)	40
Sierra Morena-Sierra Nevada	40
Terciario continental de Burgos	40
Minas de Almadén (francés)	40
Isia de Mallorca	40
Sierra de Guadarrama	40
Aranjuez	40
Asturias (sólo en francés)	40
Sierra Morena-Llanura Bética	40
Despeñaperros	40
Guía geológica del ferrocarril Madrid-Sevilla	40
Idem id. Madrid-Irún	40

BOLETINES DE SONDEOS.

Tomo 1.º (fasc. 1.º, 2.º y 3.º). Cada fascículo	50
Tomo 2.º (fasc. 1.º, 2.º y 3.º). Idem	30
Tomo 3.º (fasc. 1.º)	30

MAPA GEOLOGICO

CARTOGRAFÍA.

Mapa Geológico de España, escala 1:1.500.000 (entelado)	75
Idem id., a 1:1.000.000 (cuatro hojas) 1955	250
Idem id., hojas sueltas, cada hoja	100
Idem id., escala 1:400.000 (cada hoja)	20
Idem id., nueva edición (cada hoja)	30

	Ptas
Mapa provincial de Barcelona, Cádiz, Huesca y Lérida, escala 1:200.000, cada uno	75
Hojas del Mapa Geológico de España, escala 1:50.000	25
Atlas estratigráfico de la cuenca hullera asturiana	75
Mapa de Guinea, escala 1:400.000	20
Mapa Manantiales Minero-Medicinales de España, a 1:1.500.000... ..	40
Idem Vulcanológico	40
Mapa Geológico del Sáhara, a 1:1.500.000	75

MEMORIAS.

Explicación Mapa Geológico, tomo 1.º, escala 1:1.000.00	75
Idem id., explicación tomo 2.º	75
Explicación del Mapa Geológico de España, por don Lucas Mallada, escala 1:400.000 (agotados los volúmenes 4.º, 5.º y 6.º)	50
Memoria provincial de Lérida y Huesca	75
Memorias del Mapa Geológico de España, escala 1:50.000	25
Datos para el estudio de las hojas del Mapa Geológico 1:50.000.	
Gijón-Oviedo	30
Catálogo	15

Estas publicaciones se mandan a provincias, enviando por anticipado su importe por Giro Postal, más gastos de correo.

PARA LAS LIBRERÍAS.—Los pedidos hechos por librerías tendrán un 25 % de descuento, que deberán descontar al hacer el envío de su importe por Giro Postal.

PARA LOS DEMÁS PAÍSES.—Los precios son dobles de los marcados en esta lista. En todos los casos se aplicarán los cambios oficiales del Instituto Español de Moneda Extranjera.

SECCION DE VENTAS DE PUBLICACIONES

Relación de depósitos de este Instituto en provincias

SUMINISTROS ESCOLARES Y CIENTIFICOS

Plaza de la Universidad, 11.—Barcelona.

AGENCIA EDITORIAL SANTA CLARA

Paseo de Santa Clara, 2.—Oviedo.

LIBRERIA ZINCKE HERMANOS

Cantón Grande, 21.—La Coruña.

LIBRERIA «MARAGUAT»

Plaza del Caudillo, 22.—Valencia.

LIBRERIA GENERAL

Independencia, 8.—Zaragoza.

INDICE

	PÁGS.
Indole y criterios de la Ciencia geológica, por J. M. Ríos	3
Nuevo yacimiento fosilífero del Lías Superior, cerca de Iznalloz (provincia de Granada, cordillera Subbética), por R. MOUTERDE y A. LINARES	101
Fotogeología, por MANUEL MARÍA DE ALVARADO Y ARILLAGA	105
Sobre la tectónica profunda de la fosa del Tajo, por MANUEL ALÍAMEDINA	125
Falla de desgarre en el S.-W. de la Península Ibérica, por A. QUESADA GARCÍA	163
Algunas áreas especiales de las zonas sub-pirenaicas y de la cuenca del Ebro, por J. M.ª Ríos	183
El problema del «ambiente» en la datación radiactiva, por ANTONIO DUE ROJO, S. I.	211
La investigación en las Ciencias de la Tierra	231
Vocabulario de Mineralogía Descriptiva, por JORGE DOETSCH-SUNDHEIM	261
Vocabulario de Cristalografía, por J. L. AMORÓS	383
Noticias	395
Notas bibliográficas:	
Combustibles	421
Criaderos	436
Espeleología	440
Explotación... ..	441
Geografía física	442
Geonucleónica	442
Geoquímica	443
Investigaciones mineras	444
Minería	444
Nucleónica	445
Oceanografía	447
Preparación de minerales	447
Prospección	449
Errata	453
Instituto Geológico y Minero de España	455