

DR. ROBERTO BEDER

NOCIONES

DE

MINERALOGÍA

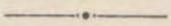
JACOBO PEUSER, L^{DA}.
EDITORES

NOCIONES DE

MINERALOGÍA

PARA LA ESCUELA TÉCNICA Y SUPERIOR

NOCIONES DE MINERALOGÍA



IMPRESION NACIONAL
DE MEXICO

29.339

NOCIONES

DE

MINERALOGÍA

PARA LA ENSEÑANZA PRIMARIA Y SECUNDARIA

POR EL

Oct 1938

DR. ROBERTO [BEDER X

Profesor de Mineralogía y Petrografía de la Universidad
Nacional de Córdoba

Con 89 figuras y 12 moldes desarrollados de modelos
cristalográficos

Sección Infantil



BIBLIOTECA NACIONAL
DE MAESTROS

BUENOS AIRES

442955 — TALLERES S. A. CASA JACOBO PEUSER, LIDA.

1930

226 X 188

214-

PREFACIO

Durante diez años (1914-1924) el autor de este libro tenía bajo su control la preparación de las colecciones mineralógicas escolares que la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología del Ministerio de Agricultura de la Nación obsequiaba a los establecimientos de enseñanza primaria y secundaria en la República. Me parecía entonces necesario que tanto el alumno como el profesor dispusieran de un texto, especialmente adaptado al contenido de dichas colecciones, las que contienen los minerales y rocas más características para el país.

Tal libro tiene que ser elemental, fácilmente comprensible, sin explicaciones teóricas extensas. Había que prescindir de antemano de todo aparato científico basado en conocimientos matemáticos, físicos y químicos, que se hacen solamente indispensable cuando la Mineralogía forma parte de estudios profesionales. Es por esto que me he limitado a lo más indispensable para hacer comprender lo que significan los cristales. El alumno debe saber que a cada mineral responde una forma cristalográfica particular, pero me parece demás, saber interpretar los sistemas y conocer los símbolos de las caras de los cristales. Y como la mayoría de los alumnos nunca necesitará estas cosas, les quedarían solamente nociones

vagas de una materia árida que se confunde e identifica con la Mineralogía misma. No es de extrañar que esta ciencia encuentre tan pocos adeptos si se acobarda a la juventud con la cristalografía, la cual exige un grado elevado de madurez para ser comprendida en su fondo. No obstante he agregado una serie de moldes desarrollados de 12 modelos cristalográficos para que el profesor los use armados en la clase y para que el alumno mismo los recorte y pegue como entretenimiento instructivo. Es un ejercicio que exige prolijidad y un poco de paciencia, pero trae una satisfacción cuando del papel liso se forma un cuerpo geométrico estético que tiene además su significado en la naturaleza. En estas hojas se ha agregado la denominación de las formas cristalográficas junto con sus símbolos más en uso, sea para la orientación del profesor, sea para facilitar el uso de los modelos en la enseñanza superior.

He convenido además de limitar la química de los minerales a unas explicaciones breves sobre los minerales metalíferos y los metales que de ellos se obtienen, pero sin dar fórmulas químicas y diagnósticos por medio del soplete y de reactivos, por no caber dentro del cuadro elemental. Con el objeto de satisfacer un deseo del profesor, se dará en el índice final las fórmulas químicas y el sistema cristalográfico de los minerales tratados.

En su disposición el libro es algo distinto de los textos usuales, con la intensión de adaptarlo así mejor a una enseñanza escalonada y sin desviarse de los programas generales. Se lo ha dividido en cuatro partes; la primera es la más importante. En ella se discute una serie reducida de minerales y rocas comunes, intercalando paulatinamente las definiciones y explicaciones fundamentales. Se

ha tratado de redondear esta primera parte en tal forma, que por sí sola puede considerarse como curso inicial y abreviado de la Mineralogía. Si el tiempo lo permite o que el programa lo exija, se pasará luego a las partes siguientes. La segunda abarca los minerales metalíferos principales; la tercera trata de los minerales no-metalíferos que son de aplicación o que presentan componentes de las rocas que más abundan en el país. La cuarta parte da a conocer las rocas principales, subrayando sobre todo su origen.

Al describir las diferentes especies minerales no he tratado solamente de insistir en su distribución en el país, sino he creído conveniente formular el carácter especial que tienen ciertos minerales argentinos, como por ejemplo el yeso, cuyas maclas en forma de flecha figuran en casi todos los textos y que son muy frecuentes y característicos en ciertas partes de Europa, pero muy escasos en la República Argentina.

La misma tendencia de apoyar las condiciones especiales del país se expresa en la selección de las ilustraciones, tanto para los cristales como para las vistas de minas, canteras y establecimientos industriales. Una excepción hacen solamente algunas gemas como el diamante, el zafiro, etc., las cuales, a pesar de no haber sido encontradas en la República, me parecían dignos de completar el cuadro sobre el reino mineral.

No es necesario decir que se ha dado mayor importancia a la aplicación de los minerales, sea en forma directa, sea indirecta como materia prima de la industria. En lo que ha sido posible, los datos son exactos y al día y quedan estrictamente en el fundamento sólido de la observación y de los hechos.

Finalmente me queda el grato deber de agradecer a todas las personas que han contribuído con su experiencia, arte o material ilustrativo en la confección del libro, así a los señores Alberto Reinacher y doctor Juan Olsacher por la ejecución de los dibujos de paisajes, esquemas y perfiles, a la señora Josefa G. de Peláez y al señor Carlos D. Storni por la revisión del texto, a mis colegas doctor Anselmo Windhausen y doctor Luciano R. Catalano por fotografías para su reproducción en dibujo. También expreso mi reconocimiento a la casa editora por la atención que ha llevado a todos mis deseos y el esmero en la impresión del libro.

R. B.

Córdoba, Enero de 1930.

CONTENIDO

PRIMERA PARTE

Que trata de explicar los conceptos elementales en los minerales más comunes

Capítulos I a XVII

CAPÍTULO I: En lo que se distinguen los objetos del reino mineral de las plantas y de los animales.....	5
CAPÍTULO II: Lo que es un mineral y lo que es una roca.....	8
CAPÍTULO III: La Mica.....	10
CAPÍTULO IV: El Feldespato.....	13
CAPÍTULO V: El Cuarzo.....	15
CAPÍTULO VI: La Piritita de hierro.....	18
CAPÍTULO VII: La Sal común. — Explicación de lo que es un cristal.....	21
CAPÍTULO VIII: Más detalles sobre los cristales. — La Cristalografía. — Ejemplos de cristales de minerales. — Formación de los cristales. — Productos artificiales cristalizados. — Las maclas de cristales. — Las seudomórfosis.....	26
CAPÍTULO IX: La Calcita.....	34
CAPÍTULO X: El Mármol y la Caliza.....	37
CAPÍTULO XI: Otras variedades de la Caliza: la Piedra litográfica, la Caliza de ostras, la Creta, las Estalactitas, La Travertina, la Tosca.....	45
CAPÍTULO XII: El Yeso.....	51
CAPÍTULO XIII: El Azufre.....	55
CAPÍTULO XIV: El Caolín y la Arcilla.....	57
CAPÍTULO XV: El Carbón mineral.....	63
CAPÍTULO XVI: El Petróleo y el Asfalto.....	68
CAPÍTULO XVII: Conclusión y resumen de los capítulos precedentes.....	74

SEGUNDA PARTE

Que trata de los minerales metalíferos

Capítulos XVIII a XXIX

CAPÍTULO XVIII: Explicación de algunos conceptos fundamentales: metal, mineral metalífero, yacimiento metalífero, nociones de Minería y de Metalurgia	77
CAPÍTULO XIX: El Oro nativo.....	85
CAPÍTULO XX: Los minerales de plata: la Plata nativa, la Argentita, el Rosicler.....	90
CAPÍTULO XXI: Los minerales de cobre: La Chalcopirita o Piritita de cobre, la Chalcosina, el Cobre gris o Tetraedrita, el Cobre abigarrado o Bornita, la Enargita, la Azurita y la Malaquita	94
CAPÍTULO XXII: Los minerales de plomo: La Galena; la Cerusita y la Anglesita	102
CAPÍTULO XXIII: El principal mineral de cinc: la Blenda	108
CAPÍTULO XXIV: Los minerales de hierro: la Magnetita, la Hematita, la Limonita y la Siderita	111
CAPÍTULO XXV: Algunos minerales de manganeso: el Psilomelano, la Pirolusita.....	118
CAPÍTULO XXVI: El principal mineral de estaño: la Casiterita ..	122
CAPÍTULO XXVII: Los minerales de tungsteno: la Wolframita y la Scheelita.....	125
CAPÍTULO XXVIII: El mineral principal de antimonio: la Antimonita	131
CAPÍTULO XXIX: Sobre los minerales de níquel: la Garnierita y la Magnetopirita niquelífera; de aluminio: la Kriolita y la Bauxita, y de mercurio: el Cinabrio.....	133

TERCERA PARTE

Que trata de los minerales no-metalíferos de valor económico o de más distribución en la naturaleza

Capítulos XXX a XLV

CAPÍTULO XXX: El Diamante y consideraciones generales sobre las piedras preciosas o gemas. — El Grafito.....	137
CAPÍTULO XXXI: El Corindón y sus variedades, el Esmeril, el Rubí y el Zafiro. — Nociones sobre la imitación de las piedras preciosas.....	145

CAPÍTULO XXXII: El Berilo y sus variedades, la Esmeralda, el Aguamarina y el Berilo de oro. — El Topacio.....	149
CAPÍTULO XXXIII: Las variedades del Cuarzo cristalizado. — La Calcedonia y el Opalo.....	152
CAPÍTULO XXXIV: El Granate.....	162
CAPÍTULO XXXV: La Turmalina.....	165
CAPÍTULO XXXVI: La Apatita y la Fosforita. — El Guano. — La Triplita.....	168
CAPÍTULO XXXVII: La Fluorita o el Espato fluor.....	171
CAPÍTULO XXXVIII: La Baritina. — La Aragonita.....	173
CAPÍTULO XXXIX: El Alumbre. — El Nitro o Salitre.....	177
CAPÍTULO XL: La Boronatrocalcita o Ulexita.....	179
CAPÍTULO XLI: Los Piroxenos y los Anfíboles.....	183
CAPÍTULO XLII: El Epidoto. — La Wollastonita.....	187
CAPÍTULO XLIII: La Olivina, la Serpentina, el Amianto y la Espuma de mar.....	189
CAPÍTULO XLIV: El Talco o la Piedra de sapo. — La Clorita ..	192
CAPÍTULO XLV: El Ambar.....	195

CUARTA PARTE

Que trata de las rocas más comunes

Capítulos XLVI a L

CAPÍTULO XLVI: Algunos conceptos generales sobre el origen de las rocas.....	197
CAPÍTULO XLVII: Las rocas magmáticas plutónicas.....	200
CAPÍTULO XLVIII: Las rocas magmáticas volcánicas o efusivas.....	203
CAPÍTULO XLIX: Las rocas sedimentarias.....	207
CAPÍTULO L: Las rocas metamórficas.....	211
ÍNDICE DE MATERIAS.....	215
ÍNDICE GEOGRÁFICO ARGENTINO.....	222

PRIMERA PARTE

QUE TRATA DE EXPLICAR LOS CONCEPTOS ELEMENTALES EN LOS MINERALES MÁS COMUNES

CAPÍTULO I

En lo que se distinguen los objetos del reino mineral de las plantas y de los animales.

Vamos a dar un paseo. Dedicaremos nuestra atención a los diversos objetos que nos ofrece la naturaleza, así animales, plantas y piedras: unas mariposas, algunas flores y diferentes trozos de piedra que levantaremos del suelo. No estamos satisfechos con juntar y mirar estos objetos por pura curiosidad o pasatiempo; queremos saber algo más sobre ellos. El profesor nos invita a escuchar sus explicaciones. Empieza con la mariposa; nos describe y enseña su aspecto, la cabeza con sus dos ojos grandes y sus dos antenas, el cuerpo dividido en dos partes, de las cuales la delantera lleva las alas y las seis patas. Luego nos relata la vida de la mariposa, como nació de un huevo siendo una oruga en el primer estado de su vida, como esta oruga se envolvió en una crisálida de la cual salió después de algún tiempo en su forma actual de mariposa para revolotear de flor en flor en busca de su alimento.

De una manera análoga el profesor nos explica las plantas, nos enseña la tarea que corresponde a sus distintas partes, nos dice cuando despliega su flor y cuando madura la semilla que el viento arrastra a un terreno lejano donde espera la época de su germinación.

Los animales y las plantas son **organismos**, seres provistos de **órganos**, o sean partes determinadas de su cuerpo que cumplen una misión bien circunscrita. La raíz, las hojas y la flor son órganos de la planta. La raíz trata de amarrarla en la tierra y de extraer del suelo las substancias para su crecimiento; las hojas son el órgano de la respiración, la flor prepara la semilla para la reproducción. En el cuerpo animal los órganos son más abundantes y especializados todavía, tales como el corazón, el estómago, el pulmón, los ojos, las orejas, la nariz, citando algunos de ellos; cada uno tiene su función. Si un órgano funciona mal, el individuo enferma; la destrucción del órgano puede provocar hasta su muerte.

Volvamos ahora a las piedras. ¡Qué contraste nos ofrecen con los animales y las plantas! Su descripción se reduce a su aspecto y el de sus componentes que a simple vista o con la lente, los podemos distinguir. Rompamos una piedra con el martillo y veremos que en los trozos se repiten las propiedades del bloque entero, salvo naturalmente su tamaño. Pero no hemos lesionado ningún órgano, ni hemos cambiado el carácter de la piedra. La piedra se ha formado bajo ciertas circunstancias en una época lejana de miles de años, pero no nace de un huevo o de una semilla; la piedra existe y perdura, pero no vive, no se ha desarrollado de un estado de niñez al de adulto, no come, no respira, no se reproduce, y aunque finalmente se descompone y se deshace bajo la influencia de la intemperie, no se puede decir que muere porque no tiene vida.

A simple vista puede recibirse la impresión de que el estudio del reino mineral sea menos atrayente y menos rico en problemas que el de las plantas y de los animales. Pero no es así, ya por la simple razón de que ningún objeto de la naturaleza carece de interés y de que en todos se revelan las leyes eternas de la armonía del mundo, aún en lo más humilde, como lo es un trozo de piedra. Al mismo tiempo el conocimiento de la Naturaleza posibilita al hombre el mejorar y embellecer su vida. La Mineralogía le enseña a distinguir las substancias que le dan los meta-

les, le hace reconocer las materias con las cuales se puede preparar el vidrio, la porcelana, las pinturas o las sustancias que sirven para la elaboración de muchas drogas y algunas medicinas; le induce a apreciar las piedras preciosas y le protege de las imitaciones; le guía en la selección de las piedras para los edificios, puentes, muelles, pavimentos, para monumentos y estatuas y, por último, le permite establecer la calidad de los suelos, ofreciéndole simultáneamente una posibilidad para mejorarlos.

CAPÍTULO II

Lo que es un mineral y lo que es una roca.

Dedicaremos ahora nuestra atención al trozo de la roca de construcción que hemos levantado (1). La miramos detenidamente, usando tal vez un **vidrio de aumento** o como se llama también una **lente**. Pronto nos damos cuenta que esta piedra se compone de diversas substancias de aspecto distinto; notamos laminitas negras que se desprenden fácilmente con un cortaplumas, rodeados de granos de colores claros. Y observando estos últimos muy bien, se nota que algunos son blanquecinos, rosados, hasta ligeramente rojizos, medio turbios y con la superficie en parte bastante lisa. Otros granos tienen un color grisáceo, son más transparentes y de mayor brillo que los demás componentes claros.

Estas tres substancias que componen la roca se llaman **minerales** y cada mineral tiene un nombre propio. En nuestro caso los tres minerales son: **mica**, **feldespato** y **cuarzo**. La mica es el mineral que se presenta en laminitas negras, el feldespato es el mineral turbio, de color blanquecino o rosado con superficie bastante lisa, y finalmente el cuarzo es el mineral grisáceo con superficie casi nunca lisa.

Rompiendo uno de estos minerales, las propiedades de las astillas son exactamente las mismas como las del indi-

(1) **Nota para el profesor:** El profesor aprovechará para esta clase la muestra de granito que figura en la colección escolar. Si fuera posible, sería muy conveniente conseguir otro trozo de granito más (p. e. en una marmolería), el cual estará destinado para romperlo y separar los componentes minerales.

viduo entero, salvo naturalmente su tamaño y peso. Podemos definir: **un mineral es un cuerpo natural, el cual, aún en sus partículas más pequeñas, tiene las mismas propiedades.**

La ciencia que se ocupa del estudio de los minerales es la **Mineralogía**.

Los tres minerales mica, feldespato y cuarzo componen una **roca**, que se llama en nuestro caso **granito**.

Pero no solamente el granito está compuesto por minerales; todas las demás clases de rocas lo están también, pero las especies de minerales y sus proporciones son distintas. Las propiedades de las rocas dependen de las propiedades de los minerales que las componen. La ciencia que se dedica al estudio de las rocas es la **Petrografía**, que en cierto sentido es una rama de la Mineralogía.

Además de figurar como componente de rocas, muchas especies de minerales se presentan como relleno de grietas en las rocas, formando vetas y filones de numerosos minerales metalíferos. Otro grupo de minerales se ha formado como precipitado del agua de vertientes o de lagunas, por ejemplo la sal común. Y así se podría seguir para demostrar que no hay parte de la tierra firme que no esté compuesta por minerales, desde las playas de arena en la orilla del mar, hasta las cumbres más altas de las montañas.

Entre los varios miles de especies minerales que se conocen, existe un pequeño grupo que es sumamente común y abundante, por ejemplo los minerales que componen las rocas. Otros son mucho menos frecuentes y se encuentran concentrados en cantidad en relativamente pocos lugares, como los minerales de hierro, de cobre, de plomo, y finalmente hay un gran número de minerales que no solamente están poco distribuidos en la naturaleza, sino en el lugar de su hallazgo mismo la cantidad es reducida, como en el caso del oro, de la plata y de las piedras preciosas.

CAPÍTULO III

La Mica.

Con los conocimientos que hemos adquirido en los dos primeros capítulos podemos proseguir nuestro estudio. Imaginémonos que hacemos una excursión por la Sierra de Córdoba, donde aparecen a descubierto tantas peñas que nos invitan a nuevas observaciones.

Encontramos de golpe un crestón de muchos metros de largo y tal vez varios metros de ancho, de una roca de color claro que se destaca bien de las peñas vecinas de granito en el cual asoma. Con un martillo desprendemos unos trozos para su examen. Lo primero que notamos es el grano muy grueso de esta roca que nos facilita mucho clasificar sus componentes, los minerales. Con satisfacción podemos reconocer de nuevo los mismos minerales que hemos conocido en el granito: mica, feldespato y cuarzo. Esta roca, parecida al granito, se llama **pegmatita**. Con facilidad podemos desprender con el martillo trozos de varios centímetros de diámetro de cada mineral, que por su tamaño se prestarán mejor para un examen que los mismos componentes, relativamente pequeños, del granito.

Elegimos primeramente una lámina de **mica**, mineral que el vulgo denomina todavía con frecuencia con el nombre de «talco»; expresión errónea, pues el talco es un mineral de propiedades distintas (1). En seguida notamos que esta mica no es negra como la del granito; es más clara, de diferentes matices, marrón-amarillo hasta color

(1) **Nota para el profesor:** Los minerales mica y el feldespato de las colecciones escolares, proceden de estas pegmatitas que estudiamos en el texto. El cuarzo fué coleccionado en vetas de cuarzo puro; pero su aspecto y las propiedades son las mismas del de las pegmatitas.

caramelo claro y muy a menudo completamente incolora, sobre todo en láminas delgadas. Sin embargo, también es mica, pues los naturalistas han distinguido diferentes variedades de este mineral por la diversidad de colores, así como existen rosas o claveles de colores variados. Esta variabilidad en los colores de los minerales es frecuente y ocasiona a veces cierta dificultad para identificar una especie mineral.

La mica negra del granito se denomina **biotita**, mientras que la mica clara o incolora pertenece a la **muscovita**. Hay granitos que simultáneamente llevan las dos clases de mica. A pesar de la coloración distinta, la mayoría de las propiedades físicas es la misma en ambas variedades.

En primer lugar llama la atención la gran facilidad con la cual se puede dividir este mineral en láminas delgadas, de superficie lisa y brillante y cada vez más transparentes y claras. La separación de láminas puede hacerse indefinida y sólo por falta de instrumentos adecuados y por nuestra torpeza manual la división se limita. Esta propiedad de poder dividir un mineral según planos determinados se llama el **clivaje**. El clivaje es una propiedad típica de la mayoría de los minerales, aunque en general no suele ser tan marcada como en el caso de la mica.

Otra particularidad de la mica es la **elasticidad** de las láminas, propiedad que se hace más notable cuantomás delgadas son éstas. No obstante, esta propiedad tiene su límite, pues forzando demasiado la lámina, se rompe.

Otro experimento: con la punta de un cortaplumas, que es un instrumento indispensable para el estudio de los minerales, podemos producir en la superficie de la mica un surquito o raya en cualquier rumbo, pues la mica es un mineral blando, de poca **dureza**.

Si se pone la mica en la cercanía del fuego, no se raja ni se rompe; pero poniéndola directamente en las llamas se enturbia y abre en hojas sin fundirse.

En estado fresco, la mica tiene un brillo particular en su superficie, parecido al del nácar, razón por la cual se llama **brillo** o **lustre** anacarado. Cuando se encuentra

en estado de descomposición por la acción de la intemperie, la mica blanca adquiere a menudo un brillo plateado y la mica negra un color amarillento, con lustre algo metálico, de manera que sucede con frecuencia que los profanos confunden estas escamas alteradas de mica con plata y oro. Observándolas con una lente se comprueba la transparencia de estas hojuelas, lo que no sucede nunca con los metales plata y oro.

El clivaje muy perfecto, la elasticidad, la transparencia y su resistencia al calor son las propiedades más características de la mica que no están reunidas en ninguna otra substancia natural o artificial. A ellas se debe la aplicación de las láminas de muscovita en la industria para los fines más diversos, a saber: para ventanas de estufas y hornos, para la fabricación de cilindros de lámparas, para anteojos de los mineros y obreros en canteras, para ventanas en buques de guerra donde el vidrio común se rompería por la detonación de los disparos de los cañones. El mayor consumo tiene la mica como aislador excelente de la corriente eléctrica y del calor. Escamas finas de mica se usan además en la fabricación de tapicerías y pinturas relumbrantes.

Para la venta se corta la mica en tablas o láminas y se obtiene mejor precio mientras mayor sea su tamaño y pureza. Los recortes de las hojas sirven todavía para molerlos hasta reducirlos a polvo impalpable, aplicándose este polvo como lubricante y en la fabricación de papeles pintados.

En la República Argentina las pegmatitas con hojas grandes de muscovita son frecuentes; las hay en las sierras de **Córdoba**, de **San Luís** y en las montañas de **La Rioja**, **San Juan** y del **Territorio de los Andes**. Desde muchos años se explota y exporta esta mica, cuya producción anual alcanza unos 150.000 kilos; la mayor parte es procedente de la Sierra de Córdoba. Otros países donde se encuentra en buena calidad y cantidad son el **Canadá**, la **India**, **Siberia** y los **Estados Unidos de Norteamérica**.

CAPÍTULO IV

El Feldespato.

La roca **pegmatita**, que contiene las hojas de mica muscovita que acabamos de describir, contiene también el mineral **feldespato**, del cual podemos desprender trozos de varios centímetros de diámetro. Reconocemos el feldespato fácilmente; es un mineral de color rosado hasta rojizo, algunas veces blanco lechoso. Generalmente es turbio en trozos grandes, pero **translúcido** en las aristas y sobre todo en astillas finas. Feldespatos incoloros y completamente transparentes son raros en nuestro país. El brillo del feldespato es **vítreo**, quiere decir parecido al del vidrio; en las variedades muy turbias y de colores acentuados, este brillo no es tan marcado.

No se puede doblar el feldespato como la mica; en cambio es fácil romperlo a golpes de martillo y pulverizarlo, pues el feldespato es un mineral **quebradizo**. Los fragmentos están limitados, por lo menos en parte, por planos lisos, sobre los cuales se refleja la luz. Estos son **planos de clivaje**; pero este clivaje no es tan acentuado como el de la mica. El clivaje del feldespato es **perfecto**, el de la mica **muy perfecto**.

El feldespato tiene una dureza mucho mayor que la mica y algo menor que el acero, pues un trozo de feldespato, friccionado sobre la lámina del cortaplumas, no produce rayas en ella. En cambio con un trozo de feldespato podemos rayar bien la superficie de una lámina de mica. Ahora ya tenemos una serie de caracteres que distinguen el feldespato de la muscovita, como su color rosado, la

falta de transparencia en las variedades comunes, el brillo vítreo, su propiedad de ser quebradizo, su clivaje menos marcado y su mayor dureza.

El feldespato es un mineral sumamente común. No solamente en el granito y su pariente, la pegmatita, es un componente esencial, sino lo es también en numerosas clases de rocas más. Las serranías del **Tandil**, las **Sierras de Córdoba**, **San Luis** y parte de las montañas de **La Rioja**, **Catamarca** y otras provincias, se componen esencialmente de rocas en las cuales el feldespato forma cerca de la mitad.

En general, el feldespato de la mayoría de las rocas está demasiado entreverado con otros minerales para utilizarlo y aún una separación de estos por medio de aparatos resultaría poco económica. En cambio el feldespato de las pegmatitas se halla en trozos puros hasta de varios kilos y si por acaso adhieren algunas impurezas es fácil desprenderlas. El feldespato es una materia prima indispensable en la fabricación de loza y porcelana, una industria que se va desarrollando paulatinamente en el país. Sin embargo, y a pesar de que no faltan filones de pegmatita con feldespatos excelentes, son todavía pocos los yacimientos que se explotan, debido a los gastos elevados de transporte desde las sierras del interior de la República a los centros industriales de mayor consumo en el Litoral.

CAPÍTULO V

El Cuarzo.

Pasaremos ahora al estudio del último componente del granito, del mineral **cuarzo**, al cual conocemos también de los filones de pegmatita en individuos mucho más grandes. Este cuarzo tiene un color grisáceo o blanco lechoso; otros tintes como el rosado y el azulado son más escasos. Mayormente este cuarzo es turbio, translúcido con nubes de inclusiones finísimos en su interior, pero en astillas muy delgadas llega a ser casi transparente y la coloración casi desaparece.

El lustre de los trozos de cuarzo es bastante acentuado, parece como si fuera untado con una gota de aceite y por este motivo se llama este brillo también **brillo grasoso**.

El cuarzo es un mineral quebradizo, las astillas que se desprenden con el martillo son irregulares en sus contornos y muestran aristas cortantes, y se dice en este caso que la **fractura** es **astillosa**. En trozos mayores, la fractura es más bien **concoidal**, muy parecida a la superficie de fractura de vidrios muy gruesos. No se forman nunca los planos lisos de clivaje como sucede con el feldespato; el cuarzo es uno de los pocos minerales que carecen de clivaje. Ya por este solo hecho, los dos minerales cuarzo y feldespato se distinguen con certeza, por lo menos en trozos no muy pequeños.

La dureza del cuarzo es algo mayor que la del feldespato, pues una astilla de cuarzo raya a una lámina de cortaplumas, pero la punta de esto no puede producir ningún efecto sobre el cuarzo.

Podemos agregar algunas palabras más sobre la dureza de los minerales. Como ésta varía de una especie a otra se la usa como propiedad característica en la descripción y determinación de los minerales. En el año 1812 MOHS ha establecido una **escala de dureza**, que consiste en 10 minerales distintos, de los cuales cada siguiente tiene una dureza mayor que el anterior. Cada uno de estos minerales tiene un número que indica su grado de dureza en la escala, que es la siguiente:

Dureza 1: talco	} se dejan rayar	} se dejan rayar con el corta- plumas.			
» 2: yeso			} con la uña.		
» 3: calcita	}				
» 4: fluorita			}		
» 5: apatita				}	
» 6: feldespato	} rayan al vidrio.				
» 7: cuarzo			}		
» 8: topacio				}	
» 9: corindón					}
» 10: diamante					

Si queremos averiguar el grado de dureza que tiene un mineral, probaremos rayarlo sucesivamente con los minerales de la escala de MOHS y cuando llegamos a la conclusión que éste, por ejemplo, raya al feldespato y los minerales más blandos y está rayado por el topacio y los más duros, concluimos que su dureza es igual al del cuarzo, es decir, del grado 7. Al cuarzo mismo no raya ni se deja rayar por él.

Este cuarzo que acabamos de describir, muy abundante en la naturaleza, se lo denomina **cuarzo común** para distinguirlo de otras variedades menos frecuentes. El cuarzo común es el componente principal de todas las variedades de granito y de pegmatitas graníticas; pero también se presenta en filones compuestos únicamente por él. Tales filones alcanzan a menudo varios metros de ancho y centenares de metros de largo, los cuales a veces se ensanchan,

formando grandes reventones hasta cerritos enteros. En las serranías de **Córdoba, San Luis, La Rioja**, hay muchos lugares llamados «Cerro Blanco» o «Cerrito Blanco», compuestos únicamente por cuarzo blanco común. En algunos de estos puntos se han instalado canteras, en las cuales se extrae este mineral para mandarlo a las grandes ciudades del país, especialmente a Buenos Aires, donde se utiliza el cuarzo molido en la fabricación del vidrio y en la cerámica.

Todo el mundo conoce la **arena**, este material que forma las playas del mar y que además cubre grandes extensiones de las regiones áridas, los llamados **arenales**. Esta arena se compone casi exclusivamente de granos de cuarzo incoloros o amarillentos. Sin embargo, las pocas impurezas que contiene esta arena son suficientes para hacerla inapta para la mayoría de los fines técnicos. En cambio, la arena común es un material indispensable para preparar los morteros usados en la construcción de los edificios. Se emplea la arena también para filtrar las aguas de consumo, y las Obras Sanitarias de nuestras ciudades necesitan constantemente grandes cantidades para este fin. Y finalmente: ciertas arenas, como por ejemplo las que se encuentran en los alrededores de **Junín** en la Prov. de Buenos Aires, se prestan especialmente bien para hacer los moldes en los cuales se vierte el hierro fundido de los hornos, para darle la forma requerida.

No hemos agotado todavía la descripción del mineral cuarzo en todas sus variedades; más adelante volveremos sobre el mismo tema, ampliando y profundizando nuestros conocimientos sobre este mineral tan distribuido en la naturaleza en una serie de modificaciones las más diversas.

CAPÍTULO VI

La Pirita de hierro.

La **pirita de hierro**, llamado comúnmente **pirita**, es un mineral muy distinto de los que acabamos de estudiar. La particularidad más sobresaliente es su **brillo metálico** y su color amarillo claro. Estas propiedades son muy constantes, y aunque el color amarillo puede modificarse a veces en la superficie expuesta al aire por largo tiempo, en la fractura fresca reaparece con su tinte particular. Muchas personas, al ver la pirita, la confunden con el oro que también tiene brillo metálico y color amarillo. Y sin embargo las propiedades de la pirita y del oro son completamente distintas. La pirita de hierro es **quebradiza**; con el martillo podemos romperla y desmenuzarla con facilidad hasta reducirla a un polvo finísimo. Pero este polvo ha perdido su color amarillo y su lustre metálico, es de color negruzco grisáceo oscuro y sin brillo. En cambio el oro no se deja pulverizar con el martillo, es un mineral **dúctil** o **maleable** y se extiende y achata al golpearlo y las escamitas conservan su color amarillo y brillo metálico. Además el color amarillo del oro es distinto del amarillo de la pirita, es más acentuado, lo que se ve muy bien poniendo un trozo de pirita a la par de un objeto de oro.

La pirita es un mineral **opaco**, quiere decir que no deja pasar la luz ni en los granos más finos que examinamos con la lente o con el microscopio. La fractura de la pirita es concoidal, igual a la del cuarzo y también es un mineral que carece de clivaje según planos bien marcados. La dureza es elevada, casi idéntica al del acero que se clasifica entre la dureza del feldespato y la del cuarzo; es decir, entre los grados 6 y 7.

Ahora haremos con la pirita un experimento muy llamativo. En una loza o porcelana no esmaltada (por ejemplo el bordecito inferior de un plato), friccionemos un trozo de pirita y veremos que la loza no esmaltada se tiñe con un color negruzco; la pirita de hierro produce una **raya negruzca**. El color de la raya es idéntico al color del polvo del mismo mineral y es una propiedad particular de cada especie, especialmente de los minerales opacos. El color de la raya no es siempre idéntico al color del mineral mismo, como acabamos de comprobar. También los minerales mica, feldespato y cuarzo, producen una raya; pero ésta es blanca y no se alcanza a distinguir en la loza blanca, pero si ésta en cambio fuera de color negro, entonces la raya blanca resaltaría nítidamente. Y es de notar que la mica negra o biotita y la mica blanca o muscovita tienen la misma raya blanca como un feldespato rosado o un cuarzo gris. El color de la raya de un mineral es un medio muy apreciado para distinguirlo. Así, por ejemplo, el oro produce una raya amarilla de brillo metálico, lo que por si solo basta para distinguirlo, no solamente de la pirita, sino de casi todos los demás minerales amarillos.

La pirita de hierro es un mineral pesado y en su composición entra un metal pesado, el hierro, como lo indica su nombre. Un trozo de pirita pesa casi el doble de un trozo de cuarzo de igual tamaño y este último mineral es dos y media veces más pesado que el mismo volumen de agua. Esta relación, que indica cuantas veces una substancia es más pesada que el mismo volumen de agua, se llama **peso específico** de la substancia. El peso específico del agua es 1, el del cuarzo un poco más que $2 \frac{1}{2}$ y el de la pirita 5.

La pirita no se encuentra en la naturaleza en la misma abundancia que los minerales mencionados antes. En pequeñas partículas la pirita es muy frecuente, pues la encontramos diseminada en casi todas las rocas; pero las concentraciones de grandes cantidades quedan limitadas a filones y chimeneas que atraviesan las rocas de las montañas. En estos filones, la pirita se presenta raras

veces sola, estando acompañada casi siempre de otros minerales, por ejemplo de cuarzo y sobre todo por otros minerales metalíferos como los de cobre, plata, plomo, oro y otros. Abundan tales filones metalíferos con piritita en casi todas las regiones montañosas de la Argentina, sobre todo en su parte noroeste, de las que basta citar solamente los filones de minerales de cobre, oro y plata del **Cerro de Famatina** en La Rioja y de las minas de **Las Capillitas** al Norte de Andalgalá en Catamarca.

En países donde hay yacimientos extensos de piritita casi pura, como en **Río Tinto** en el Sud de España, se explota este mineral para utilizarlo en la industria química y la elaboración del hierro, fuera de la extracción de su pequeño contenido accidental de cobre.

CAPÍTULO VII

La sal común. — Explicación de lo que es un cristal.

En el interior de la República Argentina se extienden vastas regiones que no tienen desagüe hacia los ríos que van al océano. Durante las épocas lluviosas, estos parajes quedan cubiertos por el agua. Pero en las estaciones secas, el agua se evapora en gran parte y queda el suelo cubierto, a veces en muchas leguas de extensión, con una substancia blanca granulosa, la **sal común**, llamada también **sal de piedra** o **sal gema**. Estos lugares son las **salinas**, tristes y monótonas, y sin embargo impresionantes por su resplandor al reflejo de la luz del sol. Tales salinas se conocen en casi todas las provincias centrales y del Oeste de la República, y sobre todo en el Territorio Nacional de **Los Andes** (véase la figura 1); las más extensas son las **Salinas Grandes** en la región limítrofe de Córdoba, La Rioja y Santiago del Estero. En las salinas cercanas a una vía de ferrocarril, como las de **Córdoba** y las del Oeste de **San Luis** (véase la figura 2), se explota la sal en gran escala, mientras en las regiones andinas del noroeste, el paisano la lleva a lomo de burro de las salinas solitarias, para sazonar su frugal sustento.

La sal común es uno de los minerales más indispensables para el hombre, que la utiliza en la cocina, en los saladeros y fábricas de conservas; se la da a la hacienda donde el suelo no contiene la cantidad suficiente, se la precisa en la curtiembre, en la cerámica y la fabricación de vidrios, en las jabonerías, tintorerías y numerosas ramas más de la industria química, como la fabricación de la soda Solvay o soda cristal del comercio.

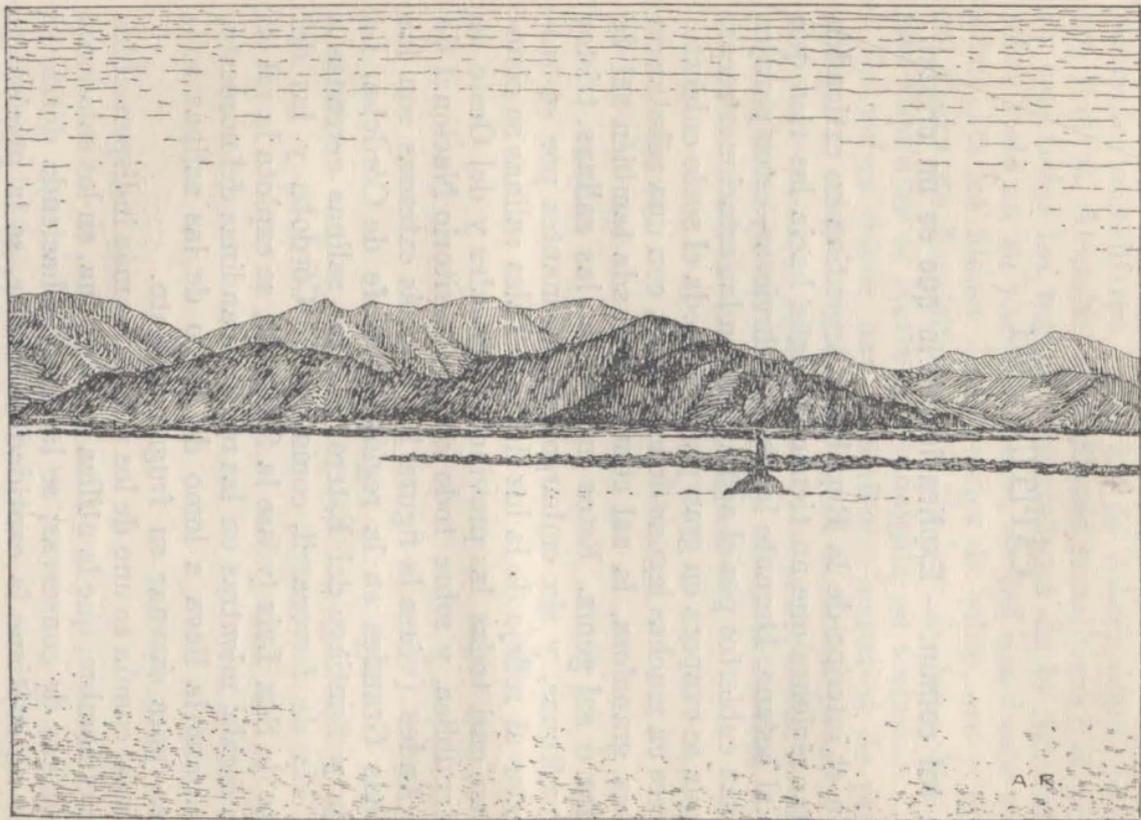


Fig. 1. — El Salar de Diablillos, Territorio Nacional de Los Andes. (Según una fotografía del doctor Luciano R. Catalano).



Fig. 2. — Explotación de la sal en las Salinas de Bebedero, Provincia de San Luis.
(Según fotografía del señor Juan W. Gez).

La sal común es un mineral incoloro, blanco en masas de partículas finas. Tiene un brillo vítreo, es blando, dejándose rayar con la uña. Es muy quebradizo y fácil de moler, dando un polvo blanco, que es también el color de la raya. Pero la propiedad más sobresaliente es de ser **soluble** en el agua, teniendo la solución un gusto característico, el **gusto salado**. Las aguas saladas de numerosas lagunas, ríos y pozos contienen mayor o menor cantidad de sal en solución.

Basándonos en la solubilidad de la sal común, podemos efectuar un experimento instructivo. A un plato con agua

agregamos un buen puñado de sal común, como la usamos en la cocina, y agitamos hasta que todo se haya disuelto. Dejemos esta salmuera sin moverla más, expuesta a la evaporación y después de algunos días veremos aparecer en el fondo del plato la sal en numerosos cuerpos sólidos cuya superficie está formada por planos lisos, tal como la representa la figura 3 (1).

Cada uno de estos individuos

se llama un **crystal de sal** (2). **Un cristal es un cuerpo sólido, limitado por planos naturales.**

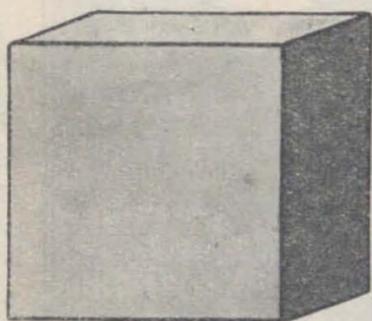


Fig. 3.—Cristal de sal común que responde a un cubo.

(1) Su forma de cubo es bien nítida solamente cuando son todavía pequeños; al crecer resultan generalmente individuos mal desarrollados, llamados **esqueletos de cristales**, cuya forma característica se ve en la figura 4.

(2) **Nota para el profesor:** Será muy conveniente que estas explicaciones sobre los cristales y sus diferentes formas sean acompañadas de presentación de modelos. Con tal propósito se ha agregado a este libro el desarrollo de 12 modelos cristalográficos junto con una explicación para armarlos.

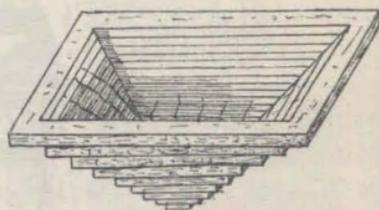


Fig. 4.—Cristal de sal común muy imperfectamente desarrollado, forma lo que se llama un «esqueleto» de un cristal.

En nuestro caso el cristal de sal tiene la forma de un **cubo**; la sal común **crystaliza** en cubos. Si dejamos la salmuera algunos días más, los cristales van a crecer y por último, cuando ya todo el agua se haya evaporado, queda una masa compuesta por innumerables cristales. Pero estos ya no son tan nítidos como los primeros, pues los individuos se han estorbado mutuamente al desarrollarse. Esta masa de sal es un **agregado cristalino**.

CAPÍTULO VIII

Más detalles sobre los cristales. — La Cristalografía. — Ejemplos de cristales de minerales. — Formación de los cristales. — Productos artificiales cristalizados. — Las maclas de cristales. — Las seudomórfosis.

No solamente la sal común tiene la propiedad de formar cristales, sino la mayoría de los minerales se conocen en estado cristalizado, limitado por planos lisos, las **caras cristalográficas**.

Es un rasgo muy notable que los cristales de cada clase de mineral tienen formas distintas. Hay minerales que forman cristales de un aspecto tan característico, que por este solo medio es posible reconocerlos. El estudio de las formas cristalográficas es el objeto de la **Cristalografía**, ciencia auxiliar de la Mineralogía, basada en conceptos de Matemáticas, especialmente de Geometría.

Los pocos minerales que hemos estudiado hasta ahora suelen encontrarse a veces también con sus formas cristalográficas propias y características, siempre que dispusieron de espacio libre para desarrollarse y que no fueron estorbados por otros individuos, sea de la misma o de otra especie de mineral. Pero aun cuando exteriormente sean imperfectos, los cristales tienen propiedades físicas interiores de igual importancia. El clivaje, por ejemplo, es una particularidad única de los cristales y no se halla en ninguna substancia que no sea cristalizada. Más adelante vamos a conocer otras de estas propiedades.

El granito se compone de cristales, exteriormente imperfectos, de mica, feldespato y cuarzo. Una roca en sí no es cristalizada, son sus componentes, los minerales, los que

están cristalizados. Una roca compuesta únicamente por minerales cristalizados, por imperfectos que sean sus contornos, se llama una **roca cristalina**.

Dedicaremos ahora la atención a los minerales estudiados cuando se presentan con el desarrollo perfecto de sus contornos cristalográficos.

La **mica**, tanto la biotita como sobre todo la muscovita, se halla en láminas o tablitas que a veces tienen contornos hexagonales bien nítidos (fig. 5).

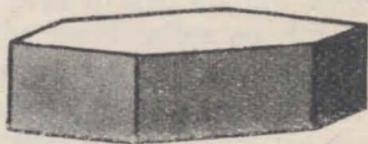


Fig. 5.—Cristal de mica. Bosque Alegre, Sierra de Córdoba.

Los cristales de **feldespato** tienen el aspecto de las figuras 6 y 7. Muy a menudo se encuentran granitos como en la parte central de la **Sierra de Córdoba**, que tienen feldespatos así cristalizados de tamaño hasta de 6 a 10 centímetros y que se destacan bien de la masa de la roca que es de un grano más fino. Por la descomposición de tales granitos a la intemperie, los cristales de

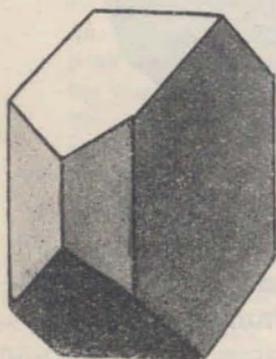


Fig. 6.—Cristal de feldespato.

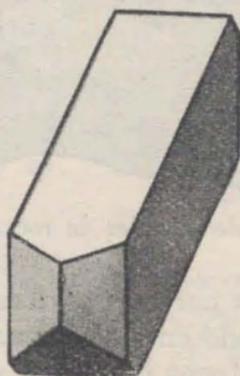


Fig. 7.—Cristal de feldespato.

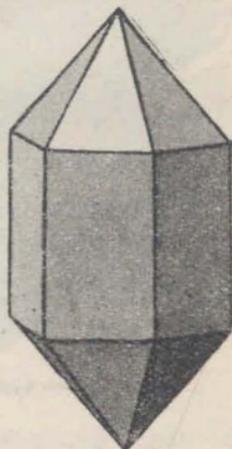


Fig. 8.—Cristal de cuarzo o cristal de roca.—Cerro Negro Pum-Mahuida, Neuquén.

feldespato se desprenden y pueden ser coleccionados en gran cantidad en la superficie del suelo.

El cuarzo cristalizado, llamado generalmente **crystal de roca**, suele formar prismas hexagonales con una terminación de forma geométrica de una pirámide. Tales cristales, bien transparentes y perfectos, no son frecuentes en la Argentina, se los conoce del **Neuquén** (fig. 8), mientras

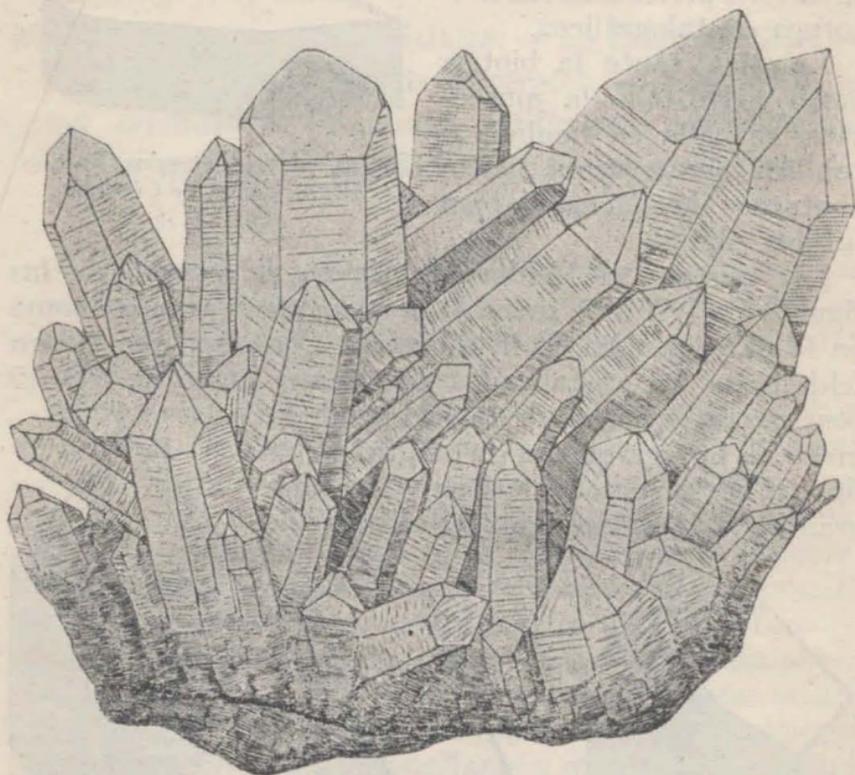


Fig. 9. — Grupo de cristales de roca. Sierra de Córdoba.

los cristales pegados por un lado en una roca se encuentran de vez en cuando en las **Sierras Pampeanas** (fig. 9). Los grupos más vistosos de cristal de roca, que adornan las colecciones mineralógicas en todas partes del mundo, proceden de los Alpes de **Suiza** y de **Francia**, del **Japón**, de **Madagascar** y los de mayor tamaño y que pueden alcanzar hasta 1 metro de altura, del Estado de **Goyaz** en el Brasil. Se utiliza el cristal de roca para varios ins-

trumentos científicos; para «vidrios» de anteojos y como gema para collares, botones, etc. Los grandes museos de arte guardan copas, cálices y otros objetos hechos de cristal de roca.

La **pirita de hierro** puede presentarse en cristales de aspecto muy diverso, según las localidades en donde se los encuentra. Así las piritas de hierro que se hallan dentro de las rocas son de forma de un cubo, como la sal común, pero se nota en estos cubos casi siempre estrías finas, como lo indica el dibujo adjunto (fig. 10).

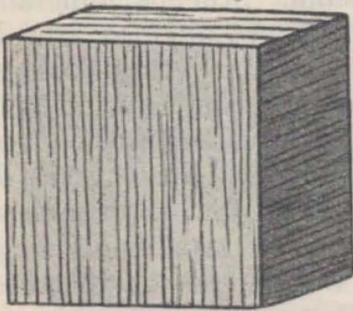


Fig. 10. — Cristal de pirita de hierro, que consiste en un cubo con estrías paralelas características. Forma cristalográfica que toma este mineral cuando se encuentra dentro de pizarras.

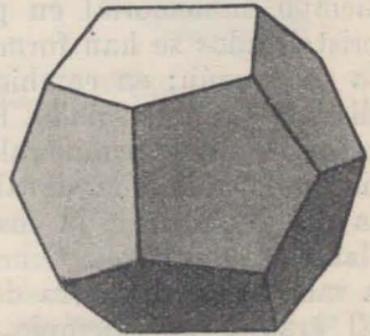


Fig. 11. — Cristal de pirita de hierro (dodecaedro pentagonal). Típico para la pirita de hierro en filones metalíferos, como por ejemplo los de cobre de la Famatina en La Rioja.

En cambio, los cristales de pirita que se encuentran en los filones metalíferos, como por ejemplo en las famosas minas del **Cerro de Famatina** en La Rioja, tienen el aspecto de la figura 11.

Cristales de minerales en la forma tan perfecta como lo representan las figuras, no suelen ser muy abundantes en la naturaleza. Los cristales bien desarrollados son valiosos documentos de la prodigiosidad de la naturaleza, muy buscados por los mineralogistas. Cada país conserva cuida-

dosamente en los museos de Historia Natural los mejores cristales de minerales hallados en su suelo. En la Argentina el Museo Nacional de Historia Natural «Bernardino Rivadavia» y el de la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, ambos en Buenos Aires, el Museo de La Plata y el de la Universidad Nacional de Córdoba, son los que poseen dichos materiales por lo cual se recomienda visitarlos.

Con el experimento de la salmuera y su evaporación hasta la formación de cristales de sal común, hemos reproducido artificialmente lo que la naturaleza hace desde tiempo inmemorial en gran escala. Muchos minerales cristalizados se han formado de manera análoga a la de la sal común; en cambio, hay otros que son de origen distinto y muy variado. El proceso más importante, es la cristalización de minerales por el enfriamiento de una masa ígnea-líquida de alta temperatura, que surgió de la profundidad de la costra terrestre, una masa que se llama **magma** y que tiene el nombre de **lava** cuando llega a salir a flor de tierra desde el interior de los volcanes. El granito por ejemplo, es una roca de consolidación magmática y sus componentes mica, feldespato y cuarzo, han cristalizado directamente de un estado de fusión, pero no en la superficie, sino a gran profundidad, donde el enfriamiento ha sido lento y con tiempo suficiente para que se formara el agregado cristalino-granuloso de sus componentes.

Pero la propiedad de formar cristales no es exclusiva de los minerales; es una particularidad general de la materia. Numerosas substancias producidas por el hombre en sus laboratorios y establecimientos químicos, se pueden obtener en estado cristalizado, a veces con gran nitidez en sus formas.

Ejemplos nos dan la **soda** para lavar y el **azúcar**. Cada grano de azúcar es un pequeño cristal, tal vez algo borrado en sus contornos por efecto de la humedad. Un cristal perfecto de azúcar tiene el aspecto de la figura 12.

Pero los cristales más bonitos que se pueden obtener artificialmente son los de **vitriolo** o **sulfato de cobre** (1). Su aspecto da la figura 13.

A los minerales cristalizados pertenece también la mayoría de las piedras preciosas. Pero las facetas que lucen éstas, no son las caras cristalográficas de su estado natural, sino facetas que el lapidario ha cortado en ubicación

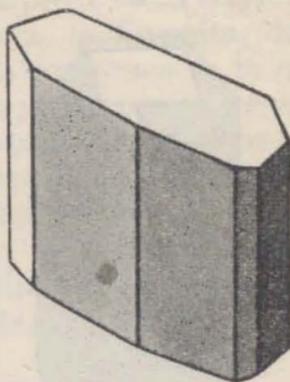


Fig. 13. — Cristal de sulfato de cobre o vitriolo de cobre, como se lo obtiene por la evaporación de una solución de esta sustancia. A veces se encuentran en la naturaleza, como mineral **chalcantita**, p. e. en las minas de cobre de Las Capillitas, en Catamarca.

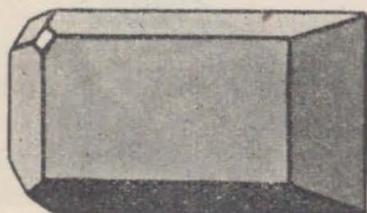


Fig. 12. — Cristal de azúcar. Ejemplo de una sustancia cristalizada que no pertenece al reino mineral.

simétrica y luego pulido con mucho artificio para realzar el noble juego de la luz reflejada en la superficie y en el interior de la piedra.

Se observa con frecuencia en numerosas especies minerales que se juntan dos o más individuos de cristales en

(1) Se puede obtener estos cristales de gran perfección y de tamaño de varios centímetros de la manera siguiente: en un vaso conteniendo una solución concentrada de vitriolo de cobre, se cuelga un hilo de lana gruesa, atado en un palito colocado sobre el borde del recipiente. Dentro de pocos días aparecen los cristales azules y transparentes. Al sacarlos hay que secarlos inmediatamente con papel secante.

su crecimiento. A veces esta asociación es debido a una casualidad, pero se conocen muchos ejemplos en que este crecimiento sigue leyes determinadas que se repiten cada

vez en la misma forma disciplinada, estos son las **maclas** de los cristales. Las maclas pueden tener el aspecto más variado y característico para cada especie de mineral. La figura 14 da el aspecto de

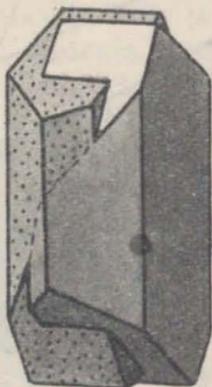


Fig. 14. — Macla de dos cristales de feldespato, muy frecuentes en los granitos. A veces se desprenden de la roca en disgregación como por ejemplo entre Rincón y La Pampa del Talita en San Luis.

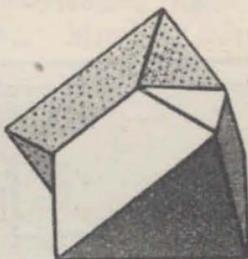


Fig. 15. — Macla de dos cristales de magnetita; son dos octaedros unidos en una cara cristalográfica.

una macla que se observa a menudo en el **feldespato**, mientras la figura 15 presenta una macla del mineral **magnetita**. En la página 122 se ve otro ejemplo más de una macla de **casiterita** (fig. 50).

Réstanos agregar todavía algunas palabras sobre las **seudomórfosis**. A menudo se encuentran minerales que presentan formas cristalográficas que no les corresponden sino con las de otra especie de mineral. Por ejemplo: en los lugares donde existen cristales de pirita de hierro y sobre todo en la superficie natural de la roca en la cual se encuentran, se ven cristales de una substancia pardusca,

oscura, mate, que tienen exactamente la misma forma cristalográfica como la pirita en la parte interior de la roca. El fenómeno es fácil de explicar; la pirita se ha convertido a la intemperie en otra substancia, la **limonita**, de tal manera que se han conservado los contornos de la pirita fresca. Lo que sucede con la pirita y la limonita, se repite con las modificaciones más variadas en numerosos otros minerales; siempre el mineral primordial ha desaparecido y el nuevo ocupa su lugar, aparentando entonces una forma que en realidad no le corresponde. Así se conocen pseudomorfosis de **limonita según calcita**, de **hematita según magnetita**, de **cuarzo según pirita**, etc.

Una substancia, sea natural, sea artificial, que no muestra ni el menor indicio de una cristalización, se llama un cuerpo **amorfo**. Más adelante describiremos algunos **minerales amorfos** (1); por el momento citaremos un producto artificial típicamente amorfo: el **vidrio**. El vidrio fino, llamado «cristal», del cual se suele hacer objetos artísticos y de lujo, es, como todo vidrio, una substancia amorfa y no tiene nada que ver con los cristales. La denominación comercial impropia proviene de cierta analogía que tiene esta clase de vidrio puro y claro con el cristal de roca.

(1) Estos minerales son: el ópalo, la limonita, el psilomelano.

CAPÍTULO IX

La Calcita.

La **calcita**, llamada también **espató de cal**, es uno de los minerales más frecuentes. En su desarrollo más perfecto, en cristales, se presenta bajo aspectos muy variados. En nuestro país abunda más la forma que damos en la figura 16. Los mineros han dado a estos cristales el nombre prosaico de «dientes de perro». La calcita cristalizada es incolora o amarillenta, transparente, a veces turbia en grado variable, y tiene un brillo vítreo marcado. Se la encuentra en forma de incrustaciones en las grietas de las canteras de piedra de cal.

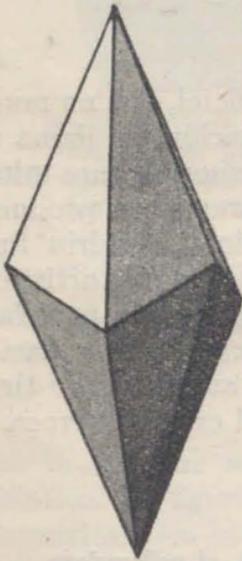


Fig. 16. — Cristal de calcita (escalenoedro). — La Yocquina, Sierra de Córdoba.

La calcita tiene una serie de propiedades, las cuales en su conjunto permiten reconocerla con facilidad.

La dureza es reducida, de grado 3; con la punta de un cortaplumas se la raya sin el menor esfuerzo. Es un mineral quebradizo, fácil de pulverizar, siendo el polvo y la raya siempre blancos, aún de las variedades coloreadas. La calcita es prácticamente insoluble en el agua, 100 litros disuelven solamente $1\frac{1}{2}$ gramos; pero se disuelve al descomponerse en muchos ácidos. Cuando se agrega a una astilla de calcita una gota de ácido clorhídrico, se produce

una efervescencia enérgica de burbujas de gas, denominado ácido carbónico, y dura el fenómeno hasta que la astilla ha desaparecido. Con este medio el naturalista reconoce con gran certeza partículas muy finas de calcita.

Otra propiedad típica de la calcita es su clivaje muy perfecto en tres rumbos distintos. Rompiendo un cristal, la fractura sigue siempre por estos planos de clivaje y es fácil obtener trocitos que están limitados enteramente por planos lisos. Como este cuerpo obtenido de esta manera, está siempre limitado por planos cuyo contorno forma un rombo, se lo llama **romboedro**, cuyo aspecto da la figura 17.

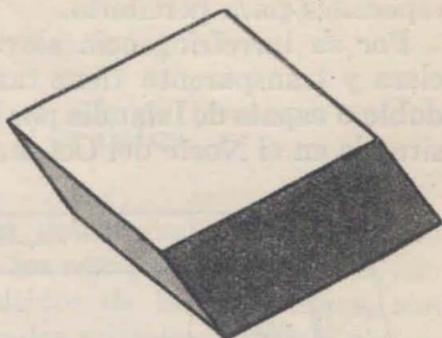


Fig. 17. — Romboedro, forma de clivaje característica de la calcita, que se puede obtener de todo cristal de este mineral, cualquiera que sean sus formas cristalográficas. También existen cristales de calcita que tienen originariamente esta forma de romboedro; se los ha encontrado en Malargüé en Mendoza.

Con tal romboedro de clivaje de una calcita bien transparente y que no sea demasiado pequeño, podemos hacer un experimento muy llamativo. Si lo colocamos encima de un papel impreso o con cualquier dibujo o escritura, y miramos a través de la calcita, la escritura aparece **doble**. Una idea de este fenómeno da la figura 18. Haciendo girar la calcita sobre el papel alrededor de sí mismo, se nota que una de las dos escrituras queda en su lugar, mientras la otra gira alrededor de la primera. Este fenómeno se llama la **refringencia doble** o **birrefringencia**, porque cada rayo de luz que atraviesa el cristal de calcita, se divide en dos, dando dos imágenes del mismo objeto.

La calcita no es el único mineral birrefringente que se conoce; al contrario, la mayoría de las sustancias cristalizadas transparentes, lo son también, por el ejemplo el

cuarzo, el feldespato, la mica, pero no la sal común. Sin embargo, el fenómeno muy raras veces es tan acentuado como en el caso de la calcita y se necesita disposiciones especiales para percibirlo.

Por su birrefringencia elevada, la variedad de calcita clara y transparente tiene también el nombre de **espato, doble** o **espato de Islandia** por haber sido la isla de Islandia, situada en el Norte del Océano Atlántico, donde se encon-

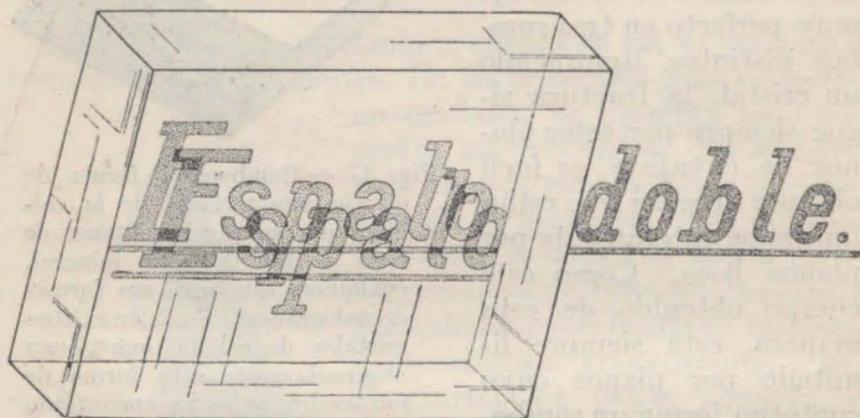


Fig. 18. — Efecto de la birrefringencia o doble refringencia de un trozo de clivaje de calcita transparente, llamado también espato doble o espato de Islandia.

traron los ejemplares más grandes y transparentes, hasta que se han agotado estos yacimientos hace pocos años. En la República Argentina el espato doble no es escaso, al contrario, se encuentran trozos hermosos en las canteras de cal de **La Yoccina, La Calera, Mendiolaza, El Sauce**, lugares situados en las proximidades de la ciudad de Córdoba.

El espato doble, bien transparente y libre de toda inclusión y de rajaduras, es un material indispensable en la fabricación de ciertos instrumentos ópticos que usan los químicos, médicos y los mineralogistas. En cambio, los ejemplares turbios y semitransparentes de calcita carecen de todo valor industrial.

CAPÍTULO X

El Mármol y la Caliza.

Mientras los cristales bien desarrollados de calcita no suelen ser muy abundantes, los agregados de calcita, sin contornos cristalográficos nítidos de los individuos, son muy frecuentes. Tales agregados cristalino-granulosos forman una roca, el **mármol**, cuyo componente casi exclusivo es la calcita. El brillo titilante de la fractura de un trozo de mármol, proviene de los pequeños planos de clivaje de los innumerables cristalitos que lo componen. Estos cristales son siempre turbios, blanco-lechosos, rosados, parduscos, gris. Las variedades más buscadas de mármol son blancas o ligeramente amarillentas, el apreciado color marfil. El tamaño de los granos de mármol varía desde alrededor de un centímetro hasta partículas mínimas, distinguiéndose en la práctica el grano grueso, mediano y fino. Un buen mármol debe ser de grano uniforme, coherente, libre de grietas y rajaduras y debe aceptar el pulimento con facilidad. Las clases más apreciadas son de grano fino, translúcidas en las aristas y en pequeñas astillas. Tales mármoles dan el material para estatuas y otros objetos de escultura, mientras las variedades menos translúcidas y los mármoles veteados y de diferentes colores, que a veces contienen otros minerales además de la calcita, son empleados para zócalos, columnas y revestimientos de paredes y otros fines de arte aplicada.

El mármol es una roca que se encuentra en algunas partes del mundo en calidad inmejorable y cantidad inagotable, formando a veces cerros enteros como los que dan lugar a las famosas canteras de **Carrara** en Italia, del **Pentélico** y de la isla **Paros** en Grecia. Las famosas obras

de escultura y de arquitectura que nos han legado los tiempos antiguos de Grecia y del Imperio Romano, han sido posibles por el motivo que aquellos países no solamente producían los artistas, sino que además estos tenían a mano el material adecuado para sus obras encantadoras.

Y todavía en la actualidad, las canteras de Carrara mandan sus mármoles blancos a todas partes del mundo, inclusive la Argentina, donde el consumo de esta roca en todas sus aplicaciones es considerable. En nuestro país la explotación del mármol, como material de adorno y de construcción, está recién en los principios. De una cantera en **Mal Paso**, a pocos kilómetros de Córdoba, se ha sacado los mármoles para el revestimiento del Palacio del Congreso en Buenos Aires. Varios otros yacimientos han sido descubiertos, especialmente en la Sierra de Córdoba, donde el mármol se encuentra en bancos intercalados entre otras rocas. Así existe por ejemplo en **Quilpo**, cerca de Cruz del Eje, un yacimiento extenso de un hermoso mármol blanco translúcido, el cual se ha iniciado de explotar.

No podemos dejar el capítulo sobre el mármol sin mencionar una variedad particular de esta roca, el **mármol ónix**. Este es de color verdoso claro, uniforme o con nubes de tintes más oscuros y de una translucidez marcada. En estado bruto es una roca finamente granulosa o fibrosa, pero tal estructura desaparece por completo al pulirlo, y es entonces cuando luce toda su belleza. Se utiliza el mármol ónix para objetos de adorno artístico, como soportes para relojes, tinteros, etc., y también para mesas y revestimientos de lujo. Este material noble, tan escaso en otras partes del mundo, es un producto típico del suelo argentino y se lo explota y exporta en cantidades considerables. Existen yacimientos de mármol ónix en la provincia de **Salta**, otro en el departamento San Rafael en **Mendoza**, pero la cantera más famosa queda a poca distancia de **La Toma** en **San Luis**. El Museo de la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología en Buenos Aires, guarda dos bloques enormes, labrados y pulidos, de esta

procedencia, que sin exageración ninguna se pueden considerar como únicos en el mundo.

El mármol, el agregado cristalino-granuloso de individuos de calcita, es solamente una variedad de una clase de roca mucho más distribuída en la naturaleza, la **caliza**, también llamado **calcáreo**. La caliza se compone también de cristales de calcita; pero estos son tan pequeños que no se los puede distinguir más a simple vista y se necesita la ayuda de un microscopio. La caliza es una roca **compacta**, el mármol es una roca **granulosa**. La abundancia de pequeñísimas inclusiones de otros minerales produce en los calcáreos los colores amarillentos, grises, azulados, parduscos hasta negro. La translucidez en las aristas del mármol ha desaparecido en la caliza y el brillo reluciente de aquella roca está sustituido por un aspecto mate apagado. Pero con una gota de ácido que produce una efervescencia viva del gas ácido carbónico, se reconoce en seguida que la caliza se compone esencialmente de calcita. La caliza se pule a veces tan bien como el mármol; pero sus colores no suelen ser tan llamativos y la abundancia de grietas e impurezas impiden en la mayoría de los casos su aplicación como material de adorno arquitectónico y de escultura. Sin embargo, existen variedades de calizas abigarradas, veteadas, flameadas o con dibujos particulares que muy bien se prestan en estado pulido para revestimientos, columnas, etc. Un ejemplo tenemos en la caliza amarillenta de las **Sierras Bayas** en la Provincia de Buenos Aires, que se ve como zócalos, revestimiento de zaguanes, etc., en tantos edificios en Buenos Aires y otras ciudades del litoral (1). En el comercio se llaman tales calizas también mármoles, sin tomar en consideración la definición más concreta que da la ciencia. Se llama pues mármol a cual-

(1) En realidad este material es una **dolomita**, una roca que pertenece también a la familia de los calcáreos, pero es algo distinta en su composición química; el ácido clorhídrico en frío no produce efervescencia o es muy poca.

quier variedad fina de una caliza aplicable para fines de adorno. O en otras palabras: la diferencia que se hace en la vida práctica entre mármol y caliza, es más bien de orden estético, que una distinción petrográfica científica.

En la naturaleza la caliza forma bancos gruesos, horizontales o inclinados, que tanto se hallan en algunas regiones de poco relieve como en las serranías altas de la Cordillera. Entre los numerosos lugares podemos citar las **Sierras Bayas, Olavarría y Azul** en la Provincia de Buenos Aires, la **Sierra de Córdoba** con sus abundantes yacimientos de caliza y mármoles impuros, la **Sierra de Guasayán** en **Santiago del Estero**, y los inmensos afloramientos de las regiones serranas de **Salta, Jujuy, San Juan, Mendoza y del Neuquén**.

La caliza es una roca de aplicación de primera importancia. Fuera de su uso como piedra para edificaciones y su múltiple aplicación en la química industrial, como en la fabricación de la soda cristal y del vidrio, la caliza da la materia prima para un producto de una industria floreciente en la Argentina: la **cal**. Las clases de caliza que se prestan especialmente bien para este objeto, se denominan también **piedra de cal**. En hornos grandes se somete sus bloques a una cocción por la combustión de capas de leña intercaladas. Durante este proceso, la caliza, es decir, la calcita que la compone, se altera y resulta un producto, la **cal quemada** o **cal viva**, que en su aspecto se distingue a veces muy poco de los trozos de caliza natural. Agregando agua a la cal viva, los trozos se deshacen bajo la producción de calor hasta la ebullición del agua. Resulta finalmente una pasta blanca semi-líquida, la **cal apagada**, Mezclada ésta con arena, se obtiene el **mortero**, que tiene la propiedad de endurecer dentro de pocos días hasta semanas, dando así la resistencia necesaria a las construcciones hechas de ladrillos y cementadas por él.

La industria de la cal, la explotación de la caliza en canteras y su elaboración en cal quemada, se ha desarrollado en muchos puntos de la Argentina, donde abunda la materia prima de excelente calidad y donde las condiciones

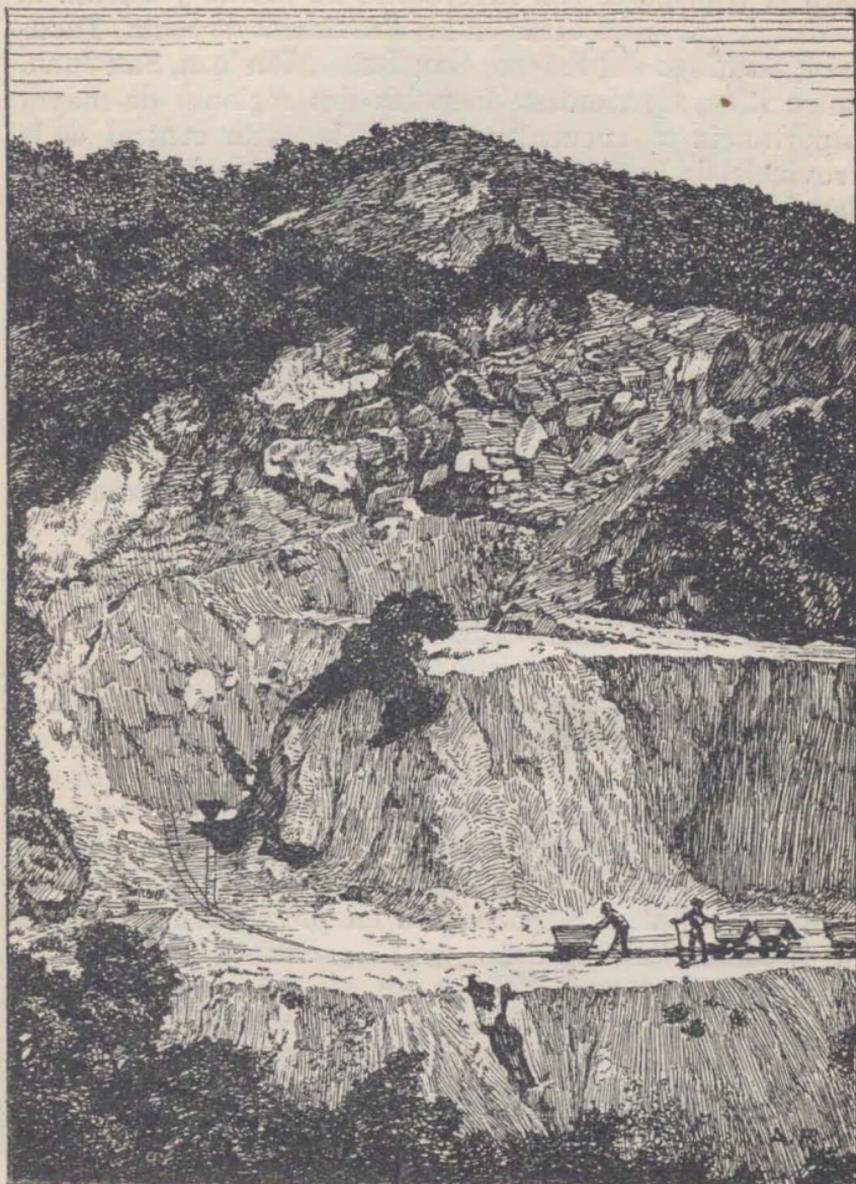


Fig. 19. — Cantera de piedra de cal «El Sauce», en la falda Este de la Sierra de Córdoba. (Según fotografía del doctor J. Olsacher)

para el transporte son favorables. Se extrae y quema la piedra de cal entre otras en las Provincias de **Salta, Tucumán, Santiago del Estero, San Luis, Mendoza, San Juan, Entre Ríos, Corrientes**. Pero las dos regiones de mayor importancia se encuentran una en la parte central de la Provincia de Buenos Aires, en **Azul, San Jacinto, Sierras Bayas**, etc., y la otra es la parte Este de la Sierra de Córdoba, siendo de recordar entre los numerosos lugares, solamente los de **Malagueño, La Yoccina, La Calera, Valle Hermoso y El Sauce**. En la figura 19 se ve una cantera de piedra de cal, mientras la figura 20 da una idea de un horno de cal.

Hablando de la caliza y de su producto, la cal, tenemos que mencionar otra industria todavía cuya base es también la caliza: me refiero a la fabricación del **cemento**. Este producto, mezclado con agua, tiene la propiedad de endurecer formando una masa pétreo no solamente al aire, sino también dentro del agua, cualidad que además se encuentra en algunas variedades de cal, las **cales hidráulicas**, pero no en grado tan perfecto como lo manifiesta el cemento. Se lo emplea para hacer piletas, caños, pilares, en la fabricación de mosaicos y sobre todo en las obras de construcción por ejemplo para el «cemento armado» donde se requiere un material más compacto, duro y resistente que la cal. Para la elaboración del cemento se necesita además de la caliza, la substancia **arcilla**, si ésta no se encuentra en proporción suficiente en la caliza misma, como en la caliza de **Portland** en Inglaterra, donde se fabrica un cemento especialmente apreciado. Como la fabricación de cemento exige instalaciones costosas y técnicos especialistas, esta industria se ha implantado en la Argentina recién en los últimos decenios, contando hoy con establecimientos en los alrededores de **Tucumán** y de **Córdoba**, y sobre todo en **Sierras Bayas** en la Provincia de Buenos Aires, que producen cementos de excelente calidad para el consumo nacional, cada día más creciente. La figura 21 da una vista de la fábrica de cemento en Sierras Bayas.

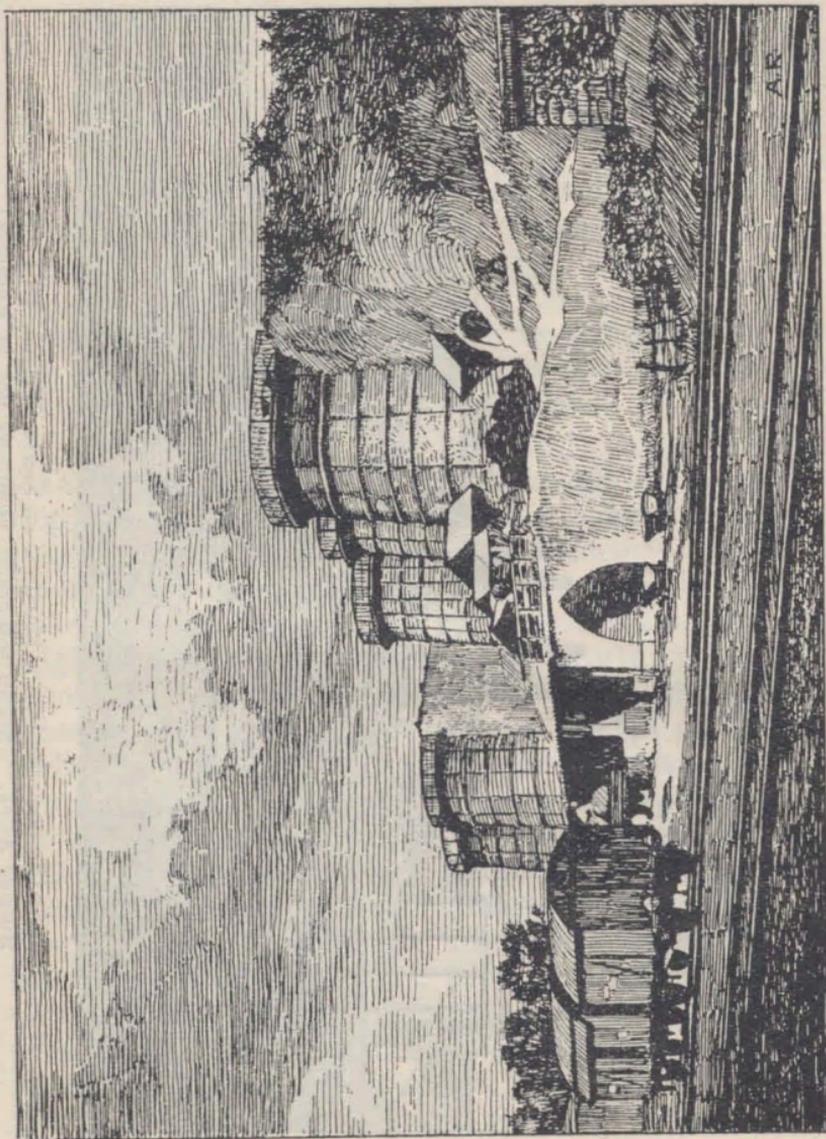


Fig. 20. — Hornos de cal en Córdoba.

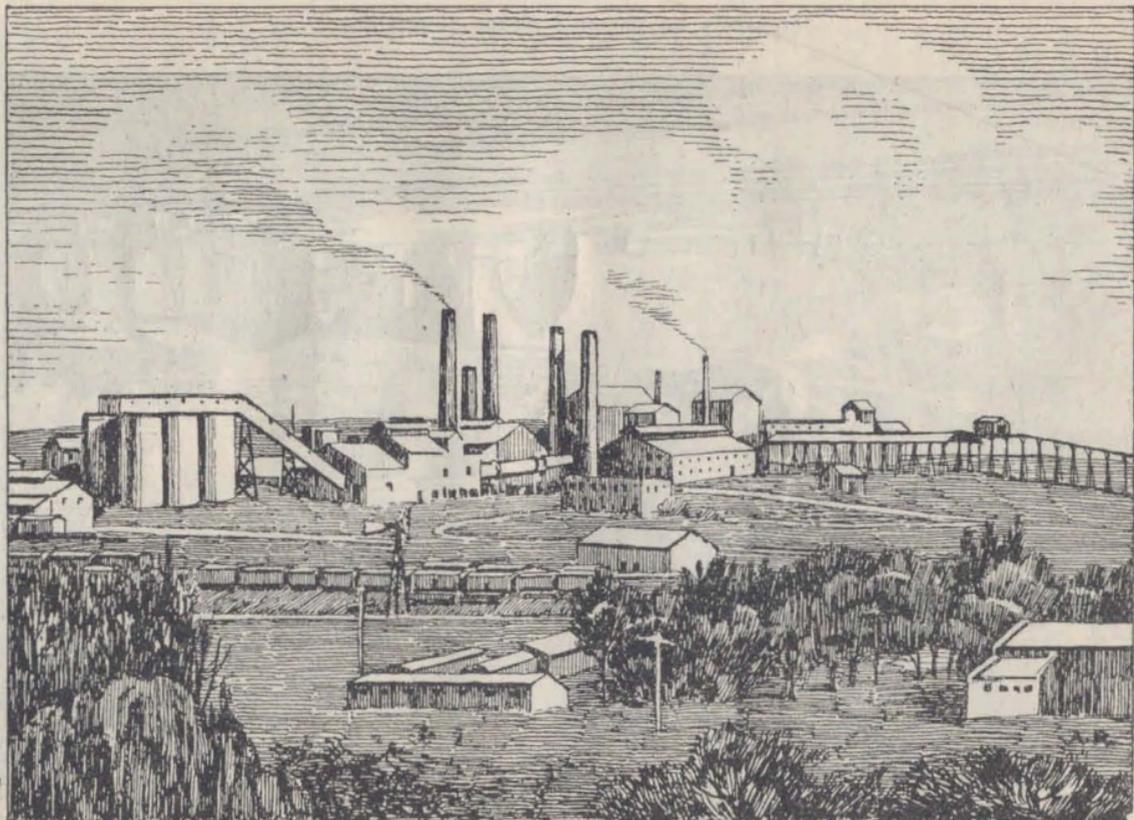


Fig. 21. — Fábrica de cemento «San Martín», en Sierras Bayas, F. C. S., Provincia de Buenos Aires. (Según fotografía facilitada por la Empresa).

CAPÍTULO XI

Otras variedades de la caliza: la Piedra litográfica, la Caliza de ostras, la Creta, la Travertina, la Tosca.

Existe en la naturaleza una serie de variedades de caliza que por su aplicación industrial o su gran distribución en ciertas regiones merecen ser conocidas.

La piedra litográfica es un calcáreo que se distingue por el grano extremadamente fino y microscópico de sus componentes, los cristalitos de calcita. Además, una buena piedra litográfica no debe llevar ni las más mínimas inclusiones, grietas y manchas, y ha de presentarse en bancos delgados o lajas que posibiliten un recorte fácil. El color poco influye, pues hay variedades amarillentas, bayas, azuladas, grises; las más apreciadas son las primeras. Se podrá pensar que tales condiciones se encuentren reunidas con frecuencia y sin embargo no es así, porque calizas tan compactas y uniformes son muy escasas. La cantera más famosa por sus productos y que satisface casi toda la demanda universal, es la de **Solnhofen** en Baviera. Piedras litográficas se conocen en nuestro continente de **San Estanislao** en el **Paraguay**, pero la dificultad de transporte ha impedido todavía su explotación.

Se emplea la piedra litográfica para reproducir toda clase de dibujos y documentos caligráficos. Sobre una plancha bien lisa de esta roca, se dibuja o escribe, en dirección inversa, con cierta tinta; luego se pasa encima un rollo impregnado con tinta de imprenta, y resulta que solamente el dibujo o la escritura la absorbe, mientras la piedra lisa la rechaza. Así preparada, se coloca

un papel encima de la piedra y haciéndola pasar por la imprenta se obtiene la reproducción. Aunque hoy en día hay procedimientos gráficos más simplificados en los detalles, la antigua litografía y fotolitografía, es decir reproducción mecánica de una fotografía, mantiene su posición en cuanto se refiere a trabajos artísticos como ilustración de obras, diplomas, tarjetas de visita, etc.

La caliza de ostras se compone de fragmentos de cáscaras de ostras, conchas o caracoles que en épocas lejanas habían sido arrastradas y acumuladas por las olas en la costa de un mar y que en el transcurso del tiempo llegaron a cementarse y formar una masa cavernosa, pero firme.

Examinando la roca bajo el microscopio o en el laboratorio químico, se nota que todos estos fragmentos de cáscaras de animales se componen de calcita, la roca es por consecuencia una caliza, en este caso especial una caliza de ostras. Bancos potentes de ella afloran en las barrancas del Río Paraná en la provincia de **Entre Ríos**, donde se explota en numerosas canteras para la fabricación de la cal. Calizas muy parecidas existen en los alrededores de **Comodoro Rivadavia** y otros puntos del **Chubut** y de **Santa Cruz**.

Cuando las costras calcáreas de animales acuáticos han sido depositadas en una época menos lejana, entonces la cementación, el endurecimiento en una roca coherente, no ha tenido lugar todavía y todo el material queda suelto. Tales depósitos se llaman **conchillas**; son muy frecuentes en la orilla del **Río de la Plata** en la cercanía de la ciudad de **La Plata** y más hacia el Sureste en **Magdalena**; también fueron encontradas capas de conchilla en el subsuelo de la ciudad de **Buenos Aires** (Belgrano). Antiguamente se aprovechaba este material para quemar cal, hoy en día se lo usa como granza para caminos, paseos y jardines.

La creta. — La creta es una roca calcárea blanca de poca consistencia, casi terrosa, que tiñe fácilmente los dedos con un polvo blanco. Desmenuzándola y observando

el polvo bajo el microscopio, se nota que se compone de innumerables cáscaras de pequeños organismos, que la ciencia ha reconocido como pertenecientes a animales marinos. Tendremos pues un caso análogo a la caliza de ostras, solamente que los fragmentos calcáreos son de otras especies y de tamaño microscópico.

El uso más conocido de la creta es su aplicación, en forma de varillas cortadas de la roca natural, como **tiza** para escribir sobre pizarrones, aunque hoy en día se sustituye muy a menudo la tiza de creta por un producto artificial, hecho de yeso en moldes redondos, pero este material es fácil de distinguir porque no produce efervescencia con los ácidos. En estado de polvo finísimo, obtenido por una molienda y lavaje con agua para eliminar todas las partículas duras de impureza, como por ejemplo granos aislados de cuarzo, se utiliza la creta para preparar pinturas blancas; para limpiar y pulir metales, aplicándola en estado de polvos, pastas o flúidos preparados; para hacer masilla y como componente de dentífricos y numerosas aplicaciones más en la industria química.

No se conoce en la Argentina yacimientos de creta suficientemente pura para servir en la industria, en cambio abundan los yacimientos en el Norte de **Francia** y de **Alemania** y en el Sud de **Inglaterra**.

Las estalactitas. — Esta variedad de caliza merece la atención sobre todo por el hecho de ser una de las pocas rocas que se forman casi a la vista del hombre, permitiéndole echar un vistazo al gran laboratorio que es la naturaleza. En varias regiones montañosas de la República Argentina existen grutas y cuevas naturales que se profundizan en los cerros, a distancia a veces de muchos metros. Como en el interior de las montañas circula siempre una pequeña cantidad de agua por las grietas y hendiduras, infiltrada desde la superficie, observamos que en el techo de estas cuevas se adhieren con frecuencia gotas de agua, que caen de vez en cuando al suelo o evaporan lentamente. Esta agua contiene a menudo un poco de

calcita disuelta, sobre todo cuando la montaña abarca bancos de caliza. Aunque la cantidad de calcita contenida en una gota sea ínfima, apenas perceptible, queda como residuo cuando la gota de agua se evapora. Y luego sigue otra gota que deja otro vestigio de calcita y así continúa y se repite el fenómeno, días, semanas, meses, años y

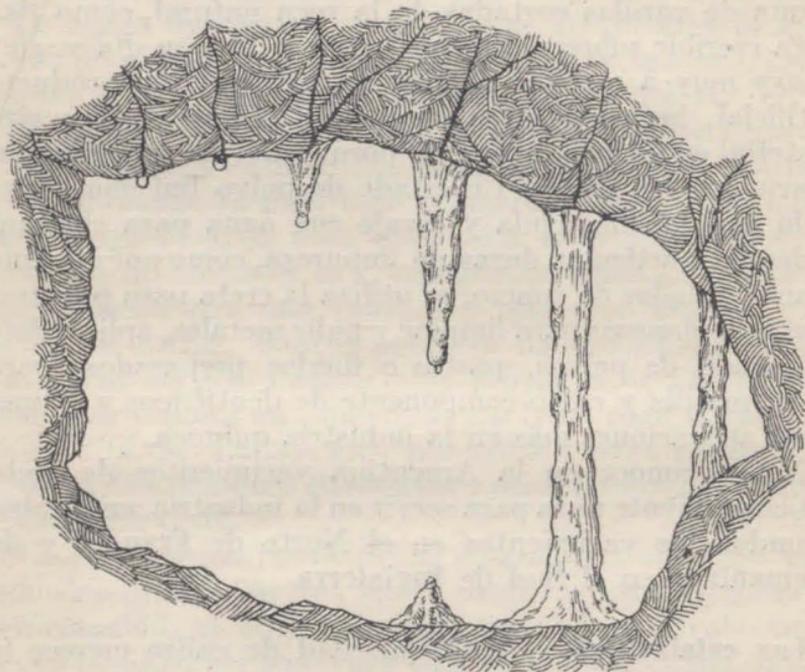


Fig. 22. — Formación de las estalactitas en una cueva.

siglos, y la cantidad de calcita aumenta, forma al principio una prominencia suave de calcita, luego un botoncito, después una espiga colgante del techo de la gruta, lo que se llama una **estalactita** (véase la fig. 22). Estas estalactitas pueden alcanzar un largo de varios metros, tocar al suelo y aparentar una columna, transformando la gruta en un paraje pintoresco que recuerdan cuentos de hadas.

Una gruta con estalactitas muy bonitas existía en la cercanía de **La Falda**, en la Sierra de **Córdoba**; pero es de lamentar que los visitantes hayan destruido las partes más características, en vez de contribuir a su conservación como lo hará el lector de este libro.

La travertina. — Cuando la precipitación de la calcita sucede en la superficie, al salir las aguas de vertientes del interior de la tierra, se forma una roca calcárea, la travertina, en forma de bancos horizontales en vez de las estalactitas colgantes; estos depósitos alcanzan en muchos lugares gran espesor. La travertina es una caliza porosa que muy a menudo presenta impresiones o moldes de restos de plantas como hojas, tallos, etc., que han vivido en la cercanía de la vertiente petrificadora. En la Argentina se conocen numerosos depósitos de travertina, sobre todo en la región de los **Andes**, sin que falten en las Sierras de **Córdoba** y **San Luis**. Ciertas travertinas dan un excelente material de construcción, las de mayor renombre se encuentran en los alrededores de **Roma** en Italia; la famosa iglesia de San Pedro fué construída con esta variedad de calcáreo.

La tosca. — Esta última variedad de caliza que vamos a describir, está muy distribuída en ciertas partes llanas de la República Argentina. La palabra «tosca» es de origen porteño, pues figura en los mapas más antiguos de la ciudad de **Buenos Aires**, para denominar las formaciones pétreas que asoman en la orilla del Río de la Plata. La tosca es una roca calcárea de color amarillento-pardusco, que se presenta bajo un aspecto muy variado. Forma a veces nódulos sueltos de volumen variable, desde el tamaño de la cabeza de un alfiler hasta la de una persona, con contornos irregulares, a veces cavernoso; nódulos que se hallan diseminados en el subsuelo terroso de nuestras llanuras. En numerosos lugares, esta tosca es tan abundante que alcanza a producir una capa continua dentro de la tierra. Se puede observar estas formaciones en casi

todas las barrancas de los ríos y arroyos de las provincias de **Buenos Aires** y de **Santa Fe**. En algunos lugares de la provincia de Buenos Aires, por ejemplo, en el departamento **Adolfo Alsina**, la tosca, en forma de roca cavernosa, asoma a la superficie, en barrancas hasta de 20 metros de altura.

La formación de la tosca se explica de una manera parecida a la de las estalactitas. Las aguas que circulan en los terrenos terrosos llevan una pequeña cantidad de calcita en disolución. Durante las épocas secas del año, una parte de esta agua sube hacia la superficie y como la calcita es muy poco soluble, ésta se precipita cuando la concentración es suficiente y antes que el resto del agua haya llegado a flor de tierra, donde se evapora rápidamente.

La tosca es una caliza muy impura; se la emplea a veces para la fabricación de cal para uso local y como material de construcción y de balasto.

Hemos terminado los capítulos sobre la calcita y las rocas compuestas por ella. Nos da este mineral un buen ejemplo como el mismo mineral puede presentarse en la naturaleza bajo las formas más variadas, desde el apreciado y escaso espato doble, hasta la aglomeración impura de cristalitos microscópicos en la tosca, de aspecto poco atractivo y de reducido valor para la vida económica.

CAPÍTULO XII

El Yeso.

El yeso es como la calcita un mineral muy distribuido en la naturaleza, aunque no tanto como ésta. También se presenta bajo la forma más variada; conocemos el yeso en cristales bien desarrollados, en agrupaciones de cristales, en agregados cristalinos fibrosos y granulados, en masas compactas densas, a veces terrosas, hasta pulverulentas.

Los cristales sueltos de yeso con presentación de caras perfectas, son muy escasos en nuestro país; su aspecto lo da la figura 23. En cambio, son muy frecuentes los cristales de aspecto lenticular con las caras algo encurvadas, lo que raras veces se observa en cristales de otras sustancias. Un grupo de cristales de este tipo se ve en la figura 24.

Los cristales de yeso tienen un clivaje muy perfecto, casi tan marcado como la mica. Pero tales láminas de clivaje se distinguen bien de las de mica, porque estas últimas son, como sabemos, elásticas, mientras las de yeso son solamente **flexibles**, es decir, no vuelven a su posición inicial al plegarlas un poco.

La dureza del yeso es muy reducida, de grado 2, con la uña se alcanza a rayarlo, lo que no es factible en la mica.

Los cristales suelen ser incoloros hasta amarillentos, son transparentes, de lustre vítreo que cambia en anacorado sobre los planos de clivaje. Más abundante son los cristales turbios y semi-turbios, con inclusión de partículas finas de arena o materia terrosa que le dan un color pardusco. Los agregados granulados y compactos son gene-

ralmente blancos o blanquecinos, sin lustre marcado, pero con frecuencia translúcidos en grado variable. El yeso fibroso, compuesto de cristales aciculares paralelos, luce un brillo sedoso marcado. La raya es siempre blanca.

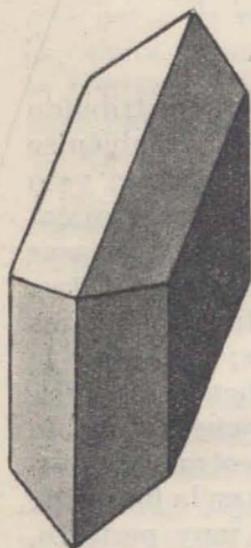


Fig. 23. — Cristal de yeso.

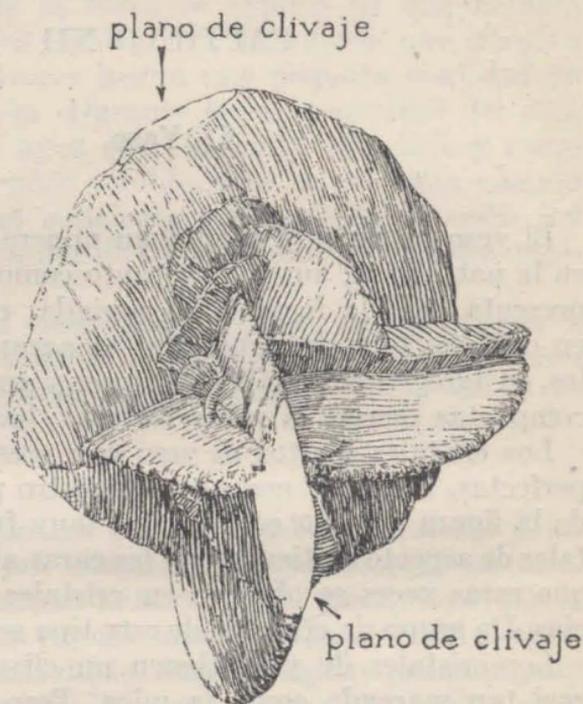


Fig. 24. — Grupo de cristales de yeso. Los cristales están desarrollados en forma de lentes y no muestran aristas ni planos nítidos de caras, salvo unos planos de clivaje, debido a una rotura. Tales agregados de cristales de yeso son característicos para la llanura pampeana. La muestra de la figura procede de Paso de Tierra sobre el Río Salado en San Luis.

En el fuego los cristales de yeso pierden rápidamente su translucidez y se ponen blancos y turbios. Los ácidos diluidos no lo atacan, lo que da un medio para distinguir el yeso de la calcita. Es poco soluble en el agua, pues un litro disuelve solamente $2 \frac{1}{2}$ gramos.

El yeso es un mineral de gran aplicación industrial. Las masas cristalinas, translúcidas, de color blanco o marfil, frecuentemente veteadas de diferentes colores, son conocidas bajo el nombre de **alabastro**, que es un rival del mármol y más fácil de trabajar que éste. En cambio es un material más quebradizo y no resiste a la intemperie, de manera que su aplicación queda restringida a los objetos de adorno artístico, como consolas, floreros, pantallas de luz, etc. Se reconoce fácilmente un objeto de alabastro de uno de mármol: al tocar el alabastro, o el yeso en general, este parece templado, mientras el mármol produce la sensación de frío.

Mucho más importante es la aplicación del yeso elaborado. Este mineral tiene la particularidad de desprender agua cuando se lo calienta con moderación sobre el fuego. El producto así obtenido en hornos especiales, parecidos a los hornos de cal, es un polvo blanco, el yeso del comercio. Agregándole agua forma al principio una pasta semi-líquida, que poco a poco se pone más espesa y finalmente endurece dentro de pocos minutos en una pasta pétreo que tiene otra vez las mismas propiedades físicas y químicas como el yeso natural. Se usa el yeso elaborado para moldes de diversos objetos, artísticos y científicos, para trabajos de estuco, reboques de paredes, copias de estatuas de mármol, para tizas en sustitución de la creta. En medicina se usa el yeso elaborado para vendajes y en la industria cerámica para la preparación de esmaltes.

El yeso, bajo todas sus formas, es un mineral sumamente distribuido en la República Argentina. Lo hallamos por ejemplo en agregados de cristales de todo tamaño, que llegan a veces hasta producir capas continuas dentro de las arenas y arcillas de la llanura pampeana, no bien vistos por su influencia nociva sobre las aguas subterráneas. Está distribuido en casi todas las provincias, sobre todo en **Santiago del Estero** y el Noroeste de **San Luis**. Bancos de yeso asoman además entre las capas de caliza de ostras en las barrancas del Río Paraná en **Entre Ríos** (Paraná, La Paz, Pueblo Brugo, El Brete), otros aflora-

mientos se conocen de la región del Aconcagua, en **Mendoza**, de **La Rioja**, **Tucumán**, **Salta**, del **Neuquén**, etc. Un yacimiento importante de un yeso granuloso y compacto, muy puro, asoma en **General Roca**, en el Río Negro, cuyo material se elabora desde muchos años. Otras canteras en explotación hay en las provincias de San Luis, Tucumán y Santiago del Estero. El alabastro, el yeso compacto translúcido, no se explota todavía, si bien el material de General Roca se prestaría para objetos artísticos (1). El productor más importante de alabastro, que abastece casi todo el mercado mundial, es la región de **Florenzia** y **Volterra** en **Italia**.

(1) En la iglesia de *Yaví* en Jujuy, que data de la época colonial, se han usado tablas grandes de un alabastro translúcido para las ventanas en sustituto del vidrio. El material había sido traído de las canteras de alabastro en el departamento de La Paz en Bolivia, donde se lo denomina «berenguela».

CAPÍTULO XIII

El Azufre.

Se encuentra el azufre bajo aspectos muy variados; se lo conoce bien cristalizado, formando grupos de numerosos individuos, en estado de agregados cristalinos pero también en masas compactas, terrosas hasta pulverulentas. Los cristales que tienen el aspecto que dan las figuras 25 y 26 no suelen ser muy frecuentes; en cambio, es fácil

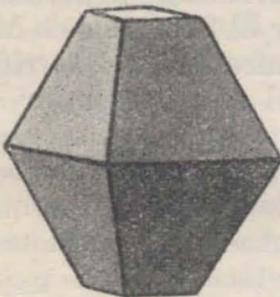


Fig. 25. — Cristal sencillito de azufre.

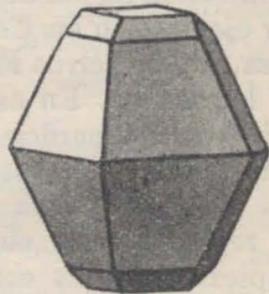


Fig. 26. — Cristal de azufre, más rico en caras cristalográficas.

obtenerlos artificialmente por la evaporación de una solución de azufre en cierto líquido (1), en forma análoga a la empleada para obtener cristales de sulfato de cobre, de sal común, etc. Los cristales de azufre son de color amarillo característico, transparentes, de lustre resinoso.

El clivaje es muy poco marcado y como el mineral es frágil, se rompe fácilmente en trozos con superficie conoidal y desigual. La dureza es reducida, de grado $2 \frac{1}{2}$,

(1) Este líquido es el sulfuro de carbono, inflamable.

raya al yeso y está rayado por la calcita. En forma de agregados compactos o terrosos la dureza es menor todavía y el color toma un matiz más pálido, hasta blanquecino-amarillento. La raya en la porcelana es siempre blanca, no es soluble en el agua, en cambio se disuelve algo en el petróleo.

El azufre es un mineral fácil de reconocer. Acercándolo a una llama se derrite en gotas que fácilmente prenden fuego, ardiendo luego con una pequeña llama azul y produciendo un olor penetrante y típico. Otra propiedad característica es, que un trozo de azufre friccionado sobre un paño, atrae pequeños recortes de papel, fenómeno eléctrico que es común en otras substancias como el lacre, la ebonita, el vidrio.

En la República Argentina se conoce el azufre especialmente en la región de los grandes volcanes de la cordillera, por ejemplo en los Cerros **Peteroa** y **El Sosneado** en **Mendoza**, en los cerros **El Tusgle** y **Azufreras** en el **Territorio de los Andes**. En estas regiones el azufre se ha precipitado en la superficie y en las grietas de la roca, de las exhalaciones de gases que han surgido del interior aquellos volcanes. Como la mayoría de estos lugares queda en regiones muy elevadas y apartadas, la explotación tropieza todavía con muchos obstáculos. Casi todo el azufre que se consume en el país en estado de polvo o de barras, proviene de **Sicilia** en Italia, donde se encuentran los yacimientos más importantes del mundo.

El azufre tiene la aplicación más diversa. Junto con el salitre y el carbón es uno de los tres componentes de la pólvora; en combinación con otras substancias se lo usa en la fabricación de los fósforos y fuegos artificiales; la tintorería lo emplea para blanquear lanas y sedas, y la industria química lo consume para la elaboración de la goma y de muchas drogas. La agricultura, la veterinaria y medicina emplean el polvo de azufre como desinfectante. Finalmente el azufre es un sustituto excelente del yeso para preparar moldes, sobre todo de medallas, que se destacan por la nitidez de sus detalles y la mayor solidez.

CAPÍTULO XIV

El Caolín y la Arcilla.

Con la palabra **caolín** o **tierra de porcelana** se denomina un mineral terroso-pulverulento, de color blanco y de tacto seco, que se revela bajo los aumentos fuertes del microscopio, como compuesto por finísimos cristalitos tabulares.

Pero la misma substancia química existe también en estado amorfo, no-cristalizado, lo que constituye la **arcilla**, substancia que suele presentarse en masas compactas blandas, pero de cierta consistencia, formando bancos a veces muy espesos y extensos.

El caolín y la arcilla tienen algunas propiedades muy particulares que no se repiten en ningún otro mineral común. Recordemos primero la absorción intensa del agua, que transforma estas substancias, sobre todo la arcilla, en una masa coherente plástica que toma todas las formas que se le den entre los dedos o con herramientas (1). Aumentando todavía la cantidad de agua, la coherencia se pierde poco a poco y resulta un barro impalpable, turbio y líquido. Al evaporarse el agua, la arcilla adquiere otra vez su consistencia y toma el aspecto de una costra o de un bloque, atravesado por mayor o menor cantidad de grietas de contracción.

La arcilla es de poca dureza, se la raya, raspa y desmenuza con la uña; friccionándola con ésta se pule rápi-

(1) La *plastilina*, una substancia roja o gris, muy plástica, usada para modelar, tanto en los establecimientos de enseñanza como en los talleres de artistas, es una arcilla mezclada con varios ingredientes que impiden que se seque o se encoja.

damente y adquiere un brillo intenso. Es éste el mejor medio para reconocer esta substancia, además del olor característico, **olor de arcilla**, que se nota al soplar el aliento encima de la muestra. Trozos chicos, secos, se adhieren a la lengua y es otro carácter para identificar la arcilla.

La arcilla pura es también blanca como el caolín, pero son más abundantes las arcillas con impurezas, que consisten en substancias ferruginosas o restos orgánicos, produciendo una escala amplia de colores, como amarillento, rojizo, pardusco, grisáceo, gris-azulado y hasta negro. Muy frecuente es una mezcla con arena fina, la **arcilla arenosa**; si predomina la arena, tendremos la **arena arcillosa**. En el caso en que la arcilla contenga partículas finas de calcita, la substancia se denomina **marga**.

El origen del caolín y de la arcilla es casi el mismo; ambas substancias son productos de la descomposición de los feldespatos. Pero mientras el caolín ha quedado en su lugar de origen o ha sido arrastrado de allí solamente a poca distancia, la arcilla se ha formado de los feldespatos que fueron triturados y atacados por las aguas de los ríos y arroyos que los conducían de las serranías a la llanura. Esta arcilla suele recorrer largas distancias, antes de depositarse en capas en el fondo de lagunas o del océano.

En la República Argentina tenemos ejemplos de yacimientos de ambas materias, el caolín y la arcilla. Conocemos muy extensos depósitos de caolín en la falda Oeste de la **Sierra de Ambato** en **Catamarca**; los más conocidos quedan en los alrededores de **Siján**, **Mutquín** y **Pomán**. Es un caolín muy blanco, formado de los feldespatos de un granito, bajo la influencia de soluciones o vapores que surgieron a lo largo de una grieta longitudinal, al pie de la montaña. Este caolín está mezclado todavía con el cuarzo y algo de mica no alterada; pero es fácil eliminar estos minerales por un lavaje. Otro yacimiento muy extenso de la misma clase de caolín, se conoce de **Los Sauces**, a pocos kilómetros al Oeste de la ciudad de **La Rioja**. Menos extensos, o de calidad más inferior, son los depósitos co-

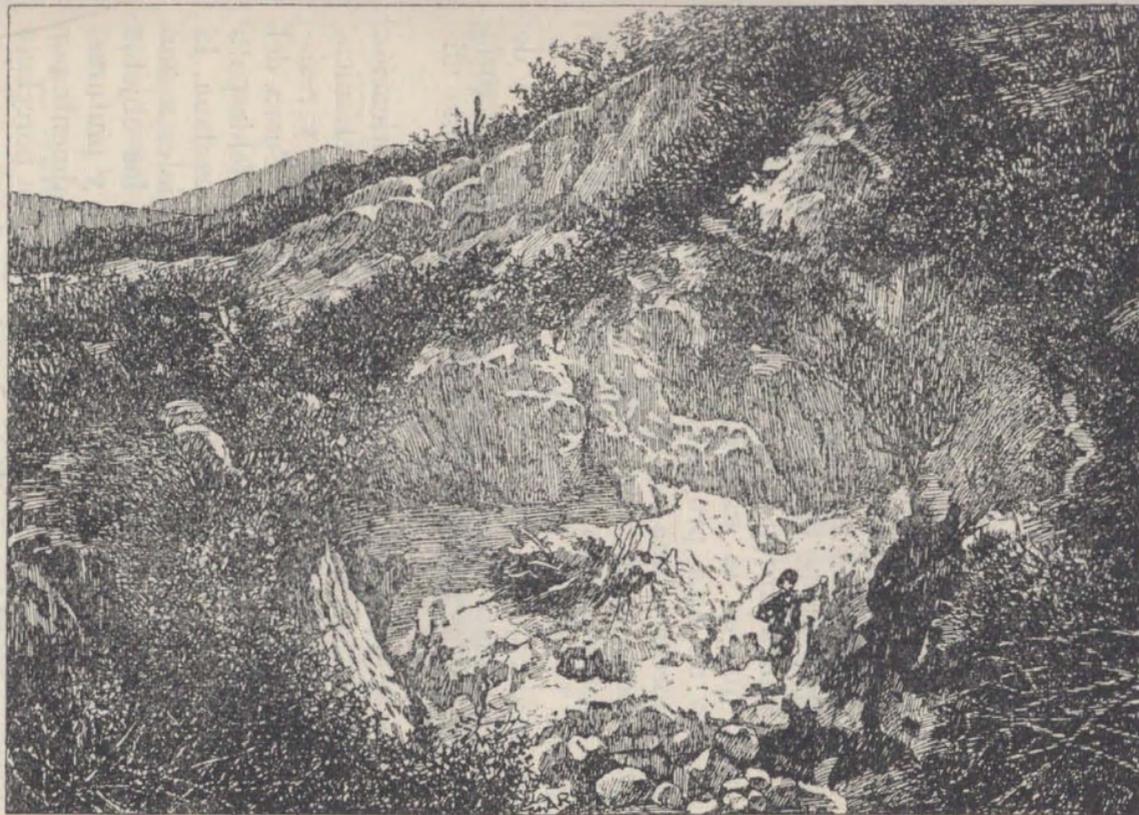


Fig. 27. — Yacimiento de caolín o tierra de porcelana en Mutquín, Departamento Pomán, Provincia de Catamarca. (Según fotografía de R. Beder).

nocidos de la Sierra de **Córdoba**, de **San Luis**, de **Mendoza**, etc.

Mucho más frecuentes y extensos son los yacimientos de arcilla que se suelen hallar a cierta distancia de las serranías, por ejemplo, en las depresiones de las lagunas de la región pampeana y en los terrenos inundables del Río Paraná. Un depósito de arcilla blanca está señalado al Norte de **Plaza Huincul** en el Neuquén.

La arcilla juega un papel importantísimo en la naturaleza; una vez saturada con agua, es impermeable para ésta, de manera que una capa de arcilla impide que el agua se infiltre hacia la profundidad. Así las napas de agua subterránea corren todas encima de un estrato impermeable, que en la mayoría de los casos es arcilla. Se hace uso de esta propiedad cuando se desea construir una represa o una laguna artificial; se pone arcilla en el hoyo, se la moja y deja pisar por caballos, luego se llena la depresión con agua la cual no disminuirá por infiltración. (Véase la figura 28).

Pasando al capítulo sobre la aplicación del caolín y de la arcilla, podemos decir que pertenecen a la categoría de las sustancias más útiles que nos ofrece el reino mineral.

El **caolín** es la materia prima esencial para la fabricación de la porcelana, el producto más noble del arte cerámica, gracias a su translucidez, su dureza, tenacidad y resistencia a los cambios bruscos de temperatura. Fuera del caolín, se necesita todavía cierta proporción de feldespato y de cuarzo, para preparar la masa de la porcelana, la cual, ya modelada, se cuece en hornos especiales a una temperatura elevada. Finalmente se cubren los objetos con un esmalte blanco y con adornos, filetes y pinturas, todos de sustancias minerales, que se fijan finalmente por otra cocción en los hornos. La fabricación de la porcelana se conoce en la **China** desde hace más de 2.000 años; en Europa se descubrió su composición recién en 1709 en **Sajonia**. A consecuencia del descubrimiento de **BOETTGER** fué instalada en **Meissen** la primera fábrica de porcelana,

a la cual siguieron pronto numerosas otras, casi todas hoy todavía en producción. Las más afamadas por la belleza artística de sus productos son la de **Sèvres**, cerca de París y la de **Copenhague** en Dinamarca.

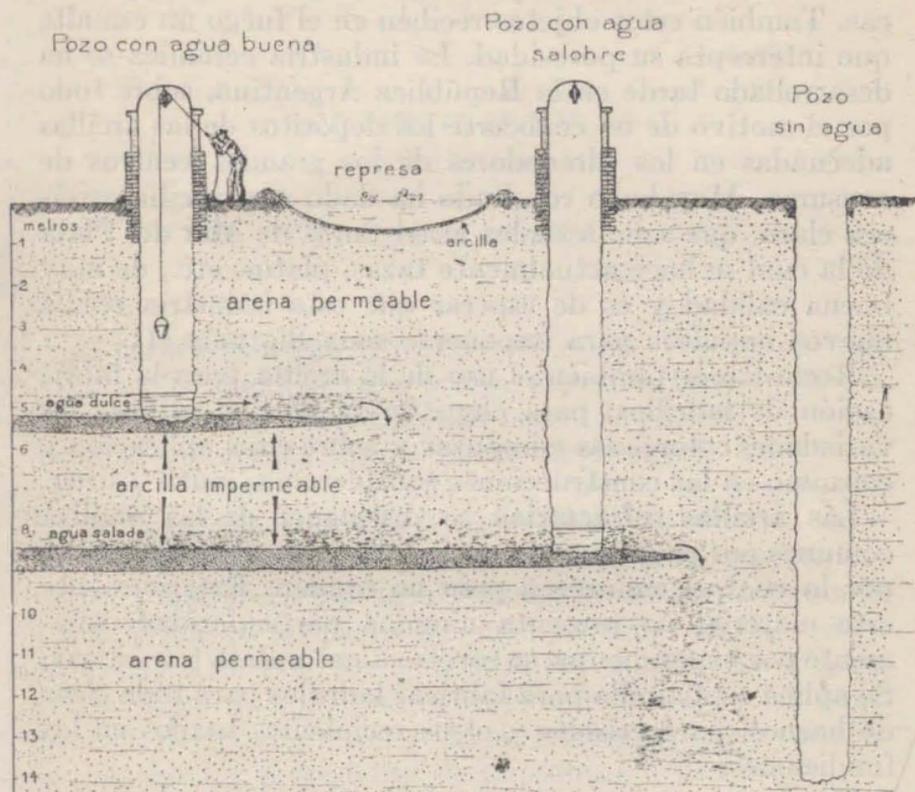


Fig. 28. — Perfil para demostrar la influencia de capas de arcilla impermeable en el subsuelo sobre el agua subterránea.

La porcelana tiene también finalidades técnicas para aisladores de las líneas telegráficas y telefónicas, para cápsulas, crisoles, etc., de uso en los laboratorios químicos. Grandes cantidades de caolín son consumidas en la fabricación de papeles y cartones, como pintura de los papeles pintados y en la industria química.

El valor principal de la **arcilla** consiste en su propiedad de endurecerse a alta temperatura en el proceso de cocción. En esto se funda su aplicación para hacer la loza y la mayólica: platos, tazas, fuentes, etc., y además objetos menos finos como caños para aguas, ventilaciones y cloacas. También estos objetos reciben en el fuego un esmalte que intercepta su porosidad. La industria cerámica se ha desarrollado tarde en la República Argentina, sobre todo por el motivo de no conocerse los depósitos de las arcillas adecuadas en los alrededores de los grandes centros de consumo. Muy buen resultado ha dado una arcilla grisácea clara, que asoma en los alrededores de **Mar del Plata** de la cual se hace actualmente tazas, platos, etc., de muy buena calidad y es de esperar que esta industria reciba nuevos impulsos para imponerse cada día más (1).

Recordamos también el uso de la arcilla para la fabricación de ladrillos, para cuyo fin se pueden utilizar las variedades coloreadas e impuras y sobre cuya aplicación y consumo en las construcciones consideramos inútil insistir.

Las **arcillas refractarias** se distinguen de las arcillas comunes por su gran resistencia a la temperatura elevada, por la cual se endurecen pero no funden. Exteriormente este material no presenta ninguna particularidad, solamente por experimentos se revela su naturaleza refractaria. Se aplica esta arcilla para fabricar ladrillos para toda clase de hornos, para crisoles y otros recipientes usados en las fundiciones.

Finalmente mencionaremos todavía la **tierra de batán**, una variedad de arcilla de color marrón hasta pardusco, generalmente poco plástica, que tiene la propiedad particular de absorber ávidamente toda substancia grasosa que se encuentra en las lanas y sus tejidos. La gente del campo busca este material con afán para utilizarlo en su industria casera.

(1) Actualmente existen 3 fábricas de cerámica en Buenos Aires y suburbios; una se ha instalado en San Isidro F. C. C. A. y otra en Rosario (Alberdi).

CAPÍTULO XV

El Carbón mineral.

El **carbón mineral**, llamado a veces brevemente carbón, es una substancia de color y raya negra, de lustre resinoso, hasta grasoso, a veces también mate, de consistencia quebradiza y fractura concoidal hasta desigual. La dureza es baja y varía con la clase, pero nunca es mayor que la de la calcita de grado 3; las variedades blandas tiñen los dedos. El carbón es una materia amorfa, desprovista de toda manifestación de cristalización. Es una substancia opaca y aún en las partículas más pequeñas no deja pasar ni vestigio de luz. No es soluble en ningún líquido, no funde, pero quema, produciendo mucho calor. La combustión deja siempre un residuo, la **ceniza**, muy variable en cantidad y procedente de impurezas o inclusiones.

Teniendo en cuenta todas estas propiedades no es difícil reconocer el carbón y distinguirlo de otras materias que pueden presentarse a veces bajo un aspecto parecido, tales como la asphaltita y la turmalina, minerales cuyas características daremos a conocer más adelante (asphaltita, pág. 69; turmalina, pág. 165).

El carbón mineral se presenta en la naturaleza en **estratos** o **mantos** hasta de un metro y más de espesor y en algunas partes del mundo de muchos kilómetros de extensión. Estos **bancos** están intercalados a otras rocas con pizarras y areniscas y suelen alternar con éstas. Los mantos de

carbón pueden aflorar en la superficie, pero mayormente los estratos están inclinados y buzan hacia la profundidad donde el hombre los busca para la explotación en piques verticales y hondos (1). (Véase la figura 29).

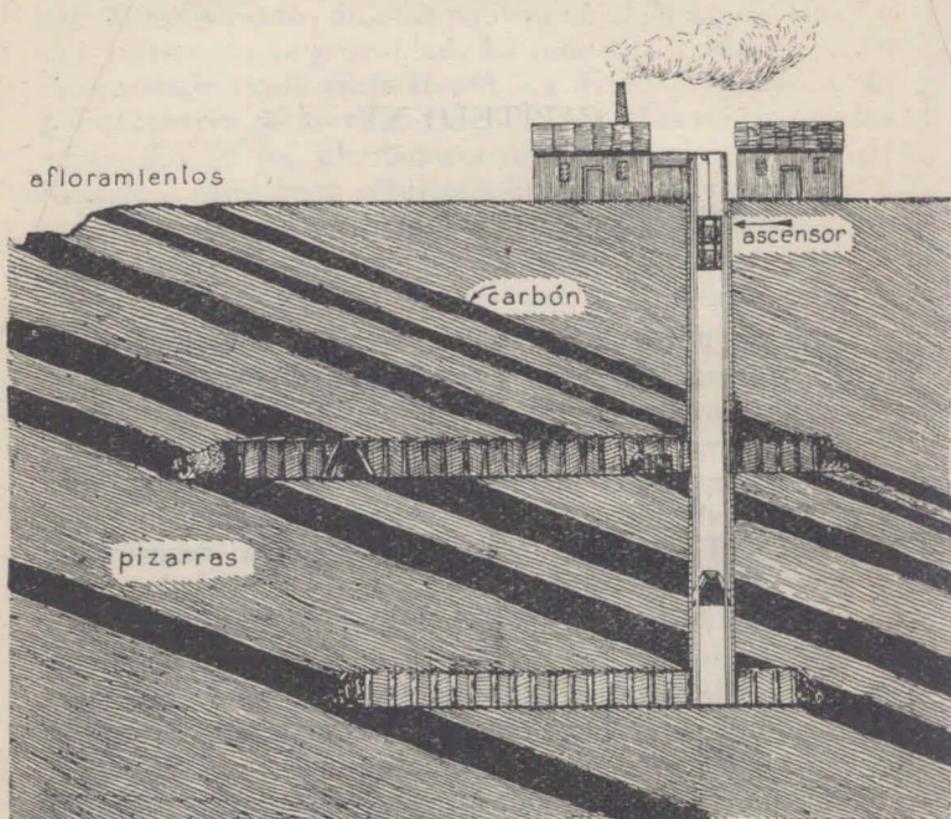


Fig. 29. — Perfil esquemático de una mina de carbón.

En los bancos de carbón mineral se encuentra con frecuencia troncos, ramas y sobre todo hojas de plantas

(1) Se dice que un manto o estrato buza, cuando se inclina hacia la profundidad. — Piques son pozos verticales que se hacen para explotar un mineral en el interior de la tierra. (Véase la fig. 33, pág. 81).

carbonizadas, por ejemplo de helechos y de otras familias, pero todas distintas de las que actualmente viven. El estudio científico ha revelado que todo el carbón mineral es el producto de alteración de plantas que vivían en épocas lejanas, luego sepultadas bajo los sedimentos que trajeron las inundaciones. El carbón es pues de origen orgánico. Al quemar el carbón se recupera el calor del sol, acumulado con el crecimiento de aquellas plantas en los tiempos pasados.

Según la edad, las propiedades particulares y el aspecto, se distinguen numerosas variedades de carbón de los que citaremos solamente las más conocidas, como la **antracita** que es la mejor clase de carbón, la **hulla** o **carbón de piedra** con reservas mundiales que no alcanza ningún otro combustible y finalmente el **lignito**, algo inferior a los anteriores en su producción de calor, de lustre menos intenso y sobre todo de color a veces pardusco.

La **turba** es un material compuesto de restos bien visibles de plantas, como tallos, hojas, raíces, y formando una masa porosa, liviana, de color pardusco. La turba se encuentra en el subsuelo de pantanos y lagunas, representando el primer estado de carbonización, sin tener todavía el aspecto de un carbón, ni alcanzar su valor como combustible. Depósitos de turba abundan en la **Tierra del Fuego**.

En la República Argentina se conocen varios yacimientos de carbón mineral; los más conocidos son: **Salagasta** en Mendoza, **Marayes** en San Juan, ambos de hulla; **Zapala** en el Neuquén, **EpuYén** en el Chubut, **Valle del Río Turbio** en Santa Cruz, cerca del límite chileno, y **Bahía Slogett** en la Tierra del Fuego, que son depósitos de lignito, algunos hasta de 2 metros de espesor. Sin embargo, la mayoría de estos yacimientos son, por lo menos en su parte reconocida, de poca importancia, sea porque falla la calidad, sea porque su extensión no es satisfactoria o por la ubicación desventajosa de los centros actuales de consumo, como por ejemplo para los yacimientos en la cordillera patagónica.

Los demás países de la América del Sud también tienen sus yacimientos de carbón mineral, unos de mayor, otros de menor importancia, pero en su conjunto no pueden competir con las reservas existentes en el hemisferio Norte de nuestro planeta, en los **Estados Unidos de Norte América, Inglaterra, Alemania, Francia, Bélgica, Polonia**, etc., y sobre todo los yacimientos enormes que se han descubierto en la **China**.

El carbón mineral es uno de los productos mineros más importantes. La mayor parte de la producción tiene empleo como combustible directo en las calderas de máquinas a vapor y locomotoras, hornos e instalaciones de calefacción. Otra parte de la producción del carbón está destinado a una serie de procedimientos técnicos de gran escala. Se lo somete a la destilación en grandes tambores y con exclusión del aire, durante la cual el carbón desprende una buena cantidad de gas combustible que se lleva a grandes depósitos desde donde se lo distribuye por la ciudad para la calefacción de hornos de cocina y de laboratorios para la producción de fuerza motriz, en ciertos motores o para el alumbrado, pero esta última aplicación está ya en decadencia por las ventajas que ofrece la luz eléctrica. Al mismo tiempo que el carbón desprende el gas combustible destila una masa negra semi-líquida, el **alquitrán**, quedando un residuo sólido duro, poroso, grisáceo, con cierto lustre plateado, el **coke**, una especie de carbón artificial y libre de toda substancia volátil. Ambas substancias, el alquitrán y el coke, son productos de inestimable valor para numerosos ramos de la técnica. El alquitrán bruto contiene gran cantidad de **amoníaco**, un gas de olor penetrante y desagradable. El amoníaco que se compra en la droguería es una solución de este gas en agua; fuera de otros usos el más conocido es su aplicación para lavar artículos de lana. Del alquitrán se prepara la creolina y acaroína, usados como desinfectantes, mientras otros ramos de la química industrial transforman el alquitrán en colorantes de todos matices, para las tintorerías y la fabricación de varias clases de tintas para escribir y

de imprenta, en drogas y específicos medicinales, en perfumes artificiales, para citar solamente los ejemplos más concretos.

El coque presenta un combustible de gran rendimiento calorífico, propiedad que es inestimable en las fundiciones de hierro y otros ramos de la metalurgia.

CAPÍTULO XVI

El Petróleo y el Asfalto.

Hasta ahora hemos estudiado solamente minerales sólidos; pasaremos ahora a la descripción de uno de los pocos minerales líquidos (1), el petróleo.

El petróleo bruto, tal cual se encuentra en la naturaleza, es una sustancia líquida hasta viscosa, muy variable en su color, con olor característico, no completamente desagradable. Hay petróleos de color amarillo claro que suelen ser muy líquidos, otros son de color más oscuro hasta pardusco y un poco más espesos y finalmente existen petróleos negros de consistencia de almíbar. El petróleo bruto es una mezcla de varias sustancias combustibles, que se pueden separar por la destilación, obteniendo de esta manera la **nafta**, el **kerosene de iluminación**, los **aceites lubricantes** y un residuo denso, del cual se puede extraer la **parafina**, o el **asfalto**, una especie de pez, según la clase de petróleo.

Durante largos siglos se conoció el petróleo solamente de una que otra vertiente natural que emanaba con modesto caudal el precioso líquido, con el consiguiente asombro de los hombres. Recién en el siglo pasado se ha empezado a hacer sondajes, procurando obtener un rendimiento más intenso, y poco a poco se han descubierto los grandes depósitos subterráneos que hoy en día forman el objeto de una explotación floreciente. Estas reservas subterráneas de petróleo se encuentran en los poros de varias clases de

(1) Son 3 los minerales líquidos: el petróleo, el mercurio (o azogue) y el agua.

rocas, generalmente areniscas (arenas endurecidas), conglomerados (rodados cementados) y calizas porosas. Junto con el petróleo suelen hallarse a menudo grandes cantidades de gas inflamable comprimido, que surge con gran fuerza, encendiéndose a veces, cuando una perforación llega a penetrar hasta el depósito.

El origen del petróleo ha sido muy discutido durante muchos años; pero hoy en día el problema está resuelto satisfactoriamente. Proviene el petróleo de una descomposición lenta de cadáveres de animales marinos que cayeron al fondo del mar, especialmente en bahías o brazos casi apartados, donde las corrientes de aguas los arrastraron y acumularon. Luego fueron cubiertos poco a poco por depósitos fangosos arenosos y que impidieron el escape a los productos de alteración que paulatinamente tomaron el carácter de lo que se llama petróleo. El origen del petróleo tiene, pues, cierta analogía con el del carbón, solamente la materia primordial es distinta; plantas en el caso del carbón, animales, especialmente su grasa, en el del petróleo.

Intimamente relacionado con el petróleo es un mineral de consistencia pastosa hasta sólida, el **asfalto**, substancia amorfa, negra y de aspecto variable según su consistencia. La variedad más blanda tiene el aspecto de una pasta viscosa, designada con la palabra **brea**, que no debe confundirse con la brea verdadera que se obtiene de ciertas plantas, a pesar de su aspecto casi idéntico. Más consistente es el asfalto común, que es sólido, pero blando, parecido a la pez, dejándose rayar con la uña y a veces se lo puede modelar. Su fractura es lisa, sin brillo, y al calentarlo funde fácilmente desprendiendo un olor típico. Hay otra variedad todavía, completamente sólida, muy quebradiza, de fractura desigual, con brillo vivo y de aspecto exterior que en nada se distingue del de la hulla. Esta clase de asfalto se llama **asfaltita** y la que se encuentra en la Argentina, fué denominada **rafaelita**, por encontrarse en la región de **San Rafael**, en el Sud de **Mendoza**. No es de extrañar que durante años la asfaltita fuese conside-

rada como carbón mineral, hasta que se estudiaron propiedades particulares de este mineral combustible, que no dan más lugar a confusión. La asphaltita funde en la llama al encenderse, la hulla no; la asphaltita se disuelve, por lo menos por gran parte, en bencina o nafta, teñiéndola de un color pardo hasta negro, lo que no se observa en ninguna clase de carbón.

El origen del asfalto y de la asphaltita tiene la siguiente interpretación: al surgir el petróleo, por grietas y hendiduras desde los depósitos subterráneos a la superficie donde se desparrama, las materias volátiles contenidas en el petróleo bruto se evaporan y queda un residuo negro, al principio de consistencia de jarabe, la brea, la cual poco a poco se pone más espesa y endureciendo constituye el asfalto. Y cuando sigue este resecamiento queda por último una masa sólida, quebradiza, la asphaltita.

La distribución del petróleo y de los asfaltos dentro de la tierra no es casual, sino depende de la distribución de la tierra firme y del mar en las épocas geológicas pasadas. El pronóstico y reconocimiento de un yacimiento petrolífero es la tarea más importante de la geología aplicada.

En la República Argentina, la existencia del petróleo es conocida desde más de 100 años, siendo el capitán ANDREWS, un inglés, quien lo menciona por primera vez de la provincia de **Salta** en su interesante narración de viaje de Buenos Aires a Bolivia (1). Fuera de algunas perforaciones en Mendoza efectuadas en busca de petróleo hacia el fin del siglo pasado, el descubrimiento del yacimiento de Comodoro Rivadavia en el año 1907, en ocasión de una perforación en busca de agua potable, ha sido el que inició la era de la industria petrolera argentina.

Las investigaciones de los geólogos han demostrado la existencia de cuatro zonas petrolíferas en el país que vamos a caracterizar en breves palabras, empezando en el Norte.

(1) CAPITÁN ANDREWS: Viaje de Buenos Aires a Potosí y Arica en los años 1825 y 1826. — Traducción castellana editada por «La Cultura Argentina», Buenos Aires, 1920.

1) **La zona de Salta y Jujuy.** — Poco explorada todavía. El petróleo de **Capiazuti**, cerca del límite con Bolivia, es muy liviano y claro, contiene mucho kerosene y aceites lubricantes. Asfalto se encuentra en la **Laguna de la Brea** y en el **Garrapatal** en Jujuy. Con el material del último lugar se ha hecho la pavimentación de la ciudad de Jujuy.

2) **La zona de Cacheuta** en **Mendoza** da un petróleo oscuro con mucha parafina.

3) **La zona andina y subandina del Sud de la provincia de Mendoza y Norte del Neuquén y parte Oeste de la Pampa**, contiene numerosos yacimientos de petróleos pesados; los puntos más conocidos por el momento son **Plaza Huincul, Challacó y Cerro Lotena** en el Neuquén. En esta zona se hallan también numerosos yacimientos de asfaltita, destacándose entre ellos el de **Auca Mahuida** (Neuquén).

4) **La zona de Comodoro Rivadavia** sobre la costa del mar Atlántico en el **Chubut**, es la más impor-



Fig. 30. — Vista general del campo petrolífero de Comodoro Rivadavia (Chubut), (según fotografía del Dr. A. Windhausen).

tante en la actualidad. Se han perforado varios centenares de pozos a una profundidad que varía entre unos 400 y 600 metros. Fuera de grandes cantidades de petróleo bruto que se extrae anualmente, se aprovechan además los gases combustibles que surgen de la profundi-

dad de la tierra, utilizándolos para los motores de las máquinas perforadoras. El petróleo de Comodoro Rivadavia es negro y muy espeso, contiene poca nafta y kerosene; en cambio abundan los aceites pesados.

Durante el año 1928 la producción nacional en petróleo bruto ha sido de 1.442.010 metros cúbicos, de los cuales unos 90 % pertenecen a Comodoro Rivadavia. Esta cantidad total puede representarse por un cubo de 113 metros de lado.

Fuera de la Argentina se han descubierto yacimientos petrolíferos en los últimos 10 a 20 años en numerosos puntos de la América del Sud, así en **Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela**. En las demás partes del mundo se destacan **México, los Estados Unidos de Norte**

América, Rumania, Rusia, Persia y las islas del **Archipiélago Malayo** por su producción de este valioso combustible. La producción anual en petróleo bruto alcanza unos 200 millones de toneladas y es de esperar que las reservas mundiales alcancen hasta que la técnica haya descubierto un sustituto equivalente, problema éste

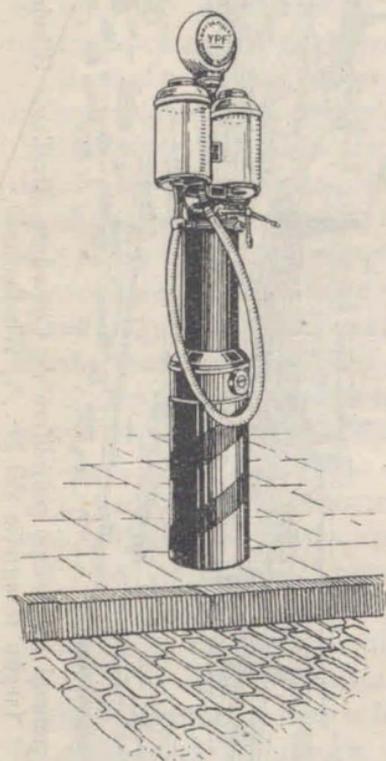


Fig. 31. — Surtidor de nafta de los «Yacimientos Petrolíferos Fiscales» (Y. P. F.).

de mucho mayor gravedad de lo que el público supone.

El petróleo bruto es un combustible de óptimo rendimiento para motores de usinas, de buques y locomotoras. Los productos de refinación, como por ejemplo de las refinерías de petróleo en **La Plata** y en **Campana** (F. C. C. A.) en la provincia de Buenos Aires, nos dan la nafta, la bencina, la gasolina para los automóviles y aeroplanos, el kerosene para la iluminación y calefacción de estufas y cocinas, los aceites minerales de lubricación para toda clase de maquinaria. De los residuos se obtiene la vaselina y la parafina, esta última usada para la fabricación de velas como sustituto del sebo y de la cera de abejas. Otros petróleos dejan como residuo el asfalto en lugar de la parafina, que también es un producto muy estimable, sobre todo para la pavimentación de caminos y numerosos otros fines en la industria.

CAPÍTULO XVII

Conclusión y resumen de los capítulos precedentes.

Al terminar la primera parte de este libro, vamos a echar un vistazo atrás y revisar brevemente los conocimientos adquiridos.

Nos hemos familiarizado con los conceptos fundamentales; sabemos ahora lo que es un mineral, un cristal, una sustancia amorfa, una roca. Hemos descrito una serie elegida de minerales, fijándonos especialmente en sus propiedades típicas que permiten distinguirlos sin gran esfuerzo entre sí y de otros minerales no mencionados todavía. En esta ocasión hemos dado a conocer lo que es el clivaje, la fractura, la dureza, la elasticidad, la flexibilidad, la solubilidad. Hemos visto el papel importante que tiene el color de un mineral y el color de su raya sobre la porcelana, la translucidez, el brillo o lustre. Además, hemos apuntado algunas propiedades químicas cuando éstas caracterizan bien a un mineral, como la acción del ácido clorhídrico sobre la calcita, la combustibilidad del azufre con su olor penetrante, la del carbón mineral, del petróleo y de sus parientes.

Muy pocos son los minerales de que hemos tratado, alrededor de una docena; pero son éstos los más importantes, sea por su enorme distribución en la naturaleza o por su gran valor económico. Solamente entre los minerales metalíferos nos hemos conformado con un solo ejemplo, la pirita de hierro, y si no es el más valioso de este grupo, es por lo menos uno de los más distribuidos entre todos.

De cada mineral y roca hemos dado a conocer su distribución en el país y en algunos casos, además, los yacimientos en otras regiones que gozan de fama mundial. La mayor atención hemos dedicado a la aplicación industrial de cada uno de los minerales descritos, con el objeto de demostrar que la Mineralogía es una ciencia de carácter profundamente práctico que justifica ampliamente su estudio, para poder levantar en un futuro cercano las múltiples reservas del reino mineral que duermen en el suelo de nuestro país.

The first political party in the United States was the Federalist Party, which was founded in 1791. It was led by Alexander Hamilton and John Adams. The party's main goal was to create a strong central government. It supported the Constitution and the creation of a national bank. The Federalist Party was the first political party in the United States.

The second political party was the Democratic-Republican Party, which was founded in 1792. It was led by Thomas Jefferson and James Madison. The party's main goal was to create a weak central government. It opposed the Constitution and the creation of a national bank. The Democratic-Republican Party was the second political party in the United States.

The third political party was the Whig Party, which was founded in 1834. It was led by Henry Clay and Daniel Webster. The party's main goal was to create a strong central government. It supported the Constitution and the creation of a national bank. The Whig Party was the third political party in the United States.

The fourth political party was the Free Soil Party, which was founded in 1848. It was led by Gerrit Smith and John P. Hale. The party's main goal was to create a weak central government. It opposed the Constitution and the creation of a national bank. The Free Soil Party was the fourth political party in the United States.

The fifth political party was the Republican Party, which was founded in 1854. It was led by Abraham Lincoln and William H. Seward. The party's main goal was to create a strong central government. It supported the Constitution and the creation of a national bank. The Republican Party was the fifth political party in the United States.

SEGUNDA PARTE

QUE TRATA DE LOS MINERALES METALÍFEROS

CAPÍTULO XVIII

Explicación de algunos conceptos fundamentales: metal, mineral metalífero, yacimiento metalífero; nociones de Minería y de Metalurgia.

Con los conocimientos más elementales de la Mineralogía, adquiridos en la primera parte de este libro, tenemos la base para ampliar nuestros estudios. Dedicaremos esta segunda parte a la descripción del grupo de los minerales metalíferos más importantes, hablando de sus yacimientos, explotación y elaboración, agregando algunas palabras sobre los metales mismos.

Un **metal** es una substancia que está caracterizada por las propiedades siguientes:

- a) El lustre muy característico, conocido bajo la expresión de **lustre metálico**.
- b) El **peso específico** de la mayoría de los metales es muy **elevado**, arriba de 4; el más liviano entre los de mayor aplicación es el aluminio, que tiene un peso específico de 2,6 solamente.
- c) Todos los metales se calientan rápidamente en el fuego, lo que puede comprobarse fácilmente exponiendo a la llama un mineral no-metalífero,

simultáneamente con un alambre de hierro o de cobre, teniéndolos entre los dedos; el último se calienta en seguida mientras en el otro objeto se marca apenas una diferencia en su temperatura: los metales son **buenos conductores del calor**.

- d) Con muy pocas excepciones, los metales son **dúctiles** o **maleables**, es decir, se dejan aplastar a golpes de martillo sin deshacerse en polvo.
- e) Al calentar los metales a una temperatura elevada, funden, aunque con diferente facilidad. Algunos, como el plomo y el estaño se derriten en trozos delgados ya en una llama de vela, mientras otros, como el hierro, necesitan temperaturas mucho más elevadas. Al fundir y luego al solidificarse un metal no se nota ninguna alteración de la sustancia misma.

Los metales más conocidos son: el oro, la plata, el cobre, el plomo, el cinc, el hierro, el estaño, el níquel, el aluminio, el antimonio, el mercurio, el tungsteno. Solamente el oro, la plata y el cobre suelen hallarse directamente en la naturaleza, se los llama entonces **metales nativos**. Pero también ellos y todos los demás metales se encuentran en estado de composiciones con otras sustancias, que son los **minerales metalíferos**. Estos tienen en numerosos casos también un lustre metálico como los metales puros, su peso específico es igualmente elevado y también la facilidad de la conducción del calor se marca; pero estos minerales son quebradizos, les falta la ductilidad y sobre todo, expuestos a un calentamiento fuerte, no se derriten sin descomponerse y producir otros fenómenos simultáneamente.

Numerosos minerales metalíferos carecen de lustre metálico, o éste está poco pronunciado, pero su peso específico elevado permite reconocerlos en la mayoría de los casos como pertenecientes a este grupo.

Fuera de los minerales de hierro, que se encuentran desparramados en pequeña cantidad en casi todas las

rocas, los minerales metalíferos suelen encontrarse concentrados relativamente en pocos lugares pero entonces a veces en cantidad considerable. Estos son los **yacimientos** o **criaderos metalíferos**. La forma más frecuente de los yacimientos metalíferos es el **filón** y la **veta** que es de

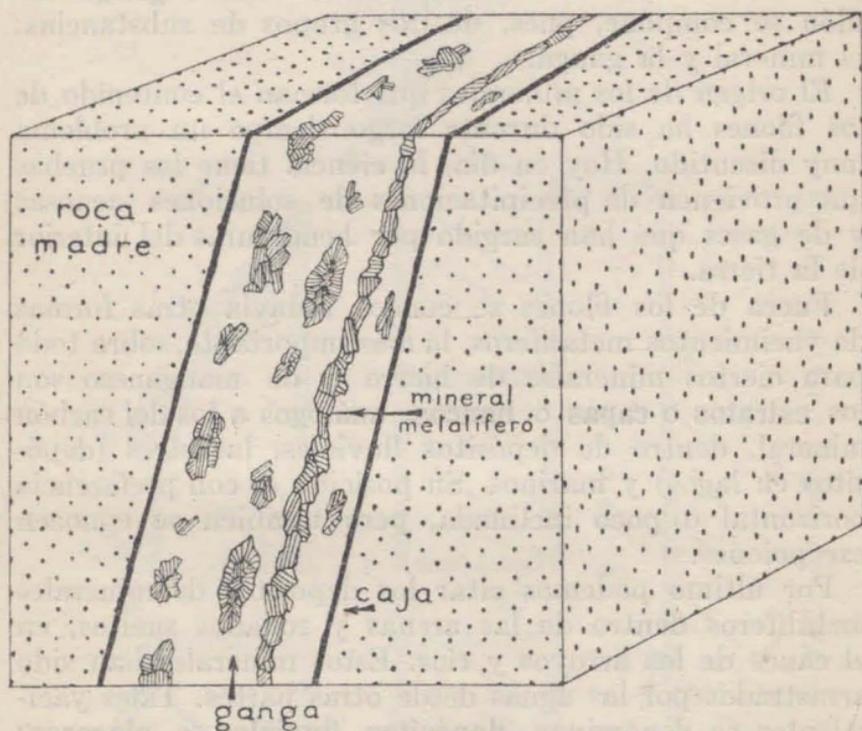


Fig. 32. — Presentación esquemática de un filón metalífero.

menores dimensiones. Un filón consiste en el relleno de una hendidura de una roca con minerales. Esta, llamada la **roca madre**, puede ser granito, caliza, pizarra o cualquier otra clase de roca sólida. Sus paredes hacia el filón forman la **caja**. Los filones suelen tener una **inclinación** fuerte hacia la profundidad; con frecuencia son verticales o casi verticales. Su orientación en la superficie, con respecto a los cuatro puntos cardinales, Norte, Oeste, Sud, Este, se llama el **rumbo**.

El filón puede contener uno o más minerales metalíferos que el minero llama en su conjunto solamente **el mineral** o la **mena**. Los minerales metalíferos quedan muy raras veces solos; casi siempre están acompañados por otros minerales no metalíferos como el cuarzo, la calcita y otros, sin valor industrial, denominados la **ganga**. Un filón se compone, pues, de dos grupos de substancias: el mineral y la ganga.

El origen de los minerales que forman el contenido de los filones ha sido durante largo tiempo un problema muy discutido. Hoy en día, la ciencia tiene las pruebas que provienen de precipitaciones de soluciones acuosas y de gases que han surgido por hendiduras del interior de la tierra.

Fuera de los filones se conoce todavía otras formas de yacimientos metalíferos, la más importante, sobre todo para ciertos minerales de hierro y de manganeso son los **estratos** o **capas** o **bancos**, análogos a los del carbón mineral, dentro de depósitos fluviales, lacustres (depósitos en lagos) y marinos. Su posición es con preferencia horizontal o poco inclinada, pero también se conocen excepciones.

Por último podemos citar los depósitos de minerales metalíferos dentro de las arenas y rodados sueltos, en el cauce de los arroyos y ríos. Estos minerales han sido arrastrados por las aguas desde otras partes. Tales yacimientos se denominan **depósitos fluviales** o **placeres**; una parte del oro y de las piedras preciosas suelen encontrarse con preferencia en tales depósitos.

Los yacimientos metalíferos y los combustibles minerales son propiedad del Estado y son propiedades distintas de la del terreno en que se encuentran. Un particular o una compañía puede adquirir, bajo ciertas condiciones, la **concesión** de su explotación. Las disposiciones correspondientes están reunidas en el **Código de Minería** que posee cada nación. Un yacimiento metalífero o de combustible mineral con demarcación en la superficie, constituye una **mina**. Las rocas de construcción, de ornamentación y de

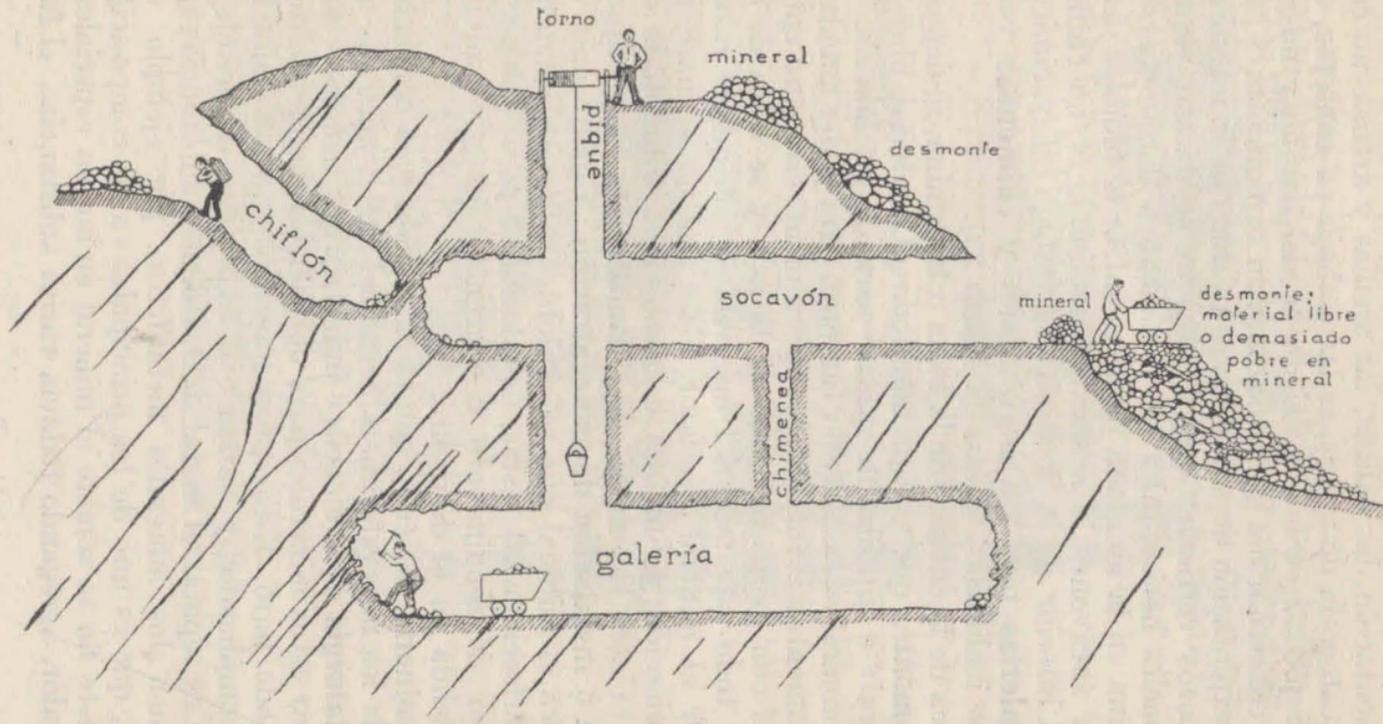


Fig. 33. — Perfil esquemático a través de una mina.

pavimentación, las calizas, las arcillas y arenas, no caen en la categoría de minas, se las trabaja en **canteras**, que son propiedad exclusiva del dueño del terreno y no precisan concesión del gobierno para su explotación.

La explotación de una mina es un ramo de la ingeniería. Los pozos verticales que se escavan se llaman **piques**: los túneles horizontales que arrancan a flor de tierra y penetran en la montaña para encontrar el filón, se denominan **socavones**. Un socavón inclinado es un **chiflón**. En el interior de la montaña se trabaja el yacimiento por **galerías** que son horizontales y **chimeneas** verticales o inclinadas. (Véase la figura 33).

Cerca de la entrada de la mina o **bocamina**, se deposita el **desmante**, que comprende todo el material libre de «mineral» e inutilizable que se saca de las labores.

El mineral es raras veces tan puro para poder mandarlo directamente a la fundición; generalmente está muy entrecerado con ganga o trozos de la caja y se trata de eliminar todo este material inservible y enriquecer o concentrar el mineral de valor. Este trabajo se hace por una selección y limpieza a mano, pero sobre todo con varias clases de máquinas, llamadas en su conjunto **planta o instalación de concentración**. Cuanto más valioso sea el mineral que se explota, tanto más tienen que ser perfeccionadas estas instalaciones para obtener el máximo de rendimiento y concentración y el mínimo de pérdida en el desmante.

La **minería** se ocupa con la extracción y la concentración de los minerales metalíferos del suelo, mientras que la **metalurgia** es la ciencia e industria que tiene por tarea elaborar estos minerales para obtener los metales mismos en estado puro. Estos procedimientos son generalmente muy complicados y varían con cada clase de metal. El objeto es separar el metal de las demás substancias que contienen los minerales metalíferos, por ejemplo del azufre, que es uno de los principales en su composición. Para este fin se somete el mineral en hornos especiales a gran calor, agregando todavía varias substancias, el **fun-**

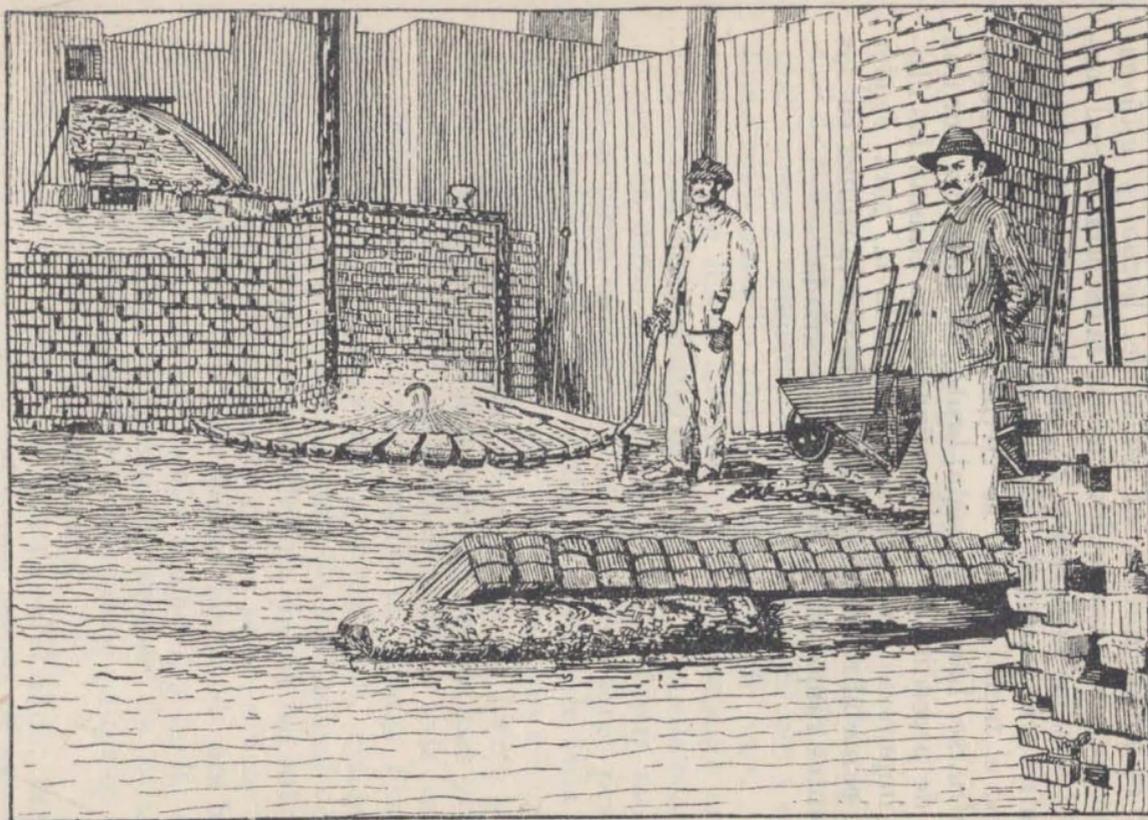


Fig. 34. — Fundición de plomo en Mojotoro (F. C. del Estado), Provincia de Salta. El plomo derretido corre de la boca del horno a los moldes. En el primer plano y a la derecha se ven los lingotes de plomo listos para la venta.

dente, como por ejemplo caliza, para facilitar la fundición y descomposición. El metal, en estado líquido, queda luego en un recipiente al fondo del horno, y está cubierto por una masa líquida viscosa, **la escoria**, la cual contiene todas las impurezas. Se saca la escoria que después se enfría rápidamente dando una masa negra, porosa, vítrea; el metal líquido se vierte en moldes, obteniendo al enfriarse, barras de metal bruto, los **lingotes**. Por una serie de procedimientos de **refinación** se elimina las últimas impurezas que han quedado todavía, para vender luego el metal refinado a la industria que lo utiliza en sus diferentes ramos en la forma más variada.

CAPÍTULO XIX

El Oro nativo.

El oro nativo es un mineral que se distingue con facilidad de cualquier otro mineral por una serie de propiedades que vamos a enumerar en sus detalles. El oro tiene un lindo color amarillo típico, el «amarillo de oro», combinado con un lustre metálico intenso. Solamente en partículas muy finas, dentro de una roca, se puede confundir el oro con otros minerales amarillos de lustre metálico, como la pirita de hierro y la pirita de cobre; pero hay un procedimiento muy sencillo para salir de toda duda: si se moja la muestra, el oro resalta entonces mejor todavía, mientras el amarillo de la pirita de hierro y de la de cobre aparece más apagado. En trozos más grandes, la determinación del oro es más sencilla todavía, pues es blando y se deja rayar y cortar en virutas finas con el cortaplumas, es muy dúctil o maleable, siendo muy fácil achatarlo a golpes de martillo en láminas delgadísimas. Para dar un ejemplo de esta ductilidad extraordinaria del oro, mencionaremos que se puede obtener láminas tan delgadas, conocidas bajo el nombre de **oro batido**, que son transparentes con color violáceo, y de las cuales 8.000 sobrepuestas alcanzan el espesor de solamente 1 milímetro. De 1 gramo de oro se puede estirar un alambre que mide 2500 metros de longitud.

El oro no se altera en el aire ni en el agua; tampoco se disuelve en los ácidos, salvo una mezcla de ácido clorhídrico y ácido nítrico, llamado **agua regia**, pues este líquido ataca el rey de los metales que es el oro. En cambio se disuelve en el mercurio y en una solución de cianuro

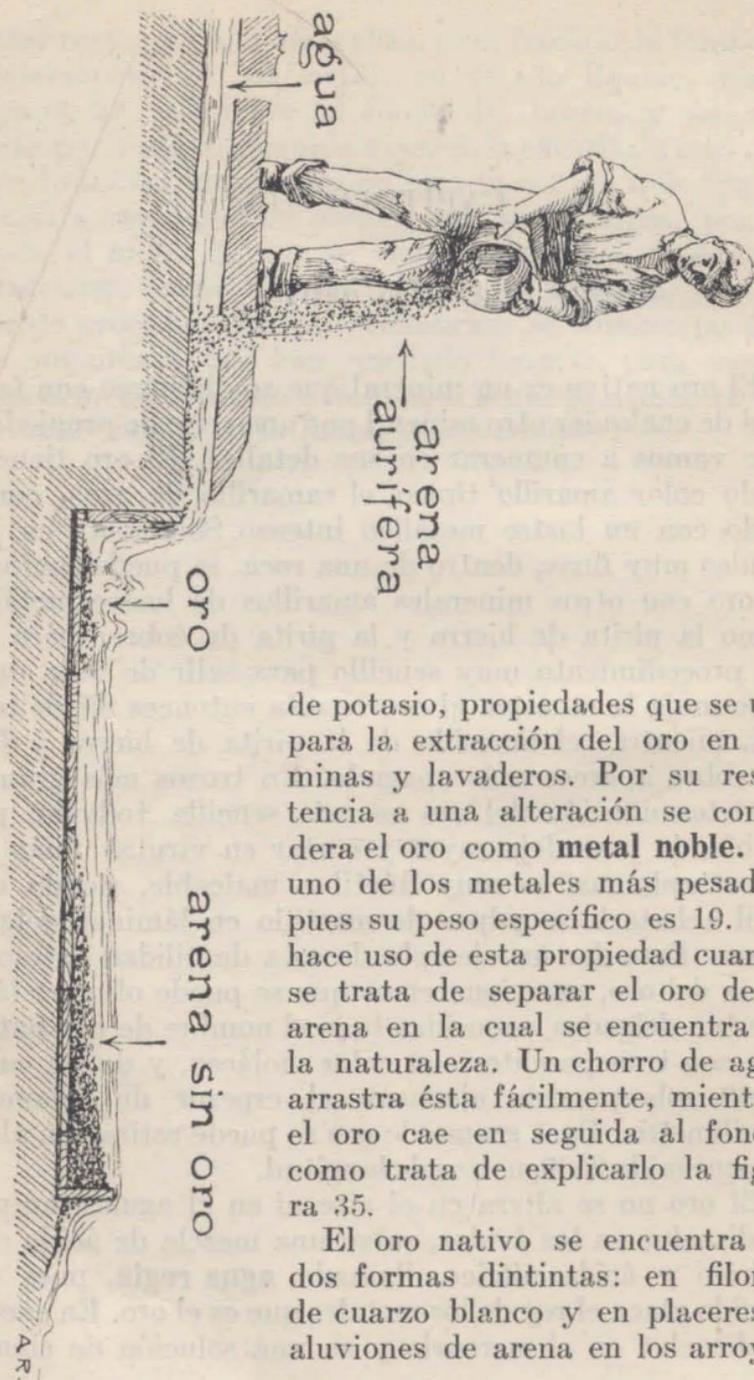


Fig. 35. — Presentación esquemática de un lavadero de oro.

de potasio, propiedades que se usa para la extracción del oro en las minas y lavaderos. Por su resistencia a una alteración se considera el oro como **metal noble**. Es uno de los metales más pesados, pues su peso específico es 19. Se hace uso de esta propiedad cuando se trata de separar el oro de la arena en la cual se encuentra en la naturaleza. Un chorro de agua arrastra ésta fácilmente, mientras el oro cae en seguida al fondo, como trata de explicarlo la figura 35.

El oro nativo se encuentra en dos formas distintas: en filones de cuarzo blanco y en placeres o aluviones de arena en los arroyos

y ríos, que lo han arrastrado de las regiones donde asoman filones de cuarzo aurífero.

El oro de los filones se presenta en pequeñas partículas erizadas de contornos irregulares, a veces también en cristales que tienen el mismo aspecto de la figura 45 (pág. 111). Junto con el oro y el cuarzo se encuentra a veces algo de pirita de hierro, que contiene a menudo también oro en estado finísimo. Por la descomposición de la pirita de hierro se forma una masa terrosa, amarillenta hasta pardusca, el **llampo**, como dicen los mineros criollos, y éste contiene el oro nativo, sin que a simple vista sea posible verlo. Lavando el llampo en la forma indicada más arriba, se obtiene el metal precioso en escamas finas. El contenido de oro en los filones de cuarzo es muy reducido, 50 gramos por tonelada de piedra bruta es considerado como **ley** muy elevada; vetas compuestas únicamente por oro, como figuran en algunas novelas, no existen.

El oro que se encuentra en los placeres puede tener la misma forma de escamas finas; a veces se encuentra también en granos o nódulos irregulares pero lisos, que se llaman **pepitas**. La pepita más grande que se ha encontrado en placeres pesaba cerca de 70 kilos, procedente de **Victoria**, en Australia. En la Argentina ha sido hallado en **La Rinconada** en Jujuy una pepita que pesaba 8 kilos; un molde exacto de ésta se halla en el Museo de la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología en Buenos Aires.

El oro es un mineral muy difundido en casi toda la región de la Cordillera y en las serranías centrales de la República Argentina. Las dos clases de yacimientos son conocidas, los filones y los placeres; los primeros se trabajan en minas, los segundos en los **lavaderos**.

Filones de cuarzo aurífero fueron explotados en **Paso del Molle** y sus alrededores en la Sierra de Córdoba, en la zona de **La Carolina** en San Luis, en las minas **Castaño Nuevo**, **Guachi** y **Gualilan** en San Juan, en **Santa Catalina** en Jujuy para citar solamente los más importantes.

Más distribuidos aun son los placeres; recordamos en primer lugar **La Rinconada** en Jujuy, famosa por las pepitas grandes, el **Río Blanco** en la Sierra de Famatina en La Rioja, **Cañada Honda** en San Luis, el **Río Teca** en el Chubut y **Páramo** en la Tierra del Fuego.

Fuera de Europa, cuyos yacimientos de oro están casi exhaustos, casi todos los demás países del mundo producen este valioso metal, aunque en cantidades muy desiguales; los más importantes son: **Estados Unidos de Norte América, Australia, Siberia, México, el Brasil**, pero sobre todo el **Transvaal** en la Unión Sudafricana, el cual con una producción de cerca de 300.000 kilos por año provee más de la tercera parte (35 %) de la producción mundial.

La mayor parte del oro está destinado para la fabricación de monedas que circulan en algunos países libremente o que se conservan en las arcas del Estado en otros, contra la emisión de billetes de banco. Otra gran cantidad absorbe la joyería y la fabricación de relojes; el dentista usa el oro para arreglar la dentadura; el fabricante de vidrio, lo utiliza para hacer el vidrio color rubí; el fotógrafo consume este metal en preparaciones químicas; los artistas pintores y encuadernadores precisan el oro batido para dorar los objetos de arte, marcos, letras, el adorno de libros, etc.

Para casi todos estos fines no se utiliza el oro puro, pues es demasiado blando y expuesto al desgaste. Se lo refunde con cierta cantidad de cobre o de plata («oro blanco») para darle mayor dureza y resistencia. El oro completamente puro se denomina oro de 24 **quilates**. Agregando una cuarta parte de cobre o plata se obtiene el oro de 18 quilates que más se usa para objetos de joyería. El oro de 12 quilates se compone por mitad de oro, usado solamente para objetos de menor valor. En cambio el oro utilizado para monedas es más puro, así por ejemplo las monedas argentinas de oro (5 \$ oro y 2½ \$ oro) son de 21,6 quilates, o sea un **título** de 9 partes de oro y 1 de cobre.

Agregaremos todavía algunas palabras sobre el **platino**. Fuera de su color que es blanco, ligeramente grisáceo, y su peso específico que es 21,5, sus propiedades son muy parecidas a las del oro. Se encuentra el platino siempre en estado nativo y sobre todo en placeres como en el Ural en **Rusia** y en **Colombia**, pero últimamente se han descubierto yacimientos de otra naturaleza en la **Unión Sudafricana** que prometen un gran desarrollo. Se aplica este metal noble sobre todo en la electrotécnica, odontología y en otros ramos de la ciencia y la industria, incluyendo la joyería. El platino es uno de los metales más caros y su precio es mucho más variable que el del oro.

En 1929, un gramo de platino costaba \$ $\frac{m}{n}$ 5.20 aproximadamente, mientras el precio del gramo de oro era de \$ $\frac{m}{n}$ 1.60.

CAPÍTULO XX

Los minerales de plata: la Plata nativa, la Argentita, el Rosicler.

La plata es un metal noble que se encuentra en la naturaleza en estado de **plata nativa** y numerosos minerales argentíferos compuestos, siendo entre ellos la **argentita** y el **rosicler** los más conocidos.

La **plata nativa** se presenta raras veces en cristales, su forma predilecta es la de masas dendríticas (que imitan en miniatura la ramificación de los árboles), de virutas finas, de alambres, (véase la figura 36), láminas, partículas erizadas, siempre con aristas agudas que le dan un tacto áspero. Su color es blanco, con fuerte lustre metálico, la raya es también blanca metálica. Muy a menudo la plata nativa está cubierta por una capa muy delgada amarillenta, marrón hasta pardusca y negra, que esconde el mineral a primer golpe de vista. Pero con el cortaplumas y el martillo se lo descubre fácilmente, pues es **sectil** y maleable, apareciendo al cortarla el brillo metálico en la superficie.

La **argentita** es un mineral de color negruzco plumizo, de brillo metálico moderado, sectil y dúctil. Se la encuentra en estado cristalizado y en masas dendríticas irregulares. Se compone químicamente de plata y de azufre.

El **rosicler** se caracteriza especialmente por su lustre típico, medio metálico, medio adamantino (1). Su color es negruzco con tinte rojizo; mirado hacia la luz es transparente con un profundo color rubí, que aparece también en la raya sobre la porcelana. Su dureza es reducida, se acerca a la de la calcita; es quebradizo y se deja fácilmente reducir a un polvo de color rojo oscuro. Forma cristales prismáticos o masas compactas irregulares. El lustre semi-metálico, combinado con la translucidez, son los caracteres que lo distinguen de cualquier otro mineral. Se conocen dos clases de rosicler, el compuesto de plata, azufre y antimonio llámase **rosicler oscuro** o la **pirargirita**; el que está compuesto de plata, azufre y arsénico, es el **rosicler claro** o la **proustita**, que es menos frecuente.



Fig. 36. — Plata nativa en forma de alambres unidos.— Cerro Negro, Famatina, Provincia de La Rioja. — Tamaño natural.

Tanto la plata nativa como la argentita y el rosicler se encuentran únicamente en filones, asociados a otros minerales metalíferos sean de plata o de plomo (galena) y de cinc (blenda), acompañados por minerales de ganga como el cuarzo y más todavía la calcita u otros minera-

(1) Lustre adamantino es el del diamante.

les parientes de la última, tales como la siderita y la dolomita. Es de notar que la plata nativa nunca se presenta en depósitos de aluvión o placeres como el oro, lo que es muy particular y difícil de interpretar.

En la Argentina se conoce minerales de plata de varias minas, las más famosas son las de los distritos mineros de **Cerro Negro**, **La Caldera** y **El Tigre** en el **Cerro de Famatina** en La Rioja, donde se había encontrado cristales bien transparentes de rosicler y masas de varios centenares de gramos de plata nativa. Puede citarse también las minas del **Paramillo de Uspallata** en Mendoza, explotadas desde el siglo XVII y que dieron hasta hace pocos años un buen rendimiento en minerales de plata.

La plata nativa, la argentita y el rosicler se hallan sobre todo en la parte superior de los filones y escasean en su profundidad por motivos que la ciencia ha podido resolver recién en los últimos decenios, demasiado complicados para exponerlos en este texto. Como la mayoría de las minas de plata en explotación han penetrado ya considerablemente hacia la profundidad, los minerales visibles de plata son cada vez más escasos. En cambio, existen varios minerales, especialmente de plomo, de cinc y de cobre, que contienen partículas finísimas diseminadas de minerales de plata, visibles solamente con microscopios especiales. Los metales que se obtienen de tales minerales contienen luego la plata en estado de solución sólida, comparable al hielo que se obtiene por el enfriamiento de agua azucarada, y es tarea de la metalurgia separarla. La mayor parte de la plata hoy en día producida, proviene de tales minerales argentíferos. Lo que acabamos de decir para la plata, vale en cierto grado también para el oro el cual se obtiene también por la elaboración de minerales de cobre con contenido invisible de una pequeña cantidad de oro.

Los países de mayor producción de plata son los **Estados Unidos de Norte América**, el **Canadá**, pero sobre todo **México** que extrae anualmente por valor de unos 200 millones de pesos (moneda nacional) de este metal

de sus minas en minerales de plata y minerales argentíferos. En la América del Sud son sobre todo **Chile, Bolivia** y el **Perú** que durante el siglo pasado se destacaron por su riqueza en plata, habiendo desde entonces mermado la producción.

Igualmente como en el caso del oro, la plata completamente pura sería demasiado blanda para el uso; por este motivo se le agrega cierta cantidad de cobre. Pero en este caso no se expresa la ley de metal noble en quilates, sino por cifras. La plata pura tendrá la cifra 1000, la que contiene 800 partes de plata y 200 de cobre, es decir $\frac{4}{5}$ partes de plata y $\frac{1}{5}$ de cobre, se denomina plata de 800, que es la más usada. Los objetos de oro y plata que han sido verificados por su ley en metal noble, llevan un pequeño sello: son objetos de oro o de plata **sellada**.

La aplicación de la plata para monedas, medallas y los objetos más diversos de orfebrería es tan conocida que no hay necesidad de citar más detalles. Cierta cantidad de plata es utilizada por la industria química que produce con ella varias drogas, especialmente usadas en la fotografía, algo también en la medicina y veterinaria.

El precio de un gramo de plata es actualmente (1929) de unos 3,8 centavos. Hace alrededor de unos 50 años que la plata ha sufrido esta gran baja de precio; antes su relación al oro ha sido mucho mayor: 1 a 18, siendo ahora 1 a 42, es decir, un kilo de oro equivale a 42 kilos de plata. Esta baja del valor de la plata es uno de los motivos por los cuales las numerosas minas de plata que se explotaban en la segunda mitad del siglo pasado en numerosos puntos de la República, no pueden competir más.

CAPÍTULO XXI

Los minerales de cobre: La Chalcopirita o Pirita de cobre. — La Chalcosina. — El Cobre gris o Tetraedrita. — El Cobre abigarrado o Bornita. — La Enargita. — La Azurita y la Malaquita.

Son siete los minerales de cobre que vamos a describir y que son muchos para un solo grupo de metal, pero pocos en comparación con la lista amplia de todos los demás que todavía se podría enumerar. Solamente para dejar constancia mencionaremos que el metal cobre se presenta también en estado de **cobre nativo**, generalmente en formas dendríticas erizadas o en láminas y de color rojo oscuro. Pero este mineral es más bien escaso y en cantidad considerable se lo halla en relativamente pocos lugares del mundo.

1) La **chalcopirita** o **pirita de cobre** se asemeja en su aspecto metálico a la pirita de hierro. Pero su color amarillo es más subido y su dureza es inferior, dejándose rayar bastante bien con la punta del cortaplumas (dureza $3\frac{1}{2}$ -4). De vez en cuando la chalcopirita se halla en forma de cristales, de aspecto muy distinto de los de la pirita como puede notarse comparando su aspecto (fig. 37 chalcopirita; figs. 10 y 11 y pág. 29 pirita de hierro).

Pero en general la chalcopirita se presenta en masas compactas que no dejan reconocer los contornos cristalográficos. El clivaje casi no se nota, mejor se observa la fractura concoidal, parecida a la de la pirita de hierro.

La chalcopirita es quebradiza, lo que junto con su raya negruzca-verdosa la distingue sin dificultad del oro. Es un mineral compuesto de cobre, hierro y azufre; pero solamente por el cobre tiene valor.

2) La **chalcosina** se distingue por su color gris plomo oscuro, que es también el color de la raya, siendo ésta además de lustre metálico. El mineral es quebradizo, pero sectil, pues se deja cortar con el cortaplumas, teniendo

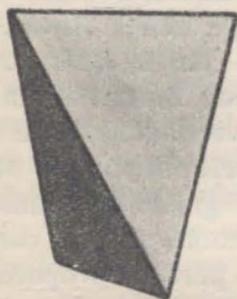


Fig. 37. — Cristal de chalcopirita o pirita de cobre.

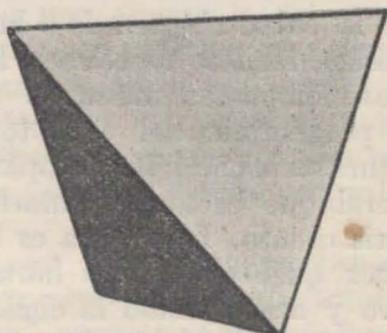


Fig. 38. — Cristal de tetraedrita o cobre gris.

dureza 3. Químicamente es una composición de cobre con azufre. Se encuentra en estado de agregados cristalinos finamente granulados hasta masas muy compactas de fractura lisa hasta concoidal.

3) El **cobre gris** o **tetraedrita** tiene cierta semejanza con la chalcosina por su color; sin embargo, éste es más bien de un gris acero hasta negro, el brillo metálico es más elevado y el color de la raya es un negro con tinte rojizo. Se deja rayar (dureza 3 a 4) pero no cortar como la chalcosina y es muy quebradizo. Forma el cobre gris, agregados cristalinos y masas compactas de fractura con-

coidal hasta desigual; son escasos los cristales y tienen estos el aspecto de la figura 38, que se llama en la cristalografía un tetraedro, de donde proviene también el nombre del mineral.

La composición química es muy complicada: el cobre, el metal antimonio y el azufre son los componentes principales, a los cuales puede agregarse, según la variedad, la plata, el cinc, el hierro y el mercurio, pero nunca el plomo.

4) El **cobre abigarrado** o **bornita** es un mineral de lustre metálico, fácil de reconocer. En la superficie natural, las masas compactas muestran un vivo juego de colores, con predominio del azul tornasolado, mientras en la fractura concoidal fresca aparece el verdadero color del mineral que es un rojo-marrón característico. La raya es gris oscura. La dureza es baja, de grado 3, siendo a la vez quebradizo. La bornita se compone de cobre, hierro y azufre como la chalcopirita, pero la proporción o ley en cobre es más elevada. Son muy escasos los cristales de bornita.

5) La **enargita** es de color y raya negro grisáceo, de lustre metálico, quebradizo, de dureza 3. Estas propiedades

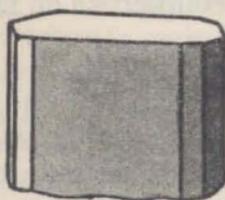


Fig. 39. — Cristal de enargita. Veta Margarita de la mina de cobre «Las Capillitas», Catamarca.

pueden confundirla con el cobre gris si no fuera la tendencia de presentarse en cristales, los cuales, aun en estado mal desarrollado, mantienen la forma de varillas cuando el mineral está rodeado de otros minerales, cristales que toman el aspecto de prismas cortos bien nítidos, en el caso que hayan podido formarse libremente, por ejemplo en hendiduras o dru-

sas (1) (fig. 39). La enargita es una composición de cobre, azufre y arsénico.

Aunque la enargita es un mineral escaso en la mayor parte del mundo, lo hemos citado por el motivo que en las principales minas de cobre de la Argentina, en la **Famatina** y en **Las Capillitas** aparece en cantidades apreciables.

6) La **azurita** y

7) La **malaquita** son dos minerales casi siempre asociados, pues uno se forma por una alteración del otro: la azurita se transforma en malaquita. Donde hay azurita, casi siempre suele encontrarse también malaquita; pero no sucede lo inverso, pues toda la azurita puede haberse convertido en malaquita. En su aspecto los dos minerales son muy distintos, si bien las demás propiedades guardan cierta analogía.

La azurita se presenta con preferencia en pequeños cristales de lustre vítreo, transparentes hasta translúcidos, de un color azul esmalte intenso, a veces se la encuentra en agregados compactos hasta terrosos, mates, y de un azul algo menos intenso. La raya es azul.

La malaquita se distingue por su hermoso color verde esmeralda, que es el mismo de la raya, solamente un poco más claro. La malaquita suele formar masas compactas, a veces arriñonadas, de fractura concoidal y sin lustre, pero también se la observa en agregados fibrosos hasta radio-fibrosos de lustre vítreo hasta suavemente sedoso. Cristales bien formados no son frecuentes. La dureza de la malaquita y de la azurita es baja, se dejan rayar algo más fácilmente que la calcita, ambos minerales son quebradizos, la fractura es concoidal. Químicamente tienen mucha analogía con la calcita, son **carbonatos**, es decir

(1) Una drusa es un hueco esférico u ovalado dentro de una roca con las paredes tapizadas por cristales.

carbonatos de cobre que contienen ácido carbónico, el cual se desprende en burbujas al contacto con el ácido clorhídrico.

Fuera de su valor como mineral de cobre, la malaquita puede utilizarse directamente para preparar una pintura verde; pero la azurita no se presta tanto para tal fin, pues, como hemos visto, se altera con demasiado facilidad. Las masas compactas de malaquita, que sobre todo se encuentran en el **Ural** de Rusia, dan un material muy valioso para diversos objetos de adorno artístico como pisapapeles, soportes para relojes, etc.

La chalcopirita, la chalcosina, el cobre gris, el cobre abigarrado y la enargita son todos minerales que se encuentran especialmente en filones donde se han depositado de soluciones que surgieron de la profundidad de la tierra. En cambio la azurita y la malaquita son minerales que se han formado a cuenta de aquellos minerales de cobre primarios, bajo la acción de la intemperie. Por este motivo, se los encuentra solamente en la parte superior de los filones o de otros yacimientos cupríferos. Son minerales muy frecuentes, pero pocas veces abundantes. Por sus colores atractivos dan un indicio al **cateador**, hombre que se dedica a la busca sistemática de los yacimientos minerales.

De los minerales de cobre primarios que hemos descrito pueden hallarse 2 ó 3 y más de ellos juntos, sobre todo no falta la chalcopirita que es el más frecuente. Casi siempre están acompañados por pirita de hierro, además de los minerales de ganga como la calcita, el cuarzo y otros.

Son numerosos los filones en la Argentina que llevan minerales de cobre: en primera línea se destacan las minas del distrito minero de la **Mejicana** y de **Los Bayos** en el cerro de **Famatina** en La Rioja donde abunda sobre todo la chalcopirita y la enargita, y las minas de **Las**

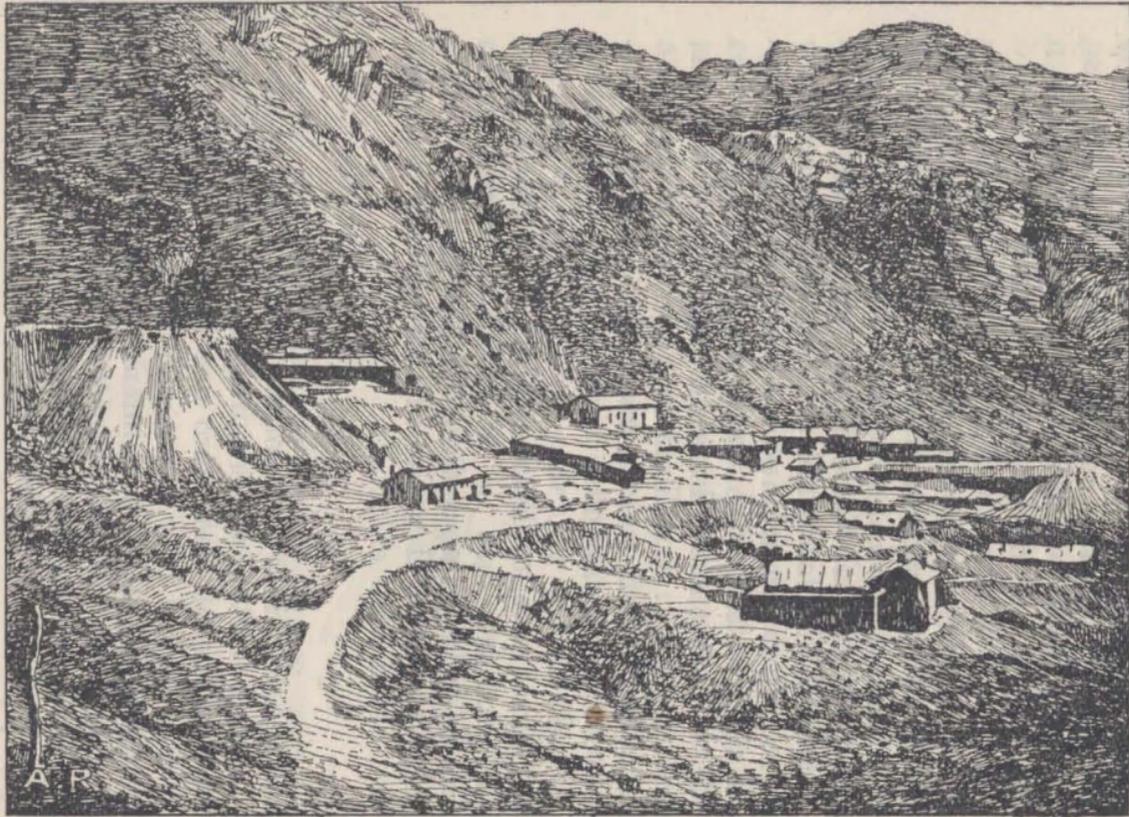


Fig. 49.—Vista general de las minas de cobre de Las Capillitas en Catamarca, en explotación desde los tiempos pre-hispánicos. (Según fotografía de R. Beder).

Capillitas en Catamarca, donde se agrega además la bornita.

El yacimiento que ha dado la mayor cantidad de cobre gris es la mina **Concordia** en el Territorio de los Andes, mientras para la chalcosina ha sido la mina **Chacabuco** en Salta que más ha producido este mineral.

Las minas de la Famatina y de Las Capillitas tienen sus propias fundiciones, reunidas con alambre-carriles con los yacimientos, situados en alturas elevadas. Casi al pie de la Famatina queda la fundición de **Santa Florentina** y cerca de Andalgalá, al Norte del campo del mismo nombre, están situados los establecimientos de **Muschaca** y de **Pilciao**. Estas fundiciones estaban en la segunda mitad del siglo pasado en plena actividad; pero por una serie de circunstancias desfavorables han tenido que suspender su labor. Los lingotes o ejes de cobre bruto que allí se producían, fueron mandados a Europa, especialmente a Inglaterra, donde se extraía todavía su contenido elevado en oro y plata.

Actualmente son los **Estados Unidos de Norte América** que producen más de la mitad de la producción mundial de cobre; luego sigue **Chile**, que tiene en la mina **Chuquicamata** el yacimiento de mineral de cobre más rico del mundo entero.

El metal **cobre** tiene un color rojo claro, es muy maleable y se deja cortar con el cortaplumas; sin embargo, es considerablemente más duro que la plata, al mismo tiempo es un metal muy tenaz, siendo difícil romper un alambre de él. Expuesto a la intemperie pierde su lustre metálico en poco tiempo, cubriéndose con una capa verdosa, el **cardenillo**, de composición idéntica a la malaquita pero distinto del cardenillo que se forma en las cacerolas de cobre.

El cobre tiene mucha aplicación. La electrotécnica lo usa en forma de alambres para las líneas telefónicas y telegráficas, para bobinas y alambres con aislamiento, por

ser buen conductor de la electricidad. La industria química elabora del metal numerosas drogas, por ejemplo los cristales azules de sulfato de cobre, utilizado en solución para proteger las plantas, especialmente la vid, de hongos e insectos nocivos (caldo bordelés). Otro ramo de esta industria prepara a base de cobre varias clases de pinturas verdes y azules, muy brillantes pero fuertemente venenosas. Una buena parte del cobre que se produce está destinado para hacer **aleaciones**, es decir mezclas fundidas de cobre con otros metales. Así las monedas y medallas de cobre contienen un tanto por ciento de estaño y de cinc, mientras en las monedas de níquel el cobre entra hasta más de la mitad en su composición (1). La aleación más conocida es el **latón** o el **bronce** cuyo componente principal es el cobre y el resto cinc o estaño; la primera variedad, la con cinc, es el bronce común; la segunda, que contiene estaño, es el bronce de los cañones, campanas, estatuas, etc. Lo que se llama metal blanco, alpaca, argentano, etc., utilizado para cubiertos y tantos otros objetos, son todos aleaciones de cobre con cinc y níquel en proporción variada.

El precio de un kilo de cobre oscila actualmente alrededor de 1 peso moneda nacional.

(1) Las monedas argentinas de 1 y 2 centavos se componen de 95 partes de cobre, 4 de estaño y 1 de cinc; las de 5, 10 y 20 centavos contienen 1 parte de níquel sobre 3 de cobre.

CAPÍTULO XXII

Los minerales de plomo: La Galena; La Cerusita y la Anglesita.

De todos los minerales de plomo, y no son pocos, la **galena**, que es una composición de plomo y azufre, es el más distribuido. La galena tiene una tendencia fuerte a cristalizar; sin embargo, los cristales bien formados no son frecuentes y predominan los agregados cristalinos.

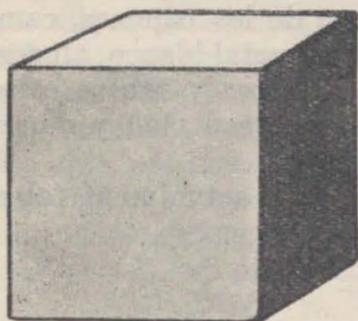


Fig. 41 — Cristal de galena (cubo)

Los cristales de galena tienen comúnmente la forma del cubo (fig. 41); el octaedro (fig. 45, pág. 111) es menos frecuente. El clivaje es muy perfecto y sigue los planos del cubo, son pocos los minerales de lustre metálico que tengan un clivaje tan marcado. En los agregados cristalinos de grano grueso se destaca bien este clivaje, siendo fácil desprender trozos en forma de cubos. En los agre-

gados de grano medio y fino, el clivaje de los miles de individuos se manifiesta por un brillo titilante, especialmente visible en la fractura fresca. Además existen variedades de apariencia completamente compacta. En la fractura fresca la galena es de un blanco grisáceo con lustre metálico intenso. Con el tiempo este brillo se pierde y queda la superficie mate gris plomo. La raya es negruzca, la dureza es baja, entre los grados 2 y 3. La galena es muy quebradiza, siendo fácil reducirla a un

polvo negro. Es un mineral que llama también la atención por su peso específico elevado (7,5).

Como la azurita y la malaquita son productos de alteración de los minerales de cobre, la **cerusita** es el mineral de descomposición principal de la galena. Forma costras terrosas hasta muy compactas, de color blanco, amarillento o grisáceo, encima de la galena o la sustituye por completo. Además se halla en forma de cristales incoloros, tabulares, pegados en las paredes de drusas, pero se encuentra también en agregados cristalinos semitransparentes, blanquecinos, de lustre adamantino hasta grasoso y de fractura concoidal. La dureza de este mineral quebradizo es de 3 a $3\frac{1}{2}$. La raya es blanca. La cerusita es un carbonato de plomo y desprende como tal ácido carbónico al verterle una gota de ácido clorhídrico.

Un mineral parecido en su aspecto, origen y distribución, pero algo menos abundante en nuestro país, es la **anglecita**, que se presenta con preferencia en cristales prismáticos chatos incoloros.

La galena se halla casi exclusivamente en filones. Masas puras de varias toneladas no son escasas. Su asociación con otros minerales es muy variable, el compañero más frecuente es la **blenda**, un mineral de cinc (véase el capítulo siguiente). Además suele observársela en unión con minerales de plata, de cobre y de hierro. La ganga de los filones típicos de galena está formada por calcita y minerales como la siderita y la baritina, los cuales estudiaremos más adelante (1); el cuarzo es menos frecuente.

Casi todas las regiones serranas de la Argentina hasta las mesetas de Patagonia, abarcan filones de galena. En

(1) Véase los capítulos XXIV y XXXVIII.

el siglo pasado han sido sobre todo los numerosos yacimientos de la parte Noroeste de la **Sierra de Córdoba** objeto de intensa explotación. La mina de mayor fama ha sido **La Argentina**, en la cual fué instalada en el año 1838 la primera máquina a vapor introducida en el país, para mover la bomba de desagüe de las labores. El mineral era fundido en varios ingenios, por ejemplo

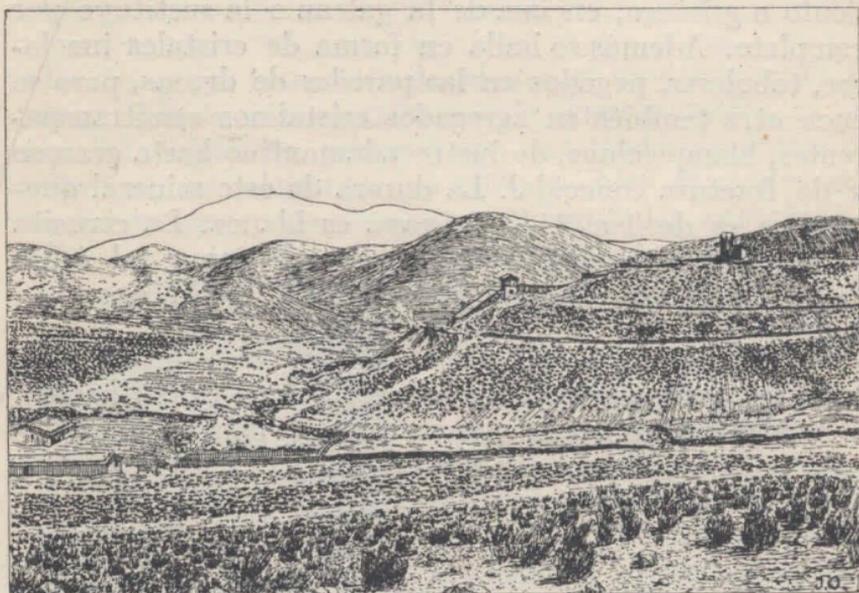
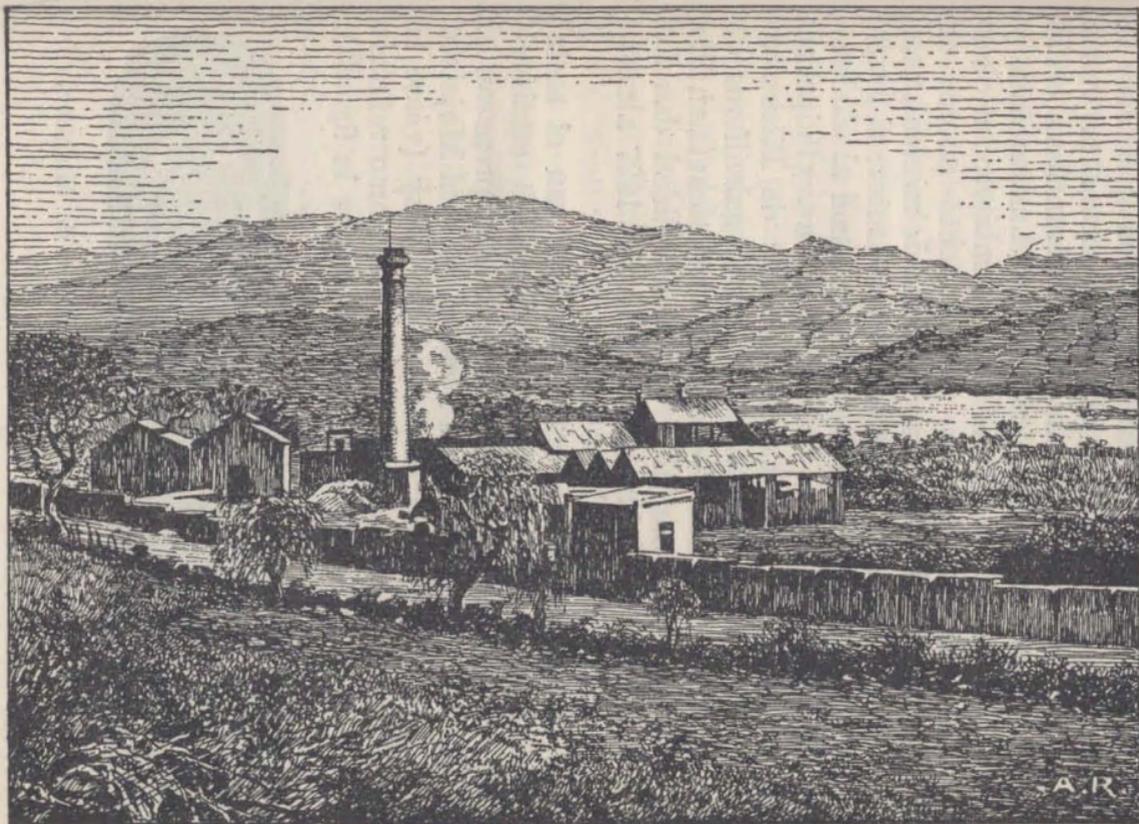


Fig. 42. — Mina de mineral de plomo (galena) « La Bélgica », cerca de Pumahuasi, F. C. del Estado, Provincia de Jujuy. (Según fotografía de R. Beder).

en **Ojo de Agua** (departamento Minas) y **Santa Bárbara** (departamento Cruz del Eje) donde llegaban además las tropas de mulas que traían mineral de **San Luis** y **San Juan**. Pero es de notar que no se trataba de beneficiar el plomo que en aquel tiempo no tenía consumo, sino la plata contenida en la galena con 2 a 8 kilos por tonelada de mineral. A esta categoría de yacimientos pertenecen también los ya citados filones del **Paramillo de**



F'g. 43. — Fundición de mineral de plomo en los alrededores de la ciudad de Jujuy.
(Según fotografía de R. Beder).

Uspallata en Mendoza que llevan galena, cobre gris y blenda, todos argentíferos.

En la actualidad las circunstancias son distintas, la plata se ha desvalorizado y el plomo encuentra venta fácil. Las numerosas minas de galena argentífera están paralizadas, las partes ricas en plata se han agotado y el resto es pobre en galena. Se han descubierto en otras regiones nuevos yacimientos, generalmente pobres en plata, con menos de 1 kilo por tonelada de mineral, pero ricas en galena. Citaremos los más importantes: el grupo de filones en los alrededores de **Pumahuasi** al Sudeste de La Quiaca en Jujuy (minas «Bélgica», «Pulpera», «Pumahuasi», etc.), la mina **Las Picazas** de Piedra de Aflar en el Sud de Mendoza, los filones galeníferos de **Campana Mahuida** en el Neuquén y de **Valcheta** en Río Negro. La mayor producción en la actualidad dan las minas del Norte de Jujuy, pues en el año 1927 alcanzó a 6.820 toneladas de galena casi pura.

Fuera de los establecimientos que **elaboran el metal** plomo, funcionan actualmente en el país 3 establecimientos que **funden el mineral** de plomo y preparan el metal. Uno está en la **Capital Federal**, otro en **Mojotoro** en Salta, el tercero en la ciudad de **Jujuy** (véase la figura 43). Estas fundiciones venden el plomo refinado en forma de lingotes de unos 40 kilos (véase la fig. 44).

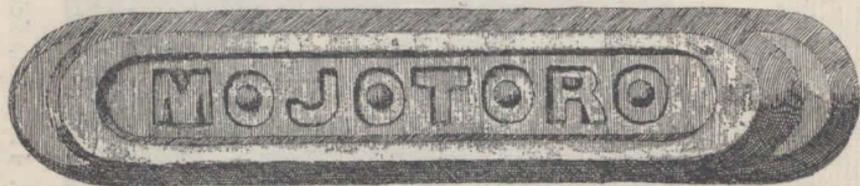


Fig. 44. — Lingote de plomo de la fundición de Mojotoro, Provincia de Salta.

El país que más se destaca por su producción en plomo son los **Estados Unidos de Norteamérica**, luego siguen en el orden **México, Australia, España y Canadá**.

El metal **plomo** tiene en el corte fresco un color blanco grisáceo con fuerte lustre metálico. Pero éste se pierde en poco tiempo, tomando el metal un color gris característico, gris plomo, mate. Es un metal muy blando, fácil de cortar, es maleable pero su tenacidad es reducida, pues ni las láminas ni los alambres tienen la resistencia de los de cobre, plata u oro. El plomo es un metal pesado, su peso específico es 11,3, es decir, mayor que el del cobre que es 8,9 y de la plata con 10,5. Funde fácilmente, pues en una cuchara se puede derretirlo encima de una llama.

El plomo tiene muchas aplicaciones. Se lo utiliza para caños de gas y de agua, para balas, municiones, sellos y cápsulas para botellas, para fusibles en las instalaciones eléctricas, recipientes en los establecimientos de química industrial, además es una de las materias principales en la fabricación de los acumuladores eléctricos.

Con el plomo se prepara numerosos productos químicos que se usan por ejemplo en la cerámica para hacer los esmaltes o en forma de pinturas como el **minio**, de color rojo anaranjado, y el **albayaide** blanco, o drogas consumidas en diversas industrias y la medicina. El minio es usado también en la fabricación de vidrios especiales, el «vidrio cristal», que se emplea en la industria óptica y en las artes aplicadas.

Tanto el plomo mismo como la mayoría de sus composiciones son venenosas y no deben llegar a contacto con comestibles y bebidas. Un kilo de plomo refinado vale actualmente unos 40 centavos.

CAPÍTULO XXIII

El principal mineral de cinc: la Blenda.

La **blenda** o **esfalerita** como se la llama a veces, cristaliza en forma de tetraedros como el cobre gris (véase la figura 38, pág. 95). Pero en general se presenta en agregados cristalinos, siendo escasas las masas compactas. La blenda tiene un clivaje muy perfecto que se nota bien en la fractura de los agregados por los planos relumbrantes de los numerosos individuos. Es muy quebradiza, su dureza es baja, de grado $3 \frac{1}{2}$ a 4. El color de este mineral varía considerablemente, pues hay variedades amarillas hasta amarillo-parduscas que son transparentes hasta translúcidas, y otras de color más profundo, marrón hasta casi negro con la translucidez visible solamente en astillas muy finas. La raya es incolora hasta pardusca muy clara, aún en las variedades más oscuras. El brillo es acentuado, vítreo grasoso en la blenda amarillenta y adamantino, hasta a veces ligeramente metálico, en la blenda negruzca. Químicamente este mineral está compuesto de cinc y azufre.

La blenda se encuentra mayormente asociada a la galena y como ésta lleva a menudo un pequeño porcentaje de plata, sobre todo en la variedad oscura. Muy a menudo la blenda y la galena están tan íntimamente mezcladas en un agregado cristalino, que es difícil distinguir los dos minerales; más trabajo cuesta todavía al minero de separarlos.

Casi todos los filones de galena en el país llevan blenda, unos más, otros menos. El yacimiento que más

se destaca es el del **Paramillo de Uspallata** en Mendoza, pero solamente se la explota por su ley en plata. El único yacimiento de cinc que se ha beneficiado temporariamente por este metal, exportando la mena, ha sido el del Cerro de **Urcushun**, cerca de Guandacol, en La Rioja. Pero hay que agregar que allí el mineral no es la blenda, sino la **calamina**, un silicato de cinc, en estado de masas cristalinas muy cavernosas, de color pardusco-verdoso. También para el cinc son los **Estados Unidos de Norte América** que alcanzan cerca de la mitad de la producción mundial, entre los demás países puede mencionarse: Australia, Polonia y México.

La preparación del metal **cinc** es uno de los ramos más difíciles de la metalurgia. La aplicación industrial del cinc es relativamente moderna y data apenas de unos 200 años atrás, mientras los demás metales oro, plata, cobre, plomo, estaño, eran usados ya en los tiempos más lejanos.

El metal cinc es de color blanco azulado, más duro que el plomo y la plata, pero menos que el cobre. Es poco maleable, casi quebradizo. Para elaborar este metal en alambres y láminas, se lo calienta a unos 100 a 150 grados de temperatura, siendo entonces bastante blando y muy dúctil. Funde el cinc con mayor dificultad que el plomo, calentándolo más todavía se enciende y arde con una luz blanca intensa. Resiste el cinc mucho a los ataques de la intemperie y del agua, aunque pierde pronto su brillo metálico, cubriéndose con una capa grisácea, pero luego no se altera más. Esta propiedad, junto con su tenacidad y su precio relativamente bajo, (el kilo vale unos 35 centavos), posibilitan su gran aplicación en forma de chapas, caños, canaletas, ornamentos arquitectónicos, bañaderas, etcétera. Lo que se llama **hierro galvanizado** son chapas, alambres, etc., de hierro, cubiertos con una capa delgada de cinc para protegerlos contra el herrumbre. Citaremos la aplicación del cinc para la elaboración de numerosas

aleaciones (véase la página 101), su uso en la fabricación de pilas eléctricas y para hacer los **clisés** con los cuales se obtiene las ilustraciones en los diarios y libros. Muy importante es el cinc en la industria química; se prepara de él una pintura blanca, además varias drogas usadas en la imprenta de tejidos, en la fabricación de barnices y de unguentos aplicados en la medicina.

CAPÍTULO XXIV

Los minerales de hierro: la Magnetita, la Hematita, la Limonita y la Siderita.

En este capítulo sobre el hierro daremos la descripción de cuatro especies de minerales ferríferos, no contando la pirita de hierro que ya hemos conocido en la primera parte de este libro.

a) La **magnetita** cristaliza bien, su forma es el octaedro (figs. 45 y 46). Cuando el mineral abunda se presenta

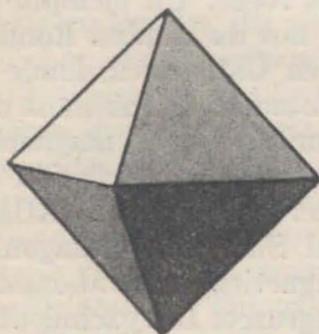


Fig. 45. — Cristal sencillo de magnetita que responde a un octaedro. Cristales microscópicos de esta forma son muy frecuentes en granitos y otras rocas más.

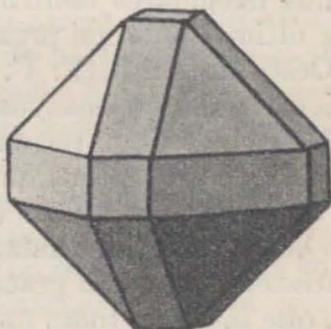


Fig. 46. — Cristal de magnetita con profusión de caras cristalográficas. — Cerro del Morro, San Luis.

en agregados cristalino-granulosos, también a veces en masas compactas. La magnetita es quebradiza, de fractura concoidal y carece de clivaje nítido. Su color es negro,

de brillo metálico no muy intenso y es completamente opaco. La raya es negra. La dureza es elevada, alrededor del grado 6. Su propiedad más particular, que la distingue de todos los demás minerales, es la de ser fuertemente atraído por un imán. Con un imán es factible extraer las partículas más finas de magnetita de una roca desmenuzada o de una arena. Existen magnetitas que tienen ellas mismas las propiedades de un imán, es decir, atraen partículas de hierro o de la magnetita común. Esta variedad se llama **pedra imán**, de la cual existe un filón en la **Sierra de Famatina** en La Rioja. Personas supersticiosas compran tales «piedras» como amuletos. La magnetita se compone de hierro y de oxígeno, es una composición de la familia de los óxidos.

La magnetita es muy abundante en la naturaleza. Todos los granitos y gran número de otras rocas contienen pequeños cristales diseminados entre los demás componentes. En agregados cristalinos se encuentra la magnetita en forma de filones o de masas considerables de contornos irregulares dentro de otras rocas. Un ejemplo de este último modo de presentación nos da la mina **Romay**, al Oeste de Frías (F. C. C. C.) en Catamarca, donde se hicieron algunos ensayos de explotación en los años del setenta del siglo pasado. Encontramos la magnetita además en las arenas que provienen de la destrucción de las rocas por las aguas. Las arenas en la costa del Atlántico desde **Mar del Plata**, hasta el Sud de la **Patagonia**, contienen a menudo granos de magnetita en tal abundancia, que la arena toma un color negruzco. Los yacimientos más grandes de magnetita que se conocen, se encuentran en la parte Norte de **Suecia**.

b) La **hematita**. — La hematita se presenta bajo dos aspectos distintos. En forma de cristales o agregados cristalinos tiene el nombre de **oligisto** o **hierro especular**, debido a su brillo metálico fuerte. (Véase la fig. 47). La otra variedad es la **hematita común** o el **hierro rojo** de

los mineros; forma masas compactas rojas con lustre metálico muy débil o sin él. Ambas variedades son de la misma composición química; forman un óxido de hierro, pero su ley en metal es algo menor que en la magnetita, o sea 70 % contra 72 ½ %.

Mientras que los buenos cristales de oligisto son escasos en la Argentina, los agregados cristalinos, compuestos de pequeñas láminas relumbra-
brantes, son bastante frecuentes, aunque pocas veces de concentración notable. El

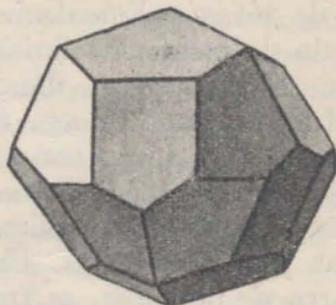


Fig. 47. — Cristal de oligisto.

color del oligisto es negro, pero la raya es roja con ligero tinte marrón o rojo ladrillo. Es un mineral opaco, quebradizo, de fractura concoidal, su dureza iguala la del feldspato, propiedades que lo distinguen bien de la mica a la cual se asemeja a primer golpe de vista en los agregados escamosos. El oligisto y el hierro rojo son atraídos por el imán solamente en estado de partículas minúsculas.

El oligisto se encuentra formando filones o nidos irregulares dentro de varias clases de rocas, sobre todo en la provincia de **Jujuy**, en la Quebrada de **Amanao** en Catamarca y en las serranías cerca de **Cacheuta** en Mendoza. A menudo la magnetita y el oligisto están asociados en el mismo yacimiento, como en el **Filo de la Cortadera** en los alrededores de Tinogasta en Catamarca. En el Estado de **Minas Geraes** en el Brasil se encuentran los yacimientos más extensos de oligisto.

La hematita común o el hierro rojo forma masas fibrosas y radio-fibrosas también compactas de color rojo oscuro, de lustre semi-metálico y fractura astillosa hasta concoidal; la dureza es variable, en general es inferior a la del oligisto. Algó distinta es la variedad terrosa, que se denomina también **ocre rojo**, en masas más o menos desmenuzables de color y raya rojo vivo. La hematita se presenta

en filones, sea por sí solo, sea en asociación de oligisto o de otros minerales. Pero más frecuente es su distribución en forma de nódulos o concreciones o bancos enteros dentro de rocas sedimentarias depositadas por el agua. En estado de partículas finísimas es un mineral muy común en numerosas rocas, dándoles un color rojizo.

Mientras que la magnetita y el oligisto carecen de aplicación fuera de su uso como mineral de hierro, que es muy importante, la hematita, especialmente la variedad ocrácea, encuentra aplicación en la fabricación de pinturas y lápices rojos. Un depósito de tal hematita, la «tierra de pintura», se trabaja actualmente en el **Filo de la Cortadera** en Catamarca, otro se halla cerca de **Potrerillos** (F. C. T. A.) en Mendoza.

c) La **limonita**, llamada también **hierro pardo**, se presenta en la forma más variada, menos en cristales. Forma masas compactas o esponjosas, cavernosas, terrosas, frecuente son también las variedades fibrosas y radio-fibrosas en forma de pequeños glóbulos sueltos o cementados, la **limonita colítica**. El color varía desde amarillo, pardo marrón y pardo negruzco hasta casi negro. La raya es de color amarillo hasta marrón rojizo, carácter que distingue este mineral de la hematita que a veces tiene un aspecto exterior parecido. La dureza varía en extremo desde lo friable, hasta cerca de la dureza del acero. La limonita es un óxido de hierro que contiene agua, otra propiedad distintiva de la hematita, y que se puede comprobar fácilmente: se coloca un pequeño trozo en un tubo de vidrio que se calienta encima de una llama de alcohol; dentro de pocos momentos la limonita desprende el agua la cual se condensa en forma de gotitas en la parte superior del tubo.

La limonita es un mineral sumamente común. Se forma bajo la acción de la intemperie de todos los minerales que contienen hierro, por este motivo la encontramos siempre en la parte superior de los filones que contienen

minerales ferríferos; la limonita es un verdadero **herrumbre** natural. También encontramos la limonita en concreciones y masas continuas, formando capas, a veces de gran extensión, que se explotan como mineral de hierro como en la **Lorena** en Francia. Fuera de este valor esencial, se utiliza las variedades ocráceas de color amarillenta, pardo hasta marrón rojizo para pinturas.

Tenemos que mencionar todavía una variedad de limonita impura, que forma una roca bastante consistente en numerosos puntos de las **Misiones** y de **Corrientes**, me refiero a la llamada **piedra tacurú**, una corrupción de la voz guaraní «itá-carú», que quiere decir «piedra con viruela». Esta denominación proviene de las manchas negruzcas en la masa parda porosa. La piedra tacurú es el producto de la descomposición de un basalto bajo la acción del clima tropical. Los padres jesuitas usaban, hace unos 200 años, la piedra tacurú para elaborar hierro metálico en pequeños hornos primitivos.

d) La **siderita** o el **espató de hierro** es un carbonato de hierro, pariente de la calcita que es un carbonato de calcio. Cristaliza en romboedros, una forma que se encuentra también entre los cristales de calcita (véase la fig. 17, pág. 35). También otros carbonatos cristalizan en romboedros; el parentesco en la composición química está acompañada por una analogía en la forma cristalográfica. Encontramos este fenómeno a menudo entre los cristales, se lo llama **isomorfismo**, palabra griega que dice «de forma igual». Pero volvamos a la siderita. Hemos dicho que cristaliza en romboedros, estos son casi siempre turbios, translúcidos pero no transparentes como tantos cristales de calcita. El clivaje es muy perfecto según los contornos del romboedro. El color es mayormente un amarillento verdoso claro (color de arvejas secas) hasta marrón claro, la raya es amarillenta-pardusca muy clara. Los agregados cristalinos son muy comunes, tienen el aspecto de un mármol granuloso, salvo su color que los

distingue. La dureza de la siderita es algo mayor que la de la calcita; el ácido clorhídrico produce efervescencia de burbujas de ácido carbónico.

La siderita es el mineral de ganga predilecta en los filones de minerales de plata, de galena y de blenda, especialmente en el yacimiento del **Paramillo de Uspallata**, en Mendoza, pero no falta en los yacimientos de dichos minerales de la **Famatina** en La Rioja. En otras regiones del mundo, como por ejemplo en **Carintia** y **Estiria**, en Austria, existen grandes masas de siderita que se explotan como mineral de hierro.

Al describir los principales minerales de hierro hemos mencionado los lugares donde estas especies minerales se hallan en la República Argentina. La mayoría de ellos no contiene las grandes reservas indispensables para invertir los capitales fuertes que exige su explotación y la elaboración del hierro metálico, la **siderurgia**, el ramo más importante de la metalurgia. Puede ser que se descubran un día grandes yacimientos de mineral de hierro en el país; pero aún en este caso sería necesario disponer de carbón barato, indispensable para obtener un beneficio en la fundición del mineral. Hasta ahora la siderurgia se ha podido desarrollar solamente en aquellos pocos lugares del mundo donde existen yacimientos de carbón en la cercanía de los criaderos de hierro como en **Inglaterra**, **Estados Unidos de Norte América**, **Alemania**, **Francia** y **Bélgica**. Todos los demás países luchan con serias dificultades como por ejemplo **Chile** y el **Brasil**, donde, a pesar de sus grandes reservas en mineral de hierro, la industria de este metal no alcanza para satisfacer el consumo nacional.

En los altos hornos se obtiene del mineral el **hierro colado** o **fundido**, con una ley de 2-5% de carbono, usado para caños, vigas, partes de máquinas y numerosos otros objetos más. Por una serie de procedimientos se obtienen del hierro colado las demás variedades de hierro aplicadas

en la industria. Ninguna de ellas es hierro puro, todas tienen una pequeña ley en carbono que influye en sus propiedades en sentido variable. El **hierro dulce**, con 0,04 a 0,4 % de carbono, se distingue por su gran tenacidad, combinado con una dureza relativamente baja, fácil de trabajar a martillo y con maquinaria. Aplicación: alambres, clavos, rejas, herraduras, etc., etc. El **acero** es en realidad un hierro caracterizado por una ley en carbono, de 0,5 a 1,0 %, lo que en esta proporción le procura su gran dureza y elasticidad. En frío el acero no es maleable y rompe a golpes de martillo. En la actualidad se fabrican numerosas clases de aceros con un contenido de otros metales, como el níquel, cromo, tungsteno, vanadio (1), molibdeno (2) y manganeso, los cuales influyen en su dureza, tenacidad y elasticidad. Estos aceros especiales se usan principalmente para herramientas, instrumentos de cirugía, partes de motores y máquinas, armas, balas, rieles, etc.

El hierro es el metal más barato y es la elaboración lo que le da su valor como se verá en el cuadro siguiente, donde se indican algunos precios:

Una tonelada de mineral de hierro....	vale	5 a 20 \$ ^{m/n}
» » » hierro fundido.....	»	150 »
» » » acero fino.....	»	2.000 »
» » » hojas de cuchillos...	»	20.000 »
» » » resortes para relojes.	»	70.000.000 »

En comparación con el uso directo del metal, la aplicación del hierro en estado de composiciones, como ser pinturas, colorantes, drogas usadas en la fotografía y diversas industrias, es relativamente insignificante.

(1) Minerales de **vanadio**, como **vanadinita** y **descloizita**, se hallan en los filones de galena argentífera del distrito minero del **Guaico**, en el departamento Minas en **Córdoba**. Se los explota desde varios años.

(2) Entre los minerales de **molibdeno** se destaca la **molibdenita** que forma escamas gris-azuladas, de lustre metálico, muy blandas. Asoma en granito y filones de cuarzo: cerro **Áspero** (departamento Calamuchita, Córdoba), Sierra de la Huerta (San Juan), Sierra de los Llanos (La Rioja), etc.

CAPÍTULO XXV

Algunos minerales de manganeso: el Psilomelano, la Pirolusita.

El único mineral de manganeso que se ha encontrado en cantidad explotable dentro de la República Argentina, es el **psilomelano**. Se presenta en agregados radio-fibrosos con superficie arriñonada o botrióide de tales masas. Nunca forma cristales, es una sustancia amorfa. Quiebra bajo los golpes de martillo en astillas alargadas con superficie lisa. El color es negro, ligeramente azulado con lustre metálico reducido hasta submetálico. La raya es negra, con suave tinte marrón. La dureza es elevada, pero no constante y oscila entre los grados 6 y 7. Se distingue el psilomelano de otros minerales de parecida presencia exterior, como la hematita y la limonita, por su color y el de la raya.

El psilomelano es un óxido, es decir, una combinación del gas oxígeno, con el metal **manganeso**, agregándose algo de agua y varias sustancias accesorias en pequeña cantidad.

El psilomelano asoma especialmente en filones en los cuales suele estar acompañado de minerales de ganga, siendo la calcita, la baritina, el ópalo y la calcedonia los más comunes. Tales filones se conocen de la parte Norte de la **Sierra de Córdoba** y en sus últimas estribaciones que se prolongan en el territorio de **Santiago del Estero**. Los más potentes tienen de 1 a 2 metros de ancho y varios kilómetros de largo, como el filón de la **Aguada del Monte** en el departamento Sobremonte en Córdoba (véase fig. 48) y el de **Los Ancoches** en el departamento de Ojo de



Fig. 48. — Crestón que forma el filón de mineral de manganeso (psilomelano) de la mina «San José» en la Aguada del Monte, Departamento Sobremonte, Provincia de Córdoba. (Según fotografía de R. Beder).

Agua en Santiago del Estero. Durante la época de la guerra europea se explotaban estos yacimientos y varios otros de menor extensión con producción suficiente para satisfacer el consumo del país.

De psilomelano están formadas también las **dendritas**, que se encuentran con frecuencia encima de lajas de arenisca, formando un dibujo que hace recordar el aspecto de vegetales. En realidad se trata de simples



Fig. 49. — Dendritas, mineral de manganeso (psilomelano), precipitado de soluciones acuosas sobre una laja de arenisca.—Imita la naturaleza en estos dibujos el aspecto de vegetales con los cuales no tiene nada que ver.—Bolivia.

infiltraciones de soluciones manganíferas entre dos lajas sobrepuestas con precipitación subsiguiente del mineral negro (véase la fig. 49).

Existen todavía varios otros minerales de manganeso: el más distribuido es la **pirolusita** que se presenta en agregados de fibras negras de lustre metálico. Su composición es parecida a la del psilomelano, pero es un mineral muy blando que tiñe los dedos.

Los países de mayor producción en mineral de manganeso, mayormente pirolusita, son la **India, Rusia, la Costa del Oro** y el Estado de **Minas Geraes** en el Brasil.

El psilomelano, junto con los demás minerales de manganeso, es uno de los pocos minerales metalíferos que se usa directamente sin extraer el metal **manganeso** que casi no tiene aplicación como tal. Se agregan los minerales de manganeso a los minerales de hierro en la fundición para obtener luego hierros y aceros manganíferos de 5 a 20 % de manganeso, el cual les da una tenacidad especial. Fuera de esta aplicación principal, se necesitan los minerales de manganeso para purificar el vidrio durante su elaboración, para obtener ciertos esmaltes en la cerámica, para la fabricación de una clase de pilas eléctricas, y en la industria química para elaborar una serie de drogas usadas en la tintorería, la medicina, etc.

CAPÍTULO XXVI

El principal mineral de estaño: la Casiterita.

La **casiterita**, el óxido del metal estaño, forma cristales y a menudo maclas de cristales como los vemos en la figura 50.

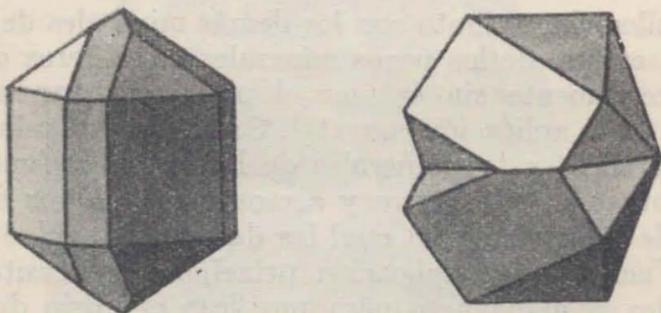


Fig. 50. — Cristal suelto y macla de dos cristales de casiterita. — En las minas de la Sierra de Zapata y del Cerro del Fraile en Catamarca predominan las maclas de cristales.

También se encuentra la casiterita en agregados cristalinicos y en algunas partes del mundo en masas completamente compactas. Los cristales de casiterita son generalmente negros, opacos, con lustre adamantino submetálico, pero también existen cristales translúcidos de color amarillo hasta marrón; en estas últimas variedades el brillo es más bien vítreo, hasta grasoso. La casiterita es quebradiza, no tiene clivaje marcado y rompe con superficie concoidal. La raya es pardusca clara hasta gris claro en la casiterita negra, blanca en las demás variedades. La dureza es elevada, entre 6 y 7. Es un mineral muy pesado, su peso específico es alrededor de 7.

La casiterita se encuentra irregularmente distribuída en ciertos filones de cuarzo junto con otros minerales como la mica, la fluorita, el topacio, a veces también la wolframita. Además se ha encontrado la casiterita en filones de pegmatita. Estos filones asoman casi siempre en granitos. Tales yacimientos de casiterita, siempre bien cristalizada, se explotan en la serranía de **Zapata**, en el **Cerro del Fraile** y en la región de **Fiambalá**, todos lugares en la provincia de Catamarca.

En otras regiones del mundo se obtiene la casiterita en forma de una arena negra por un lavaje de placeres donde ha sido arrastrada de sus yacimientos originales como en los famosos depósitos de la península de **Malaca**, de las islas **Banka** y **Biliton** en el archipiélago malayo y en los placeres potentes de **Nigeria** en Africa. En **Bolivia**, que es un productor de mineral de estaño de primer orden, la casiterita se encuentra en todas sus variedades, en parte junto con minerales de plata como en los innumerables filones que asoman en el famoso **Cerro de Potosí**.

Por la fundición de la casiterita y siguiente refinación, se obtiene el metal **estaño**. Por su color blanco y brillo metálico es muy parecido a la plata, pero es más blando, fácilmente se deja cortar en virutas con el cortaplumas. Es un metal muy dúctil y funde a una temperatura muy baja, a 232 grados, en una cuchara se derrite encima de la llama de una vela. Otro rasgo muy característico: una varilla de estaño produce al torcer o plegarla un ruido chisporroteante que no se observa en ningún otro metal. Sus propiedades le dan un valor inestimable en la industria: su ductilidad grande permite fabricar láminas u hojas delgadas, usadas para envolturas de comestibles (chocolate, te, etc.,) y cigarrillos, para preservarlos de la humedad (1). Por no tener el estaño propiedades tóxi-

(1) Estas hojas de estaño están siendo poco a poco sustituídas por las de aluminio que resultan más baratas, pero siempre tienen agujeritos finos que se destacan al poner la hoja contra la luz.

cas, es decir venenosas, como tantos otros metales, por ejemplo el plomo y el cobre, se lo aplica en la fabricación de medidas para bebidas, para revestimientos de mostradores de cafés y bars, para la confección de juguetes. Como metal resistente a la intemperie el estaño encuentra aplicación para cubrir la hojalata de hierro con una capa delgada, protegiendo así del herrumbre, usándose este material para tarros y latas de conservas, tambores, cacerolas, alambre, etc. Por su fusibilidad baja es el metal más apto para soldar. Muy importante son además las aleaciones del estaño con otros metales como el bronce o latón, el metal blanco y otros ya mencionados en la página 101. La industria química fabrica del estaño numerosos productos, usados los unos como pintura y esmaltes y otros aplicados en la tintorería.

Este consumo vasto del estaño que para la mayoría de los fines no es posible sustituirlo por otro metal, y el hecho, de que los yacimientos de mineral de estaño no son tan abundantes y ricos en comparación con otros yacimientos metalíferos, trae consigo que el precio del estaño es relativamente elevado: un kilo vale actualmente unos 3 \$ $\frac{m}{n}$.

CAPÍTULO XXVII

Los minerales de tungsteno: la Wolframita y la Scheelita.

Los minerales de tungsteno son poco comunes en la naturaleza, y si nos detenemos con ellos es por el motivo que la Argentina cuenta con una serie de yacimientos importantes.

Empezaremos la descripción con la **wolframita**, que es más abundante que la scheelita. La wolframita suele presentarse con frecuencia en cristales prismáticos bien desarrollados, los cuales pueden alcanzar varios centímetros de largo. La figura 51 representa tal cristal, procedente de la **Loma Blanca** al pie Oeste del Cerro del Morro en San Luis.

Más frecuente que los cristales libres son sus agrupaciones y agregados cristalinos, pero que permiten distinguir siempre los diferentes individuos.

La wolframita es un mineral de color negro, de lustre metálico no muy pronunciado. Su dureza tiene el grado 5 a 5 $\frac{1}{2}$, es quebradizo y fácil de pulverizar. La raya es de un color pardo oscuro con tinte rojizo. Su peso específico es elevado, 7 a 7,5, casi igual como el de la galena.

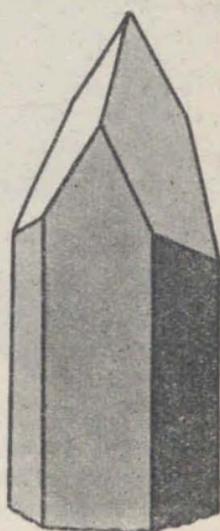


Fig. 51. — Cristal de wolframita. Mina « Loma Blanca », Cerro del Morro, San Luis.

Pero lo que más caracteriza la wolframita y lo distingue de todos los minerales similares, es su clivaje muy perfecto según un plano que corre paralelo a su extensión prismática. Desmenuzando un cristal o agregado de cristales, a golpes de martillo, resultan tablillas chicas con cara y contra-cara lisas y brillantes, mientras en el borde resulta una superficie de fractura desigual y de brillo apagado, como la figura 52 trata de explicarlo.

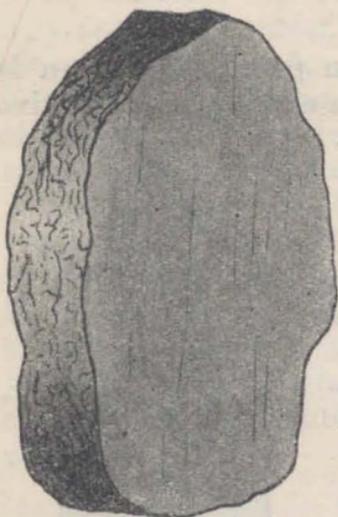


Fig. 52. — Trozo de clivaje característico de wolframita; dos planos lisos paralelos de contornos irregulares.

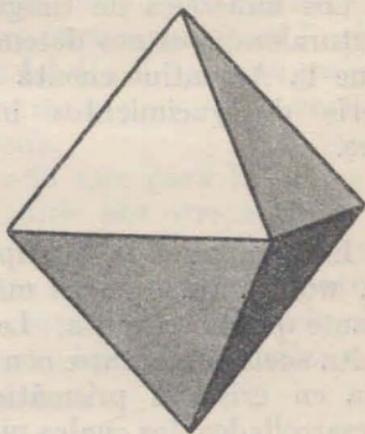


Fig. 53. — Cristal sencillo de scheelita. Mina «Los Cóndores», San Luis. — Forma muy parecida al octaedro (fig. 45) pero algo distinta en sus ángulos.

La **scheelita**, o el «wolfram blanco» como lo llaman también nuestros mineros, es de un aspecto muy distinto. Su color es blanco lechoso, o amarillento color de cera hasta pardusco y con un brillo adamantino, siendo translúcido. La raya es blanca; la dureza inferior a la de la wolframita, del grado $4 \frac{1}{2}$ hasta 5; quebradizo. Los cristales son algo escasos en nuestro país y tienen el aspecto de la figura 53.

El clivaje está muy poco marcado y desaparece en los agregados cristalinos en los cuales la scheelita suele presentarse generalmente. En trozos o agregados de cierto tamaño, la scheelita se reconoce sin dificultad, pues es uno de los minerales de lustre no metalífero más pesados que se conoce; su peso específico es 6. En cambio, en partículas muy chicas, la determinación no es tan sencilla y necesita la intervención de reacciones químicas. Por su aspecto poco llamativo se han descubierto los yacimientos de scheelita en el país mucho tiempo después de los de wolframita, es decir, hace recién unos 12 a 16 años.

Químicamente la wolframita es una composición del metal **wolfram** o **tungsteno** con hierro y manganeso, sustituidos los últimos en la scheelita por el calcio.

La wolframita y la scheelita se encuentran en la naturaleza bajo condiciones análogas como la casiterita, es decir, en filones de cuarzo con mica blanca y numerosos otros minerales accesorios en menor cantidad como la turmalina, las piritas de hierro y de cobre, la apatita, etc. Numerosos filones llevan únicamente wolframita, otros contienen además scheelita en proporción muy variable y finalmente se conocen yacimientos de scheelita con ausencia completa de wolframita.

En la República Argentina se conoce ya más de 50 yacimientos de tungsteno, de los cuales citaremos los más conocidos. La mina de mayor importancia es tal vez la de la **Loma Blanca** al pie occidental del Cerro del Morro en San Luis. Produce scheelita la cual se halla en nidos de una roca atravesada por filones de cuarzo con wolframita. En la misma provincia, en el departamento San Martín, están situados los filones con scheelita y wolframita de **Los Avestruces**, y cerca de Concarán se había obtenido cantidades considerables de wolframita en la mina **Los Cóndores**, hoy en día agotada. En la Sierra de Córdoba se destacan los filones de wolframita de **Autí, Taruca-Pampa** y del **Cerro de la Puerta**, en La Rioja un grupo de filones en la **Sierra de Velazco**, en Catamarca la mina **San Antonio**



Fig. 54.—Vista general de la mina de tungsteno (wolframita) «San Antonio», Departamento Belén, Provincia de Catamarca. (Según fotografía de R. Beder)

cerca de Belén y un yacimiento de scheelita en **Cerro Negro**, en San Juan una serie de filones de wolframita en la **Quebrada de Arrequeintín** en la Sierra de Colanguil.

Entre los demás países productores de mineral de tungsteno, se destacan actualmente sobre todo la **China** y la **India**.

Se utiliza la wolframita y la scheelita indistintamente por su contenido del metal wolfram o tungsteno. Las aleaciones de éste con el acero se distinguen por su extrema tenacidad, con cual se combina una resistencia marcada al ataque por el herrumbre. Con tales aceros se hace las planchas blindadas de los buques de guerra, caños de fusiles y escopetas y herramientas de toda clase. El metal wolfram mismo es de poca aplicación todavía; la más conocida es la elaboración de los filamentos metálicos en las lámparas eléctricas.

Durante la guerra de los años 1914-1918 había una gran demanda de minerales de tungsteno para los armamentos y es en aquel tiempo cuando se explotaba nuestras minas con suma intensidad. El precio alcanzó cifras elevadísimas, varios miles de pesos por tonelada de mineral puro, pero el valor del mineral bajó luego considerablemente y trajo una paralización de este ramo de la minería que se espera ha de terminar en un futuro cercano (1).

(1) Este momento parece haber llegado durante la impresión de este libro, habiéndose casi triplicado el precio del de hace un año (1928) y es de esperar que se mantenga. En diciembre de 1929 una tonelada de mineral de tungsteno concentrado valía unos 1600 \$ $\frac{m}{n}$.



Fig. 55.—A la derecha algunos obreros que seleccionan el mineral de tungsteno (wolframita) que se ha traído en bolsas de cuero de la mina. A la izquierda se ven dos obreros que están moliendo el mineral por el movimiento de un bloque de piedra. Mina «San Antonio», Provincia de Catamarca. (Según fotografía de R. Beder).

CAPÍTULO XXVIII

El mineral principal de antimonio: la Antimonita.

La **antimonita** o **estibina** puede presentarse en cristales prismáticos, a veces desarrollados con gran perfección. Más común son los agregados de cristales en varillas y fibras y existen también variedades compactas. Los cristales tienen un clivaje muy marcado, paralelo a la extensión longitudinal. La antimonita es opaca, de color blanco grisáceo, con fuerte lustre metálico, propiedades que se notan sobre todo en la fractura fresca, pues el mineral se cubre a la intemperie con un ligero velo grisáceo. La raya es gris plomo. Las propiedades que más caracterizan este mineral son su dureza baja, de grado 2, y su gran fusibilidad, pues es uno de los pocos minerales metalíferos que se derrite con facilidad en la llama de una vela. Con estos ensayos, fuera del aspecto fibrosos de sus agregados, se distingue la antimonita fácilmente de la galena a la cual se asemeja un poco.

La antimonita es un mineral compuesto por el metal antimonio y azufre, o sea un sulfuro de antimonio.

La antimonita se halla en filones de cuarzo, sólo o asociados a otros minerales del grupo de los sulfuros. En la Argentina se conoce varios yacimientos de antimonita, en las serranías de **Córdoba**, **Catamarca**, **Jujuy** y de los **Andes**, pero las reservas parecen ser reducidas. Las minas más productivas del mundo quedan en **China**.

El metal **antimonio** es blanco y de fuerte lustre metálico, muy parecido al estaño, pero es quebradizo y se pulveriza en el mortero. Su aplicación es reducida en relación a la de otros metales, sin embargo, no es despreciable del todo. Una aleación con 80 % de plomo da el metal de letras usadas en la tipografía; otra con 75 % de estaño es el metal britania. Además se emplea varios productos a base de antimonio para pinturas amarillas, esmaltes y vidrios y gomas teñidos, para fuegos artificiales, fulminantes de los cartuchos, en la fabricación de fósforos y drogas usadas en la tintorería y la medicina. Un kilo de antimonio vale unos 85 centavos $\frac{m}{n}$.

CAPÍTULO XXIX

Sobre los minerales de níquel: la Garnierita y la Magnetopirita niquelífera; de aluminio: la Kriolita y la Bauxita, y de mercurio: el Cinabrio.

Tenemos que hablar todavía sobre los minerales de ciertos metales de gran importancia económica, pero cuyos yacimientos más productivos se reducen a unos pocos lugares del mundo: los minerales de níquel, de aluminio y de mercurio.

Los minerales de níquel. — La ciencia conoce numerosos minerales de níquel; la mayoría son composiciones con azufre que asoman en filones en forma análoga a los minerales de plata, plomo, cinc, etc. Pero estos yacimientos que se encuentran sobre todo en **Alemania**, están declinando poco a poco en sus reservas. La mayor parte de la producción mundial proviene de dos puntos solamente. Uno es la isla **Nueva Caledonia**, posesión francesa al Este de Australia, donde abundan masas verdes compactas y estalactíticas del mineral **garnierita** con 7 a 10 % de níquel. El otro lugar, más importante todavía, es el distrito de **Sudbury** en Canadá, donde se extrae el níquel de una mezcla de varios minerales que son sulfuros de hierro, de cobre y de níquel, entre los cuales predomina la **magnetopirita niquelífera**, un mineral de composición próxima a la piritita de hierro. En la Argentina se conocen actualmente sólo dos yacimientos de minerales de níquel que

nunca han dado gran rendimiento, la mina **Solitaria** al Norte de Jagüel y la **Reina Alejandra** en el Norte de Famatina, ambas en **La Rioja**.

El metal **níquel** es blanco como la plata, pero con un ligero tinte amarillento, es muy tenaz, bastante dúctil y resistente a la influencia del aire y de la humedad. Fuera del hierro es el único metal atraído por el imán. Se hacen numerosos objetos de níquel puro, como cacerolas, jarras y otros artículos de menaje; pero generalmente los objetos son solamente niquelados, es decir, están cubiertos por una capa delgada de níquel, obtenida por varios procedimientos. Especialmente usadas son las aleaciones del níquel con otros metales; el acero de níquel, con 1,5 a 5 % de este metal, se distingue por su tenacidad y se aplica para cañones, en la construcción de automóviles, bicicletas, etc. En aleación con el cobre el níquel tapa el color rojo de éste como lo atestiguan las «monedas de níquel», que en realidad son de cobre con solamente 25 % de níquel. En 1929 se cotizaba el níquel a unos 2 \$ $\frac{m}{n}$ el kilo.

Los minerales de aluminio. — Existen en la naturaleza numerosos minerales que contienen el metal aluminio; como ejemplos podemos mencionar el feldespato y la mica, fuera de aquellos que daremos a conocer más adelante como la augita, la hornblenda, el granate, la turmalina y otros más, todos muy distribuidos en la naturaleza. Pero estos minerales están combinados con una sustancia, la sílice, la cual, en estado puro, no combinado químicamente, es el cuarzo. La técnica no ha encontrado todavía ningún procedimiento racional para poder separar el aluminio de la sílice en los minerales y quedan prácticamente aquellos minerales de aluminio en los cuales no existe sílice. Entre estos hay solamente un pequeño grupo que se presentan en cantidades grandes como la **kriolita** y la **bauxita**.

La **kriolita** es un mineral que forma agregados compac-

tos blancos translúcidos, muy parecidos al cuarzo. Lo que entre otras propiedades la distingue de éste, es su dureza reducida, la cual alcanza solamente el grado 3. Se conoce en el mundo entero un solo yacimiento de kriolita, que es en **Groenlandia**, fuertemente explotado.

La **bauxita** forma masas compactas, mates, hasta agregados terrosos, de color blanco hasta amarillento y pardusco o manchado. Sus yacimientos más productivos en la actualidad se hallan en **Francia**, en los **Estados Unidos de Norte América**, en la **Guayana** y en **Italia**.

El metal **aluminio** es blanco, muy dúctil y liviano; su peso específico es solamente 2,6. Su aplicación en la industria data de pocos decenios atrás, desde que mediante la electro-técnica llega al mercado a un precio reducido que hoy en día oscila alrededor de \$ $\frac{m}{n}$ 1.20 por kilo, mientras que en el año 1886 se pagaba todavía unos 40 \$ $\frac{m}{n}$ y en 1856, 170 \$ $\frac{m}{n}$ por la misma cantidad.

Se utiliza el aluminio en la construcción de aviones, aeronaves, lanchas y para numerosos otros fines donde se requiere un material liviano pero resistente. Se fabrica además numerosos objetos como artículos de menaje, ciertas pinturas metálicas y hojas delgadas que poco a poco sustituyen las de estaño por su precio más bajo.

El polvo de aluminio está utilizado como pintura relumbrante y últimamente también en la fabricación de fuegos artificiales, pues una vez encendido arde con una luz sumamente intensa.

El principal mineral de mercurio es el **cinabrio**, el sulfuro de mercurio. Se conoce también el mercurio nativo, pero éste es bastante escaso y las noticias de hallazgos de cantidades mayores no han sido nunca comprobadas. El cinabrio suele presentarse en cristales de lustre adamantino, en agregados cristalinos, granulados hasta muy compactos y mates, pero de poca dureza que es de grado 2 y de un peso específico muy elevado de 8. Su color es rojo, rojo-marrón hasta negruzco, la raya es colorada.

Los yacimientos de cinabrio de mayor producción en la actualidad tiene **Italia** (Toscana e Idria), luego sigue **España** con su famoso yacimiento en **Almadén**, mientras los de **California** están en decadencia. En la Argentina no se conoce con certeza ningún yacimiento de cinabrio; pero existen varios antecedentes de su existencia y no es imposible que se verifiquen un día estas noticias.

Fuera del uso directo del cinabrio como pintura, se extrae de este mineral el **mercurio** o **azogue**, el único metal líquido a la temperatura normal, el cual endurece recién a una temperatura de 39° bajo 0°. El azogue tiene la propiedad de disolver el oro, la plata y otros metales, formando una especie de aleaciones semi-líquidas hasta plásticas, llamadas **amalgamas**. En esta virtud consiste su aplicación en la extracción del oro en los lavados concentrados. Además se usa el mercurio en la fabricación de termómetros y aparatos de física y de química. En una época pasada se hacían los espejos con mercurio, mejor dicho, con amalgama de mercurio y estaño; hoy en día se preparan los espejos con plata. La química prepara del mercurio una serie de drogas importantes, usadas esencialmente en la medicina como el sublimado, un poderoso desinfectante, pero muy venenoso como la mayoría de las substancias que contienen mercurio, incluyendo el mercurio metálico mismo. Un kilo de mercurio vale hoy unos 7.70 \$ $\frac{m}{n}$.

TERCERA PARTE

QUE TRATA DE LOS MINERALES NO-METALÍFEROS DE VALOR ECONÓMICO O MÁS COMUNES EN LA NATURALEZA.

CAPÍTULO XXX

El Diamante y consideraciones generales sobre las piedras preciosas o gemas. — El Grafito.

Entre los varios miles de especies minerales que se conocen, existe un pequeño número que se destaca por su transparencia perfecta, su dureza elevada, combinada con una coloración atrayente o un reflejo multicolor de la luz; propiedades nobles a las cuales se agrega todavía su distribución muy limitada en la naturaleza. Estos minerales forman el grupo de las **piedras preciosas** o **gemas**, que desde los tiempos más remotos fascinan al hombre por su belleza. Existe luego un grupo de minerales considerados como **piedras semi-preciosas**, en general coloreados con los tintes más variados, pero que son más frecuentes y por consecuencia de menor precio. En un tercer grupo se reúnen las **piedras de adorno**, de colores también atrayentes, pero solamente traslúcidas hasta opacas, adquiriendo un brillo fuerte al pulirlas como las anteriores. Los límites entre estos 3 grupos no son fijos y menos todavía la escala de su valor comercial, que no

solamente depende de la especie del mineral, sino en alto grado de su belleza o coloración particular.

Pocas veces se hallan las piedras preciosas en estado de cristales perfectos; especialmente se encuentran en forma de rodados con la superficie mate, despulida o en trozos de cristales de los cuales a veces solamente una mínima parte está libre de inclusiones y rajaduras, condiciones esenciales para su aplicación. Menos llamativas todavía son las piedras de adorno en estado bruto, cuyo brillo y dibujo nace recién al pulirlas.

Describiremos los representantes más conocidos de cada uno de los 3 grupos mencionados empezando con la piedra preciosa por excelencia:

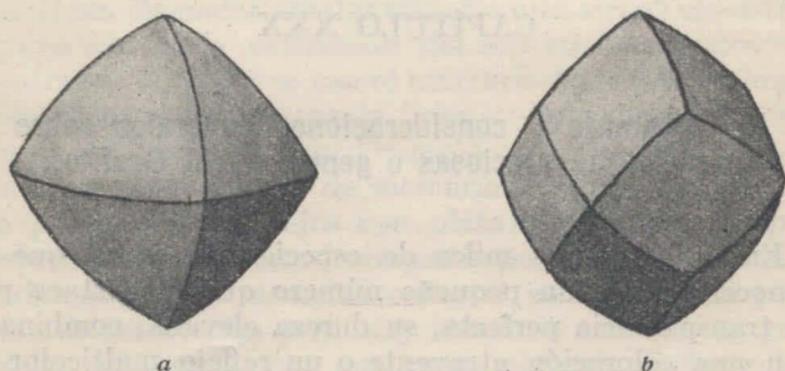


Fig. 56. — Cristales de diamante, ligeramente encurvados (*a* octaedro; *b* dodecaedro rómbico).

El diamante. — El diamante se encuentra en la naturaleza en cristales que generalmente tienen el aspecto de las figuras 56*a* y 56*b*. Se nota que las caras de estos cristales no son planas, sino ligeramente encurvadas, un fenómeno excepcional que también se ha observado en otras especies, aunque ninguna lo presenta con tal nitidez y frecuencia como el diamante.

Es un mineral quebradizo, no es difícil pulverizarlo a golpe de martillo, además tiene un clivaje bien marcado.

Al mismo tiempo es el mineral más duro que se conoce, pues su dureza de grado 10 no es alcanzada por ninguna otra substancia natural ni artificial; el diamante raya a todas y no es rayado por ninguna, apenas por sí mismo. Esta sola propiedad le da un valor inestimable en la técnica, donde se usan las modificaciones impuras del diamante, el **bort**, que son agregados de cristales e individuos turbios, y el **carbonado**, una variedad negra. Tales diamantes se utilizan para insertarlos en las coronas de los trépanos de rotación de las máquinas perforadoras, cuando trabajan en rocas duras. Con el polvo se pulen los diamantes finos, las astillas sirven para cortar, perforar y grabar dibujos o letras sobre otras piedras, vidrio, porcelana, acero y demás substancias duras. Muy conocido es el uso del diamante para **cortar** el vidrio. Para este fin se necesita un cristal, aunque sea impuro, y se hace con uno de sus vértices una raya fina sobre el vidrio, lo que produce un silbido particular. Este fenómeno es muy distinto de una simple raya que se puede obtener con cualquier trozo de diamante u otra substancia de mayor dureza que el vidrio. El vértice del diamante produce una verdadera división de la placa de vidrio aunque no sea visible a simple vista, pero se manifiesta a la menor

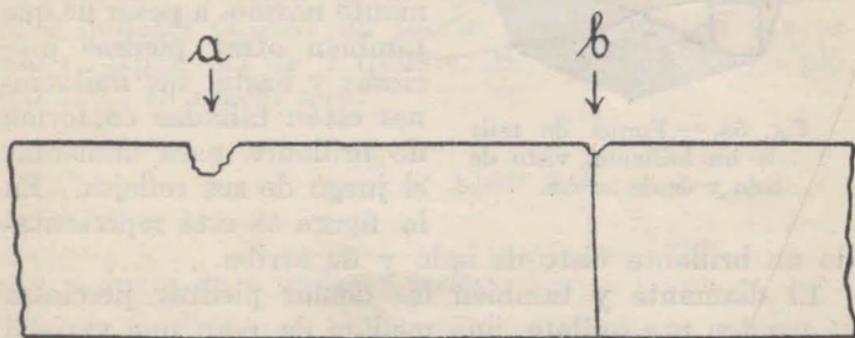


Fig. 57. — Un objeto duro, por ejemplo un trozo de cuarzo, produce en una placa de vidrio una raya superficial (a), mientras el vértice de un diamante provoca una grieta (b) por la cual la placa de vidrio se rompe luego con facilidad.

presión. Dejando el vidrio así rayado durante algunos años sin quebrarlo, la grieta microscópica se cierra otra vez y queda solamente la raya fina superficial, por la cual el vidrio no se divide. En la figura 57 esta diferencia entre la acción de un diamante de escribir y otro de cortar está explicada esquemáticamente.

El lustre fuerte típico, el llamado brillo adamantino, y la propiedad de reflejar la luz en los colores más variados,

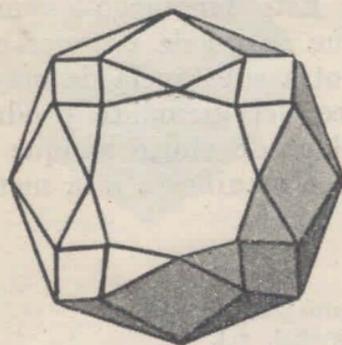
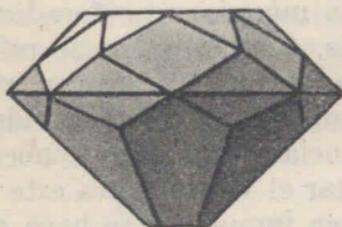


Fig. 58. — Forma de talla de un brillante, visto de lado y desde arriba.

hacen del diamante puro la piedra preciosa de mayor fama. Como ya dijimos, estas propiedades aparecen en todo su esplendor recién cuando el diamante está tallado y depende todavía de la forma que se le da. La experiencia de muchos siglos y en los últimos tiempos también los estudios teóricos, han demostrado que la forma más adecuada es la del **brillante**, hoy en día tan universalmente adoptada, que se la identifica directamente con el diamante mismo, a pesar de que también otras piedras preciosas y hasta sus imitaciones están talladas en forma de brillante para aumentar el juego de sus reflejos. En la figura 58 está representa-

do un brillante visto de lado y de arriba.

El diamante y también las demás piedras preciosas se venden por **quilate**, una medida de peso que variaba en tiempos pasados entre 205 y 207 miligramos, pero fijada en el año 1910 por un convenio internacional en 200 miligramos ($1/5$ de gramo). Hay que distinguir pues dos conceptos de la palabra quilate, uno para indicar la

ley en oro en sus aleaciones (1), el otro como peso de las piedras preciosas. En la figura 59 tenemos los dibujos en tamaño natural de 7 diamantes, tallados en forma de brillante, de $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, 2, 3, 5 y 10 quilates.

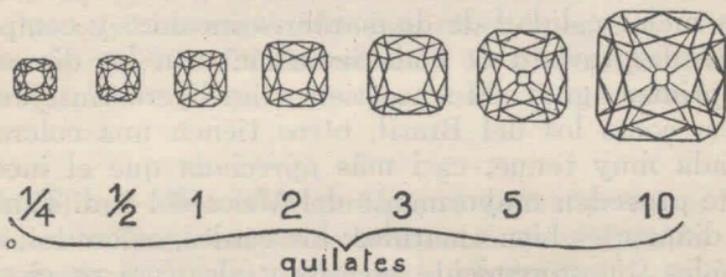


Fig. 59. — Tamaño natural de 7 brillantes de diferentes quilates. (Recopilado de un cuadro de M. BAUER: Las piedras preciosas).

El precio de los diamantes es sumamente variable, un quilate de calidad para uso industrial puede conseguirse desde unos 5 \$ $\frac{m}{n}$, mientras un quilate de un diamante tallado de la mejor calidad existente puede valer hasta la suma fabulosa de 2.000 \$ $\frac{m}{n}$. Como término medio, un quilate de diamante de buena calidad cuesta de 300 á 500 \$ $\frac{m}{n}$. Con el aumento del tamaño progresa rápidamente la escasez, de manera que un diamante de 3 quilates obtiene un precio que es mucho mayor que el triple del de 1 quilate. Si éste es por ejemplo 400 \$ $\frac{m}{n}$, su precio será:

$$\frac{3 \times 3 \times 400}{2} = 1.800 \text{ \$ } \frac{m}{n}$$

Y si fuera de 4 quilates será:

$$\frac{4 \times 4 \times 400}{2} = 3.200 \text{ \$ } \frac{m}{n}$$

(1) Véase la página 88.

y si tiene 10 quilates, o sea un peso de solamente 2 gramos, tendremos según la misma fórmula:

$$\frac{10 \times 10 \times 400}{2} = 20.000 \text{ \$ } \frac{m}{n}$$

La mejor calidad de diamante es incoloro y completamente desprovisto de toda inclusión; son los diamantes de «primer agua». Muchos tienen un ligero tinte amarillento, como los del Brasil, otros tienen una coloración azulada muy tenue, casi más apreciada que el incoloro y que proceden mayormente del Africa del Sud. También hay diamantes bien amarillos; los verdes, colorados, rojos y azules son sumamente escasos y alcanzan precios elevadísimos.

Las minas de diamantes más afamadas del mundo, tanto por calidad como por cantidad, son las de la **Unión Sudafricana**, de las cuales la de **Kimberley** es la más extensa y productiva. En estos yacimientos el diamante está diseminado en una roca volcánica azulada descompuesta, que forma chimeneas de varios centenares de metros de diámetro que atraviesan los estratos horizontales y siguen hasta gran profundidad. En el año 1927 la producción de diamantes de la Unión Sudafricana alcanzó a 4,7 millones de quilates con un valor de unos 140 millones de pesos moneda nacional.

En otras regiones se hallan los diamantes sobre todo en placeres o en conglomerados que son depósitos de rodados antiguos endurecidos. Tenemos que mencionar la **India**, que ha dado la mayor cantidad de diamantes en los tiempos antiguos, pero cuya producción está mermando. Citaremos el **Brasil**, donde se encuentran diamantes en Minas Geraes, Bahía, Goyaz, Matto Grosso y Paraná; luego los yacimientos de **Borneo**, de **Nueva Gales del Sud** en Australia, del **Africa del Sud-Oeste**, y de la **Guayana Inglesa**, sin agotar completamente la lista. Se ha oído hablar de hallazgos de diamantes en la **Argentina**, pero no se ha podido obtener indicaciones concretas, sin que ellas sean imposibles.

Químicamente el diamante es la substancia **carbono** cristalizado. Calentándolo a una temperatura muy elevada y en presencia del aire, se quema lentamente y por completo. El químico francés **ENRIQUE MOISSAN** ha llegado en 1903 a producir artificialmente el diamante, pero los cristales eran muy pequeños, apenas de 1 milímetro de espesor. Desde entonces la técnica ha tratado de mejorar estos resultados pero hasta hoy sin éxito.

El grafito.— Hemos dicho que el diamante es carbono cristalizado, pero existe todavía otra modificación cristalizada de la misma substancia, el **grafito**. Este es un mineral de propiedades diametralmente opuestas a las del diamante, de color gris acero casi negro, opaco, de cierto brillo suave; muy blando, de dureza 1 a 2 y tiñe los dedos al tocarlo. Prácticamente es un mineral muy resistente a la acción del fuego y esta propiedad lo hace **refractario**, lo que le da gran valor en la técnica. Solamente calentado a temperaturas altas y extremas, se quema, dejando un poco de ceniza, procedente de impurezas incluídas.

El grafito forma cristales hojosos, muy parecidos a la mica negra y con el mismo clivaje perfecto como ésta, pero su propiedad de teñir los dedos o el papel evitan toda confusión. Tales cristales podemos hallarlos de vez en cuando en las calizas cristalino-granulosas de **La Calera**, en Córdoba. Más frecuente son los agregados cristalino-escamosos y las masas compactas y terrosas.

Se encuentra el grafito en capas, nidos y lentes, intercalados en rocas metamorfoseadas por la presión y la alta temperatura dentro de la costra terrestre, como en los yacimientos de los **Estados Unidos de Norte América**, **Checoeslovaquia**, **Baviera**, **México** y **Madagascar**. También se presenta en filones dentro de rocas ígneas como en la Isla **Ceylán**, muy afamada por su excelente calidad. En la Argentina existen varios yacimientos de grafito: en la **Sierra de San Luis** y sobre todo en la **Sierra Pie**

de Palo en San Juan, poco explotados todavía por la dificultad del transporte.

El grafito o la **plombagina**, como se lo denomina a menudo en el comercio, es de mucha aplicación. Se prepara con su polvo las minas de los lápices, mezclando la substancia con una proporción variable de arcilla para obtener las diferentes durezas. Mayor cantidad todavía absorbe la fabricación de crisoles refractarios y de moldes de fundición, no contando los usos múltiples que el grafito encuentra en la electrotécnica. Además se prepara con el grafito pinturas para estufas, cocinas económicas y otros objetos, lubricantes y pastas para pulir.

Desde hace unos 30 años se fabrica el grafito artificialmente y en gran escala, el que, por su pureza es un fuerte competidor del producto natural. El establecimiento más famoso está situado al lado de las cataratas del **Niágara** en Norte América.

CAPÍTULO XXXI

El Corindón y sus variedades: el Esmeril, el Rubí y el Zafiro. Nociones sobre la imitación de las piedras preciosas.

El mineral **corindón** es generalmente de aspecto muy poco atrayente. Sus cristales prismáticos (fig. 60) suelen estar mal desarrollados, las caras están borradas y algo encurvadas, imitando a veces la forma de un barril. Pueden alcanzar un largo de varios decímetros. Son turbios, de lustre vítreo, de color pardusco, gris, blanquecinos, azulados, opacos hasta translúcidos.

La fractura es concoidal, el clivaje vertical a la elongación de los cristales es muy poco marcado. La propiedad sobresaliente es su dureza que es de grado 9, siendo el mineral más duro después del diamante. Tales cristales o agregados cristalinos se encuentran en varias clases de rocas y cuando su concentración es grande, se

los explota como material **abrasivo**, es decir, una substancia que se usa para cortar, labrar y pulir piedras y metales y para hacer toda clase y formas de piedras de

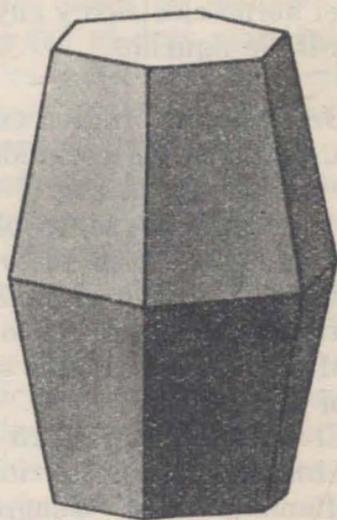


Fig. 60. — Cristal de corindón como se presenta especialmente en la variedad de zafiro.

aflar. Los yacimientos más extensos se hallan en el **Canadá**, en la **Carolina del Norte** en los Estados Unidos y en **Madagascar**. En la República Oriental del **Uruguay** se conoce un yacimiento bueno de corindón en masas cristalinas en el **Cerro Redondo** en el Departamento Minas.

Una variedad del corindón, muy mezclado con magnetita y hierro oligisto, en masas granulosas negruzcas, es el **esmeril**. Por su dureza elevada es un abrasivo muy estimado, aunque no llega a tener el valor del corindón sin mezcla. El yacimiento de esmeril más productivo del mundo se halla en la isla **Naxos**, en el Mar Egeo, en Grecia.

El corindón y el esmeril han tenido en los últimos 20 años un competidor muy fuerte en el **carborúndum**, un producto artificial, hecho a base de sílice y de carbono en el horno eléctrico y cuya dureza es todavía algo mayor que la de aquellos.

Del mineral corindón existen algunas variedades nobles, transparentes. El corindón incoloro, perfectamente claro, que es químicamente el óxido de aluminio cristalizado, fué denominado **zafiro blanco**. A pesar de su dureza y escasez, no es una piedra preciosa muy apreciada por la falta de **fuego** al reflectar la luz; en este sentido se distingue poco del vidrio común.

Mucho más valiosas son las variedades de color, el **rubí** y el **zafiro**.

El color del verdadero rubí o **rubí oriental**, varía entre un rosado y un rojo violáceo particular muy apreciado, el llamado color «sangre de paloma». Los ejemplares más puros y de hermoso color son más estimados todavía que el diamante. Los rubíes más finos proceden de placeres en **Birmania**, en menor cantidad vienen de **Siam**; los de **Ceylán** son de menor belleza.

El **zafiro**, tiene un color azul-añil oscuro, pero también hay tintes más claros hasta tenues. Su valor no alcanza el del rubí. Los zafiros más hermosos se encuentran en

placeres de la isla **Ceylán**, junto con otras piedras finas. Los de **Queensland** en Australia y de **Camboya** son de un color azul muy oscuro, menos estimados que los de Ceylán. Muy lindos zafiros se han encontrado además en **Montana** en Norte América.

El valor elevado de las piedras preciosas ha dado motivo, ya en los tiempos remotos, para imitarlas artificialmente, industria que ha alcanzado un alto grado de perfección. No se puede decir que han sido intenciones de fraude, aunque seguramente no faltan, las que estimularon una imitación, sino también el deseo plausible de encontrar un sustituto de las piedras finas naturales a precios reducidos, cualquiera que sea su aplicación.

Tenemos que distinguir bien dos clases de piedras falsas: las verdaderas **imitaciones** y las **piedras artificiales**.

Las imitaciones se hacen principalmente de ciertas clases de vidrio, sea incoloro para imitar el diamante, sea teñido de colorado, azul, verde, etc., en tintes que se aproximan a los del rubí, zafiro, esmeralda y otros. Sin embargo, se las reconoce fácilmente, sobre todo por su dureza que nunca alcanza el grado 7 y a menudo se dejan rayar con la punta de un buen cortaplumas. Su valor comercial es insignificante y consiste especialmente en el trabajo de pulimento.

El caso de las piedras artificiales es muy distinto. Estas son verdaderos cristales de la misma composición química que las piedras naturales, obtenidos en hornos especiales. Participan con estas su dureza, su peso específico y las demás propiedades, tanto físicas como químicas. Hasta hoy se ha llegado a fabricar solamente dos especies de gemas, el corindón y el espinelo, (1)

(1) El **espinelo** es un mineral pariente de la magnetita, pero translúcido hasta bien transparente; se presenta en todos colores. Gema de segundo orden.

ambos en casi todas sus variedades de color. Pero numerosas otras piedras preciosas, entre ellas la esmeralda verdadera, no se han podido elaborar.

Tales productos se denominan «**piedras reconstituídas**», pues se usaba para los primeros ensayos, hace unos 40 a 45 años, trocitos de verdaderos rubíes, que se hicieron recristalizar en un solo individuo de mayor tamaño. Pero este procedimiento se ha abandonado desde hace años, utilizando directamente el óxido de aluminio obtenido en el laboratorio químico, agregando ciertas substancias para obtener la coloración. Será, pues, más conveniente usar la palabra «**piedras artificiales**» o «**sintéticas**» que la expresión inadecuada de «piedras reconstituídas» que usan todavía la mayoría de los joyeros.

Las piedras sintéticas son tan parecidas a las naturales que solamente personas expertas en el ramo son capaces de distinguirlas por los matices del color y ciertas inclusiones microscópicas; pero también hay casos en que estos medios fallan. Para proteger tanto al público como también al joyero de confusiones y engaños, sean intencionales o involuntarios, se han creado en los últimos años varios institutos especiales que se ocupan exclusivamente de investigar la autenticidad de las piedras finas y que están dotados con todos los aparatos e instrumentos para descubrir las imitaciones. Tales institutos los hay en Nueva York, París, Viena y Berlín.

Fuera de su aplicación en la joyería, las piedras artificiales son utilizadas con frecuencia para cojinetes de relojes y otros mecanismos finos, sustituyendo el «rubí» (1) por el producto artificial de menor precio y dureza igual. La cantidad de «rubíes» está indicado en el interior de la tapa del reloj.

El precio de las piedras artificiales depende de su color y varía hoy entre unos 30 centavos y 2 \$ $\frac{m}{n}$ el quilate de piedra bruta.

(1) Los «rubíes» de los relojes baratos eran generalmente hechos de granate.

CAPÍTULO XXXII

El Berilo y sus variedades: la Esmeralda, el Aguamarina y el Berilo de oro. — El Topacio.

El **berilo** es bastante común como mineral accesorio en las pegmatitas. Sus cristales son siempre prismas hexagonales, a veces muy sencillos, en otras ocasiones con profusión de caras en su terminación. La figura 61 enseña un cristal sencillo.

El berilo es de fractura concoidal, además tiene un clivaje bastante marcado vertical al prisma. Su dureza es de $7 \frac{1}{2}$ á 8, es decir, uno de los pocos minerales de mayor dureza que el cuarzo. Su lustre es vítreo, el color blanco-azulado, azulado-verdoso, pero generalmente son turbios o llenos de rajaduras y carecen entonces de valor

comercial. Encontramos tales individuos, a veces de varios kilos, en numerosas pegmatitas y en filones de cuarzo, así por ejemplo, en los alrededores de **Tanti** en la Sierra de **Córdoba**, y no son escasos en las serranías de **San Luís** y **Catamarca**. Por su composición química el berilo pertenece a los silicatos, llevando fuera de sílice además aluminio y la substancia glucinio.

Del berilo existen numerosas variedades nobles, transparentes, de colores variados, algunas muy apreciadas

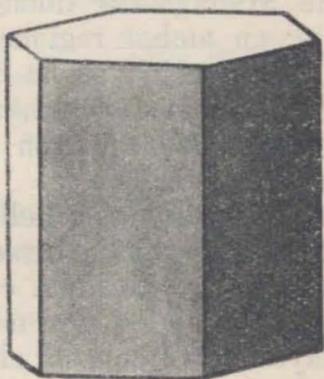


Fig. 61. — Cristal sencillo de berilo. La Toma, San Luís.

como piedras finas. La más valiosa es la **esmeralda**, de matiz verde particular, el verde esmeralda. Es una piedra preciosa de gran valor, sobre todo cuando está completamente libre de inclusiones y rajaduras, lo que raras veces sucede. Alcanza precios iguales y hasta mayores todavía que el diamante. Las esmeraldas de mayor belleza se encuentran en una caliza negra en los alrededores de **Muzo en Colombia**. Más claras y menos valiosas son las esmeraldas de la **Siberia**. En la antigüedad se obtenía la esmeralda de una mina sobre el Mar Rojo en el **Egipto**.

Otra variedad de berilo es el **aguamarina**, considerada más bien como piedra semi-preciosa. Su color es verde azul, muy variable en su intensidad, pero nunca oscuro. El país predilecto de las aguamarinas es el **Brasil**, luego viene **Madagascar** donde hay además berilos de otros tintes; en ambas regiones se los encuentra en placeres. En la Argentina se ha encontrado aguamarinas utilizables en varias ocasiones, como en la Sierra de **San Luis**; pero estos hallazgos son demasiado aislados para explotarlos con beneficio.

El **berilo de oro**, o **heliodoro** es una variedad amarilla, que citamos por haberse encontrado cristales grandes muy claros y de linda coloración en **Catamarca** y que han sido tallados y vendidos en Buenos Aires, sin que se haya dado a conocer el lugar exacto de estos hallazgos. En el mismo yacimiento hay también berilos incoloros, menos apreciados por su falta de fuego.

De paso agreguemos unas palabras sobre el **topacio**, otro silicato de aluminio, cuyos cristales, a veces muy ricos en caras, suelen encontrarse con preferencia en las mismas rocas que llevan la casiterita y en ciertas pegmatitas. (fig. 62) También se halla en placeres.

El color predominante del topacio es un amarillo en diferentes matices, un color muy parecido al del vino blanco. El topacio incoloro, llamado **gota de agua** es escaso, también las variedades rosadas, rojizas, verdosas y azu-

les, estas últimas encontradas solamente en Siberia. El topacio es transparente, de lustre vítreo y de dureza elevada, de grado 8. Existen muchos yacimientos de topacio, los más importantes quedan en el **Brasil**, otros en **México** y **Madagascar**, para citar solamente los de mayor fama. En la Argentina, se han encontrado cristales de un topacio incoloro en la veta «**Quilmes**» de la mina de estaño «**San Salvador**» en **Catamarca** y en rodados de color amarillo pálido en las arenas del **Arroyo Mallín** al Oeste del dique San Roque en **Córdoba** y entre rodados en la orilla del **Río Uruguay** en **Entre Ríos** sin que se haya hecho esfuerzos en buscarlo sistemáticamente.

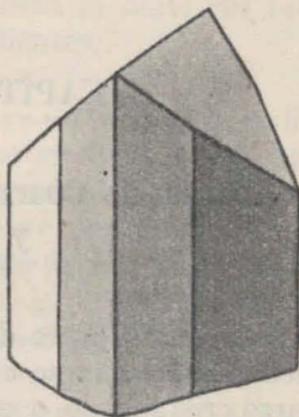


Fig. 62. — Cristal de topacio; veta «Quilmes» de la mina de casiterita «San Salvador», Catamarca.

CAPÍTULO XXXIII

Las variedades de Cuarzo cristalizado. — La Calcedonia y el Ópalo.

En la primera parte de este libro hemos discutido las propiedades del cuarzo común (1), mencionando también el cuarzo cristalizado o cristal de roca y su aplicación (2). En este capítulo podemos ampliar nuestros conocimientos, agregando la descripción de algunas variedades de cuarzo que merecen ser conocidas por su vasta distribución o por su aplicación como piedras semi-preciosas o de adorno.

El **amatista** es un cuarzo cristalizado de color violáceo, claro hasta oscuro. Se la encuentra a veces en huecos de granitos y pegmatitas, como por ejemplo en varios puntos de la **Sierra de Achala**, parte central de la Sierra de Córdoba. Pero la forma más característica en que se presenta es en las **geodas** o **drusas**, nódulos grandes de agata, un mineral que describiremos en seguida, y en cuyo centro se halla un vacío, con las paredes tapizadas por los cristales chatos de amatista.

Las geodas se forman originariamente en huecos en una roca volcánica, el meláfido, del cual se desprenden por su mayor resistencia cuando este se descompone a la intemperie, cayendo luego en parte en los ríos donde hoy también se las recoge. Tales geodas con amatista

(1) Capítulo V: páginas 15-17.

(2) Capítulo VIII: páginas 27-29.

se encuentran en el Noroeste de la **República Oriental del Uruguay**, en **Río Grande do Sul** y **Minas Geraes** en el Brasil, fuera de los yacimientos en **México**, **Madagascar** y el **Ural** en Rusia. Se utiliza el amatista tallada sobre todo para alfileres y pendientes.

El **cuarzo ahumado** o **morión** es un cuarzo cristalizado de color característico pardusco-grisáceo tenue, hasta muy oscuro, el mismo color que adquiere una placa de vidrio al tenerla un rato dentro de una llama de vela. Se halla especialmente en los **Alpes** de Europa.

El **citriño** es amarillo hasta anaranjado. Procede sobre todo de España y de Madagascar. Se lo imita artificialmente de la amatista, la cual cambia su color al calentarla fuerte.

Del mineral cuarzo existe una variedad completamente compacta, la **calcedonia**. Solamente con ayuda del microscopio se puede constatar que se compone de fibras finísimas de cuarzo. La calcedonia tiene una fractura astillosa hasta concoidal con lustre vítreo hasta el de cera en su fractura. Nunca es transparente, pero a veces bastante translúcida y también casi opaca. Según el color y la estructura se distinguen numerosas variedades, entre las cuales citaremos las más conocidas.

La **calcedonia noble**, en masas arriñonadas hasta racimosas, grisáceo-azulada; la **cornalina**, color rojo de sangre; la **crisoprasa**, verde, son todos minerales muy translúcidos y utilizados como piedras de adorno. La calcedonia noble, en trozos utilizables, ha sido encontrada en la Argentina en los filones de mineral de manganeso en **Los Ancoches**, departamento Ojo de Agua en Santiago del Estero.

La variedad más conocida de calcedonia es tal vez el **ágata**, que forma las geodas en cuyo centro se halla a veces el amatista. Lo característico es su estructura en capas concéntricas de diferentes tintes, generalmente gris hasta blanco. (Véase la figura 63). Poniendo el ágata en soluciones de ciertos colorantes, la piedra los absorbe, penetrando hasta el interior en el término de



Fig. 63. — Geoda de ágata con cristales de amatista en su interior. La parte central es hueca. República Oriental del Uruguay. $\frac{1}{3}$ del tamaño natural.

algunas semanas o meses. Pero como no todas las capas absorben el colorante con la misma facilidad, habiendo con frecuencia algunas que se tiñen muy poco o nada, resulta un dibujo de estrías que da a la piedra pulida un aspecto muy atrayente. La mayoría de las ágatas trabajadas en forma de pisapapeles, soportes, botones, etc., son así preparadas artificialmente, sobre todo las azules y verdes. Ya al citar el amatista hemos mencionado los principales puntos de hallazgo del ágata; sin embargo,

no todas las geodas o drusas de ágata llevan amatistas, algunas veces puede faltar además el hueco en el centro. Tales nódulos de ágata, de un bonito color gris-azulado se encuentran en un meláfido en **Sol de Mayo** al pie Este de la Sierra de Guasayán en Santiago del Estero, mientras al Norte del **Río Chubut** y en el Valle de **Zapala** en el Neuquén, el ágata aparece en rodados. (Véase figura 64).

Una variedad particular del ágata es el **ónix** (1) que muestra capas blancas y negras paralelas y el **sardónix**, en el cual el color negro es sustituido por el marrón. De este material los artistas lapidarios cortan los **camafeos**, medallones cuyo dibujo blanco en relieve se destaca de su fondo

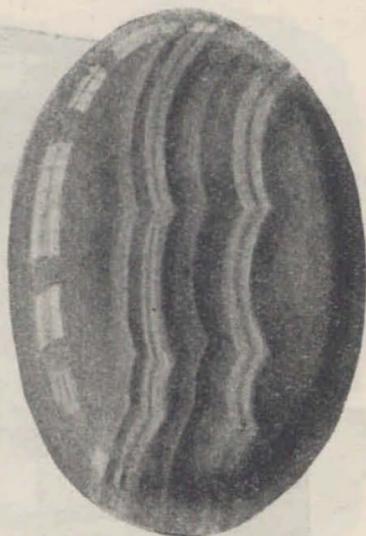


Fig. 64.-- Agata tallada en forma de cabujón; tamaño natural. El ágata procede de Sol de Mayo, cerro de Ichagón, Departamento Choya, Provincia de Santiago del Estero; la talla se ha hecho en Buenos Aires.

liso negro o marrón. Estos camafeos fueron hechos ya en la Epoca Antigua, a veces con una perfección y belleza que difícilmente se concibe, pensando en los medios primitivos de los cuales se disponía en aquellos tiempos. (Véase fig. 65).

La calcedonia muy turbia e impura, apenas translúcida en las aristas, es el **jaspe**, de color amarillo, marrón, pardo,

(1) No confundir el ónix verdadero con el mármol ónix, descrito en la página 38.

gris hasta negro, de lustre grasoso. En la orilla del **Río Uruguay**, en las Provincias de Entre Ríos y Corrientes, existen bancos poderosos y extensos de rodados que se componen de jaspes de los colores más variados, muy



Fig. 65. — Camafeo antiguo tallado en ónix. El original se conserva en un museo de Leningrado.

mezclados con rodados de una calcedonia amarillenta translúcida y a veces también de cornalina. Se trae este material en gran cantidad a Buenos Aires como granza para los paseos y plazas públicas. Otro yacimiento parecido existe en la región de **Plaza Huincul** en el Neuquén.

A la misma categoría pertenece el **silex** o **pedernal**, de color amarillento, rojo, gris hasta negruzco, pero de un brillo menos acentuado que el jaspe. Antes del invento de los fósforos se encendía el fuego con un trozo de silex. Al golpearlo con un pedazo de acero producía chispa, recogida por la yesca. Para los pueblos primitivos, tanto los actuales como los pre-



Fig. 66. — Flecha tallada en silex por los indios.—San Julián, Territorio Nacional de Santa Cruz. — Tamaño natural.



Fig. 67. — Raspador tallado en silex por los indios.—San Julián, Territorio Nacional de Santa Cruz.—Tamaño natural.

históricos, el pedernal y el jaspe son las materias primas para las flechas y otros objetos como hachas, raspadores, etc. (Véanse las figuras 66 y 67).

Por último mencionaremos todavía la **lidita** o **pedra de toque**, un jaspe negro mate, debido a inclusiones de partículas finas de carbón, procedente de **Asia Menor**, En una lámina de lidita el joyero «prueba» el oro, haciendo en ésta una raya con el objeto a investigar y otras

con agujas de oro de ley conocida, por ejemplo de 14, 18 y 22 quilates. Se mojan todas estas rayas con una mezcla de ciertos ácidos, llamada «agua regia» (1) y se observa el momento en que este líquido ataca simultáneamente las rayas del objeto y la de una de las agujas de ensayo, cuyo contenido en oro se conoce. De la comparación se deduce la ley del oro que tiene el objeto.

Mientras la calcedonia y sus numerosas variedades se revelan bajo el microscopio como agregados de fibras finísimas de cuarzo, el **ópalo** presenta la misma sustancia química, la sílice, en estado completamente amorfo y con una pequeña ley variable de agua. Por la pérdida paulatina del agua y una cristalización lenta de fibras, el ópalo puede transformarse en calcedonia. Casi todas sus variedades se han formado por este proceso. Muy a menudo los dos minerales están íntimamente mezclados.

El ópalo común es muy parecido al jaspe, tanto en su fractura como por su color; hay ópalos opacos hasta translúcidos, amarillentos, rojizos, gris, negros, blancos, la última variedad es el **ópalo de leche**, muy parecido a la porcelana, mientras que la variedad incolora transparente, bastante escasa, se conoce bajo la denominación de **hialita**. El brillo del ópalo es vítreo, en las variedades comunes y turbias cambia con frecuencia al grasoso, bien visible en la fractura típicamente concoidal. La dureza del ópalo es siempre inferior a la del cuarzo y oscila entre los grados $5 \frac{1}{2}$ a $6 \frac{1}{2}$. Es un mineral bastante quebradizo y por esto se destaca de la calcedonia y sus modificaciones que son bastante resistentes contra los golpes de martillo. El medio más seguro para distinguir el ópalo de la calcedonia es una verificación de su contenido de agua, la cual se precipita en pequeñas gotas en la parte

(1) Véase pág. 85.

superior de un tubo de ensayo en que se ha calentado un trozo.

El ópalo es un mineral muy común, se lo halla en masas irregulares en huecos de los filones metalíferos y en las rocas más diversas. Los trozos más grandes que se han encontrado en la Argentina proceden de los numerosos filones de mineral de manganeso en el Norte de **Córdoba** y Sud de **Santiago del Estero**.

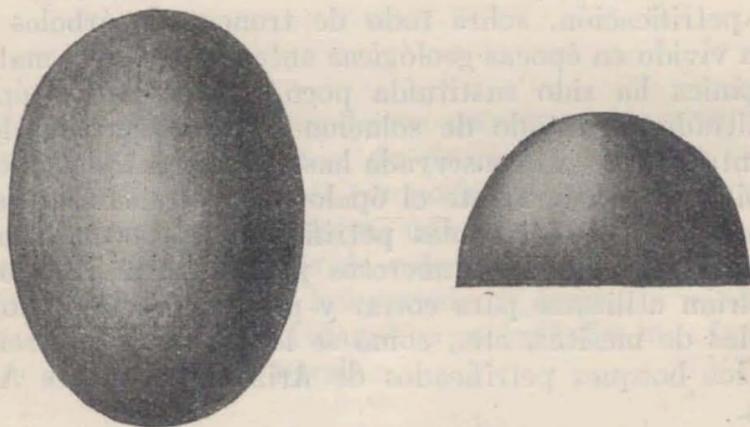


Fig. 68. — Cabujón, forma de talla para gemas de color y opacos. Vista desde arriba y de lado.

Bastante escaso, y restringido a unos pocos lugares en el mundo, es el **ópalo noble**, una piedra preciosa muy apreciada por su hermoso juego de colores que resulta de la reflexión de la luz en el interior de la masa blanca lechosa, semi-transparente, pero sin coloración propia. Un quilate de la mejor calidad puede costar hasta unos 100 \$ $\frac{m}{n}$. Es de lamentar que esta piedra fina sea tan quebradiza y que el juego de colores se altere a veces con el tiempo. Para dar al ópalo el mayor efecto, se le corta en forma de **cabujón** (fig. 68), pero agregaremos que la misma forma se da a veces también al zafiro, a la esmeralda y a muchas piedras semi-preciosas y de adorno, pero nunca al diamante.

Los ópalos nobles más finos se encontraron en **Hungría**; hoy en día vienen de **México** y sobre todo de la parte Este de **Australia**.

Otra variedad de ópalo, igualmente muy estimada, es el **ópalo de fuego**, muy translúcido hasta transparente y de un lindo color rojo-anaranjado. Casi el único lugar donde se ha encontrado esta piedra fina es en **Zimapan** en México.

Volvamos al ópalo común. Este es un medio frecuente de petrificación, sobre todo de troncos de árboles que han vivido en épocas geológicas anteriores y cuya materia orgánica ha sido sustituida poco a poco por el ópalo, infiltrado en estado de soluciones. La estructura de la planta ha sido así conservada hasta en los detalles microscópicos. Posteriormente el ópalo puede transformarse en calcedonia. Tales árboles petrificados se encuentran en gran cantidad y en numerosos puntos de la **Patagonia**. Podrían utilizarse para cortar y pulir objetos de adorno, tablas de mesitas, etc., como se lo hace con los troncos de los bosques petrificados de **Arizona** en Norte América.

Una modificación interesante del ópalo es la **tierra de diatomeas** o **tierra de infusorios**, en estratos endurecidos también llamada **trípoli** y que consiste en los esqueletos de ópalo de organismos microscópicos. Estas masas pulverulentas, de tacto seco, de color blanco hasta gris, forman depósitos que representan el fondo de antiguos lagos desecados donde anteriormente vivían estos organismos. La tierra de diatomeas tiene una aplicación sumamente variada en la industria; se la utiliza en la fabricación de la dinamita, para filtrar aguas, aceites y otros líquidos, para envasar botellas y damajuanas con ácidos, pues si éstas por acaso se rompieran en el transporte, el trípoli absorbe el líquido. Se lo emplea además para limpiar y pulir metales, para la fabricación de sapolio, sirve como material de aislamiento alrededor de calderas y cañerías de vapor, como material de relleno para cajas fuertes,

etc., etc. Los yacimientos más importantes se hallan en los **Estados Unidos de Norte América**, en **Alemania** del Norte, en **Checoslovaquia**, etc. En la Argentina existen depósitos cerca de **Quilino** en el Norte de Córdoba, y en la **Esquina Blanca** al Este de la Estación Pumahuasi (F. C. del Estado), en el altiplano de Jujuy y que solamente por la cuestión de los fletes no han sido explotados todavía.

Hablando del ópalo, podemos mencionar de paso un mineral también amorfo y de propiedades físicas muy parecidas al ópalo, pero de composición química distinta, que es la **turquesa** o **kalaita**, una piedra semi-preciosa. La clase de más valor es de color celeste, opaco y con brillo de cera, mientras las variedades verdosas y manchadas son menos apreciadas. Los yacimientos más famosos se encuentran en **Persia**.

CAPÍTULO XXXIV

El Granate.

El **granate** es un mineral que suele presentarse en cristales bien desarrollados, de aspecto sencillo o complicado, según el lugar donde se encuentran (figs. 69, 70 y 71).

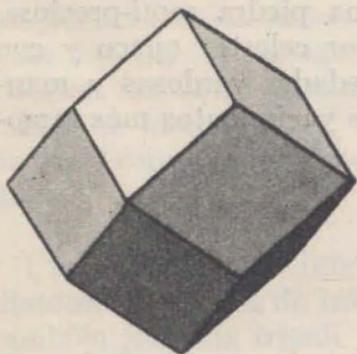


Fig. 69.—Cristal de granate (dodecaedro rómbico). Sierra de Córdoba.

Son muy pocos los minerales comunes que se le asemejan, sobre todo a los cristales con profusión de caras, lo que facilita mucho reconocerlo.

El granate tiene un clivaje muy imperfecto, generalmente no se lo nota; la fractura es concoidal hasta astillosa. El granate es quebradizo, de dureza variable de $6 \frac{1}{2}$ a $7 \frac{1}{2}$. El lustre es vítreo, sobre todo en las caras cristalográficas

y en los rodados; pero grasoso hasta resinoso en la fractura. El granate puede ser transparente, translúcido y hasta casi opaco; igualmente no tiene un color fijo. Ciertas variedades son coloradas, y de tinte, tamaño y aspecto granuloso como la granada, de donde proviene su nombre; otros son amarillos, verdes, y sobre todo marrón rojizos, pero no faltan granates incoloros y negros; únicamente el azul y el violáceo no se ha observado. La raya es siempre blanca. En su composición es un

silicato, algo variable, lo que da motivo a distinguir numerosas variedades con nombres propios.

El granate está muy distribuído en las sierras de la parte central y central-norte de la Argentina. Los ejemplares más grandes y perfectos y grupos de ellos se han encontrado en la Sierra de Córdoba, donde se hallan con preferencia dentro de los mármoles y en su contacto con otras rocas. Citaremos solamente los puntos más

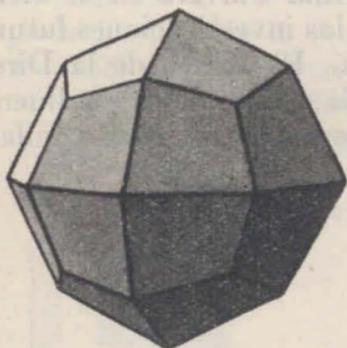


Fig. 70. — Cristal de granate (deltoedro). Sierra de Córdoba.

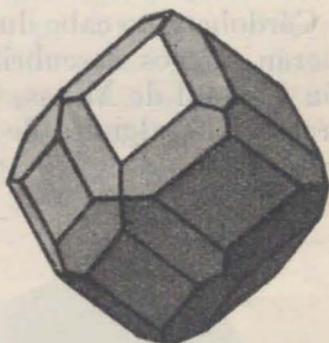


Fig. 71. — Cristal de granate con profusión de caras. Cantera de piedra de cal de Valle Hermoso, Valle de Cosquín, Córdoba.

conocidos: **Malagueño**, **Valle Hermoso** de la Punilla, **La Calera** y sobre todo el hermoso yacimiento del **Puesto de Arriba** al Oeste de La Calera. Estos granates son amarillentos, parduscos, marrón rojizos, pero casi siempre turbios y finamente agrietados. Una variedad marrón oscuro hasta negra es un accesorio frecuente en muchas pegmatitas del país. No tienen aplicación comercial.

El granate transparente y coloreado pertenece a la categoría de piedras semi-preciosas como la variedad **piropo**, de color sangre, procedente de **Bohemia** y la **Unión Sudafricana**. Luego citaremos todavía el **almandino** o **carbúnculo** de tinte colorado oscuro, que se encuentra sobre todo en la **India** y **Ceylán**. Los individuos chicos de estas

variedades bellas no tienen gran valor, además que su uso para collares, pulseras, etc., está un poco fuera de moda. En cambio los cristales grandes son pagados como verdaderas piedras preciosas.

Variedades nobles de granate han sido encontrados en varios puntos en la Argentina, siempre en forma de granos redondeados, mezclados con la arena de ríos. Granates de color carmesí muy atrayentes se hallan en el río de **Quines** en San Luis, otros en el río de **Mina Clavero** en la Sierra de Córdoba y no cabe duda que las investigaciones futuras traerán nuevos descubrimientos. El Museo de la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología en Buenos Aires exhibe algunos de estos granates en estado tallado y pulido.

CAPÍTULO XXXV

La Turmalina.

Recorriendo las Sierras Pampeanas que se levantan en la parte central de la Argentina, por ejemplo la Sierra de Córdoba, encontramos a menudo en los innumerables filones de cuarzo blanco y en los de pegmatita, cristales en forma de columnas hasta agujas que se destacan por su color negro y opaco.

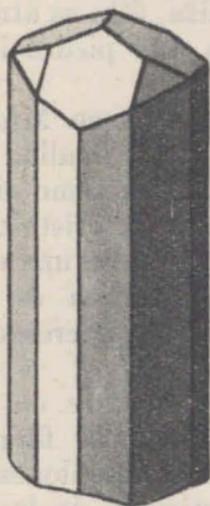


Fig. 72. — Cristal de turmalina común (chorlo). Muy frecuentes en ciertos filones de cuarzo de las Sierras de Córdoba, San Luis, Catamarca. etc.

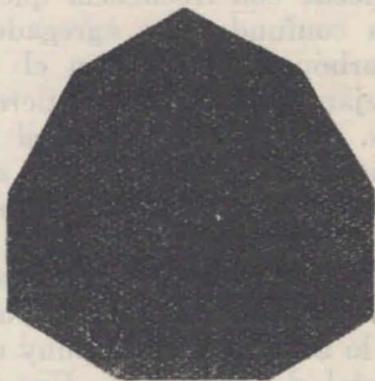


Fig. 73. — Aspecto característico de una fractura transversal de un cristal de turmalina que permite distinguir este mineral de otros minerales algo parecidos, por ejemplo de la hornblenda.

Este mineral es la **turmalina**, también conocido bajo el nombre de **chorlo**, que es la variedad más común. Estos cristales tienen el aspecto de la figura 72. La fractura transversal de ellos tiene una forma muy ca-

racterística que permite reconocer la turmalina entre minerales similares (fig. 73). Muy a menudo forman agregados y hasta masas de fibras finas.

La turmalina no tiene clivaje, su fractura es desigual, la dureza alrededor de 7. Es quebradiza, a veces fácil de desmenuzar, debido a numerosas rajaduras que casi siempre la atraviesan. El lustre es vítreo y en la fractura algo resinoso; la raya es blanquecina. Por su naturaleza química pertenece a los silicatos y es de composición muy complicada y variable.

Una particularidad especial de la turmalina se manifiesta por el experimento siguiente: calentando un cristal de turmalina y poniéndolo luego en ceniza, ésta es atraída y adhiere igual como lo observamos con una piedra imán y la limadura de hierro.

Sucede con frecuencia que personas legas en Mineralogía confunden los agregados negros de turmalina con el carbón de piedra con el cual realmente tiene cierta semejanza cuando no se perciben contornos cristalográficos. Sin embargo, es fácil protegerse contra una equivocación: la turmalina no se quema, su raya es casi blanca y sus astillas finas, miradas bajo el microscopio, son transparentes.

La turmalina es un mineral muy frecuente en casi todas las zonas donde hay granito y en las rocas filónicas que lo atraviesan, está muy distribuída en los filones con mineral de tungsteno. Una forma particular de la turmalina son los agregados en forma de estrella, llamados «sol de turmalina»; el granito de **Las Capillitas** en Catamarca los contiene en algunos puntos. Pero a pesar de su frecuencia, la turmalina forma muy raras veces masas considerables.

La turmalina común, el chorlo, no tiene aplicación, salvo en el caso raro en que éste se halla completamente libre de rajaduras. Tales chorlos se encuentran por ejemplo en ciertos ríos del **Brasil**. Se los usa en estado pulido, insertando a veces un diamante en su centro, para aros y alfileres, un sustituto valioso del **azabache**, que es una

variedad lustrosa del carbón mineral, pero de menos dureza.

Si bien es muy común la turmalina negra, son muy escasas las variedades nobles, transparentes, que lucen los colores más variados: marrón, verde, colorado, azul. Además hay turmalinas incoloras y otras que tienen varios colores a la vez, o incoloras por un lado, coloreadas por el otro, como las «**cabezas de moro**» de la isla **Elba** en Italia. Las turmalinas coloradas, las **rubelitas**, vienen sobre todo de **California** y **Madagascar**, las verdes y azules del **Brasil**. Se las utiliza como gemas por la belleza de sus colores.

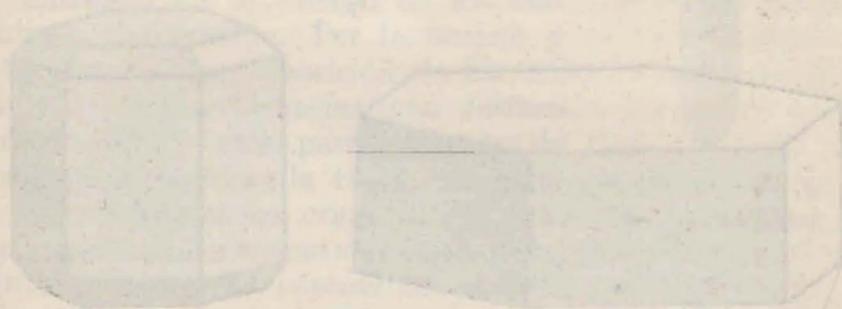


Fig. 75.—Cristal de turmalina en forma de prisma hexagonal (a la izquierda) y de prisma rectangular (a la derecha). (Véase el texto.)

Como los cristales pueden ser transparentes, opacos o translúcidos, se encuentran en los filones de cuarzo con wolframita y en pegmatitas (fig. 76) y también en pedregales. En algunas cristales microscópicas incoloras que abundan en granitos y en algunas otras rocas del país (fig. 77).

CAPÍTULO XXXVI

La Apatita y la Fosforita. — El Guano. — La Triplita.

La **apatita** forma cristales de contornos hexagonales, cuyo tamaño es de fracción de milímetro hasta 20 centímetros y más de largo. El hábito varía considerablemente; así encontramos cristales tabulares en numerosos mármoles de la Sierra de Córdoba, por ejemplo en **Valle Hermoso** y en **Quilpo**. Estos cristales de color azul celeste y de poco más de 1 milímetro de diámetro, tiene el aspecto de la figura 74. Otros son de un hábito más alargado,

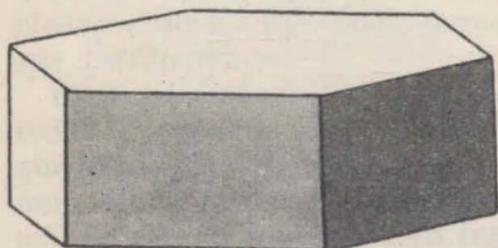


Fig. 74. — Cristal de apatita en forma tabular. Cantera de piedra de cal de Valle Hermoso, Valle de Cosquín, Córdoba.

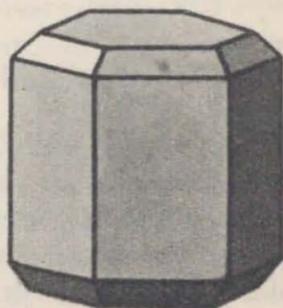


Fig. 75. — Cristal de apatita en forma columnar. Veta de pegmatita en Catamarca.

como los cristales turbios, verdosos azulados, que se suelen encontrar en los filones de cuarzo con wolframita y en pegmatitas (fig. 75) y finalmente podemos mencionar los cristales microscópicos incoloros que abundan en casi todos los granitos y muchas otras rocas del país (fig. 76).

La apatita es un mineral sin clivaje, de fractura concooidal, quebradizo, de dureza 5. Es incoloro, verdoso, azulado, azul, de lustre vítreo en las caras cristalográficas, grasoso en la fractura; transparente, semitransparente hasta turbio opaco.

En individuos bien cristalizados y grandes, la apatita es poco frecuente en la Argentina; en cambio abunda en cristales microscópicos dentro de numerosas rocas. No obstante, este mineral casi desapercibido tiene un papel muy importante en la naturaleza, pues contiene la substancia fósforo, un componente de los huesos, del cerebro y de los nervios del hombre y animales. Por la descomposición de las rocas, la apatita llega a la tierra vegetal, donde se disuelve poco a poco y es absorbida por las plantas, de las cuales pasa por la alimentación al cuerpo de los animales y del hombre. Por la muerte y consiguiente descomposición de los organismos, las substancias con fósforo vuelven a la tierra para empezar de nuevo el circuito de la transformación.

A veces estos restos orgánicos con fósforo están tan concentrados, que llegan a formar masas considerables de un mineral llamado **fosforita**, que tiene la misma composición que la apatita, pero mezclado con impurezas como calcita, arcilla, etc. Esta fosforita forma nódulos, costras, masas arriñonadas, turbias, parduscas hasta blanquecinas. La fosforita es de gran importancia económica, pues se la usa como abono para las tierras ya exhaustas de fósforo. Los yacimientos más extensos quedan en los **Estados Unidos de Norte América** y en el Norte de **África**.

El fósforo de la apatita que contienen ciertos minera-



Fig. 76.—Cristal de apatita en forma de aguja. Individuos microscópicos (largo 0,07 mm.) en una andesita, Cerro Tomolasta, Sierra de San Luis.

les de hierro, especialmente los del Norte de Suecia, se encuentra después de la fundición de la mena dentro de la escoria, llamada «**escoria de Thomas**», igualmente muy apreciada como abono.

De paso agreguemos todavía unas palabras sobre el **guano**, los excrementos de aves marinas, en transformación bajo la concentración de las substancias menos solubles como los fosfatos. Puede considerarse el guano como una fosforita en estado de formación. Los depósitos más productivos de este abono quedan en las costas e islas adyacentes de **Perú** y **Chile**. En nuestro país se conocen también varios depósitos de guano, así en las **Islas Quintana, Leones** y **Pengüín** en el Golfo San Jorge y otros puntos más en la costa patagónica.

La triplita. — Hemos dicho que la apatita es un mineral más bien escaso en la República Argentina; en cambio abunda en ciertas pegmatitas otro mineral fosfatado, la **triplita**, una composición de hierro y de manganeso con fósforo. Forma masas translúcidas hasta opacas de color marrón y de lustre grasoso. La dureza es aproximadamente del grado 5, por lo que se alcanza a distinguir la triplita de masas de granate que pueden tener un aspecto muy parecido. Se conoce este mineral de las Sierras de **Córdoba**, de **Catamarca** y sobre todo de **San Blas de los Sauces** en La Rioja, donde se han descubierto masas de varios centenares de kilos. Por el momento carece de aplicación.

CAPÍTULO XXXVII

La Fluorita o el Espato fluor.

En la República Argentina la **fluorita**, o lo que es lo mismo, el **espato fluor**, no es escaso. No obstante los cristales bien desarrollados se han encontrado hasta ahora pocas veces. Su forma predilecta es el cubo (figura 3, página 24) o el octaedro (figura 45, página 111) o una combinación de estas dos formas como lo enseña la figura 77, que representa un cristal de fluorita de la **Pampa de Olaen** en Córdoba. Si los cristales son escasos, los agregados cristalinos, granulados hasta fibrosos, gruesos y finos, y hasta a veces compactos, son las formas más comunes bajo las cuales se presenta este mineral.

El clivaje muy perfecto y paralelo a las caras del octaedro se reconoce hasta en los individuos más pequeños que componen los agregados. La dureza es mediana, de grado 4. El lustre es vítreo hasta anacarado, sobre todo en los agregados. La fluorita no tiene un color determinado, hay fluorita incolora, amarillenta, verde, rosada, violácea, tanto de tintes claros como acentuados. Sobre todo las variedades violáceas que predominan en el país son a veces tan oscuras que casi parecen negras y opacas. Ciertos cristales, especialmente los de **Cumberland** en Inglaterra,

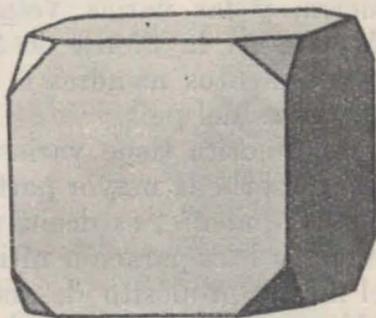


Fig. 77. — Cristal de fluorita; es un cubo con los vértices truncados por el octaedro. Pampa de Olaen, Sierra de Córdoba.

ofrecen un color distinto en la luz que atraviesa y en la que está reflectada, por ejemplo amarillento-verdoso y violáceo, un fenómeno que se ha designado con la palabra **fluorescencia**, por el motivo de encontrarse con preferencia en el mineral fluorita.

La fluorita se halla como componente accesorio en numerosos filones de minerales metalíferos, sobre todo en los de casiterita y de wolframita; es frecuente pero no suele ser abundante. En cambio existen filones de fluorita casi pura hasta cerca de 1 metro de ancho que permiten obtener bloques grandes de este mineral. Recordamos por ejemplo los filones de la región de **Carlos Paz** en la Sierra de **Córdoba**, actualmente en viva explotación; luego los filones de **Larca**, en la parte Sud y falda Oeste de la misma sierra, y las varias vetas en el departamento de San Martín en la Sierra de **San Luis**, fuera de numerosos afloramientos menores o mal reconocidos todavía en las serranías del país.

La fluorita tiene varias aplicaciones. En la metalurgia, que absorbe la mayor parte de la producción, se la emplea como fundente, es decir, para facilitar la fundición de la mena y la separación nítida del metal de la escoria. Con el mismo propósito de acentuar la fluidez, se la usa también en la fabricación del vidrio. La industria química utiliza la fluorita para preparar el ácido fluorhídrico, una substancia muy corrosiva que ataca y consume el vidrio. Los cristales incoloros son muy requeridos por la industria óptica para lentes de aparatos científicos. Muy distinta es la aplicación de la fluorita como piedra de adorno, seleccionándose para este fin las variedades de coloración más atrayente, sobre todo la violácea, uniforme o vetada. Se hace de tal material pisapapeles, soportes para relojes, cabos para bastones, paraguas, manijas de automóviles y finalmente se ve en el comercio mosaicos y azulejos hechos con la fluorita del país, y que son de muy atrayente aspecto.

CAPÍTULO XXXVIII

La Baritina. — La Aragonita.

La **Baritina** que se encuentra en nuestro país forma esencialmente masas cristalinas granulosas, mientras que los cristales bien formados o grupos de ellos, no son frecuentes. Los conocemos en forma de tablas delgadas y pobres en caras cristalográficas, del **Cerro Uritorco** cerca de Capilla del Monte en Córdoba. (Fig. 78).

La baritina es un mineral de lustre vítreo, incoloro, amarillento, pardusco, a veces también azulado; transparente o turbio translúcido hasta opaco, entonces generalmente de aspecto blanco lechoso. La raya siempre es blanca. Tiene un clivaje muy perfecto que se marca todavía en los agregados, no siendo estos de grano demasiado fino. Dureza 3 a 3 $\frac{1}{2}$. La propiedad que más resalta, es su peso específico elevado de 4,5, lo que es poco común entre los minerales de lustre vítreo y lo que ayuda, junto con el clivaje acentuado, a reconocer la baritina con cierta facilidad entre los minerales similares. Por el clivaje nítido y el peso elevado, se llama la baritina también **espato pesado**.

La baritina forma a menudo la ganga en ciertos filones

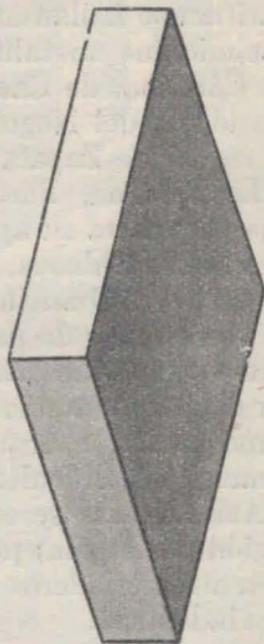


Fig. 78. — Cristal de baritina; Cerro Uritorco, cerca de Capilla del Monte, Córdoba.

metalíferos, así por ejemplo en el Cerro de **Famatina** en La Rioja, donde acompaña los minerales de cobre y de plata, mientras que en las vetas de **Pumahuasi**, **La Pulpera**, **La Bélgica**, etc., en el Norte de Jujuy y en **Campana Mahuida** en el Neuquén, está asociada a la galena. En los numerosos filones de mineral de manganeso del Norte de **Córdoba** y Sud de **Santiago del Estero** es en parte la calcita, en parte la baritina, las que componen la ganga. Pero existen además filones de baritina blanca casi pura, algunos de ellos se hallan en la vecindad inmediata de los citados filones metalíferos con baritina, como las vetas extensas de **Pumahuasi** en Jujuy y del **Portezuelo** en el departamento Sobremonte en Córdoba. Otros filones de baritina se hallan en cambio completamente apartados de yacimientos metalíferos, como los del **Cerro Uritorco** en Córdoba, de **Cachí** en el departamento Las Heras en Mendoza, del **Nogolí** en San Luis y el filón poderoso en la región de **Zapala** en el Neuquén.

La baritina, libre de toda impureza, es un mineral que encuentra su aplicación principal en la fabricación de una pintura blanca, muy opaca y resistente a la intemperie. Se utiliza la baritina además en la fabricación de papel, de cartulina y de papeles pintados, en la del jabón y del linóleo; pero también con fines fraudulentos para aumentar el peso de numerosas substancias y hasta de alimentos, como harina, azúcar, etc. El químico reconoce la adulteración sin dificultad.

Actualmente se explota solamente el yacimiento de la región de Zapala; pero con el tiempo se beneficiarán también otros criaderos igualmente extensos y de buena calidad industrial.

La **aragonita** es un mineral pariente de la calcita, con la cual participa la misma composición química; pero varía por el aspecto de sus cristales que carecen del clivaje tan perfecto y característico de la calcita. En la Argen-

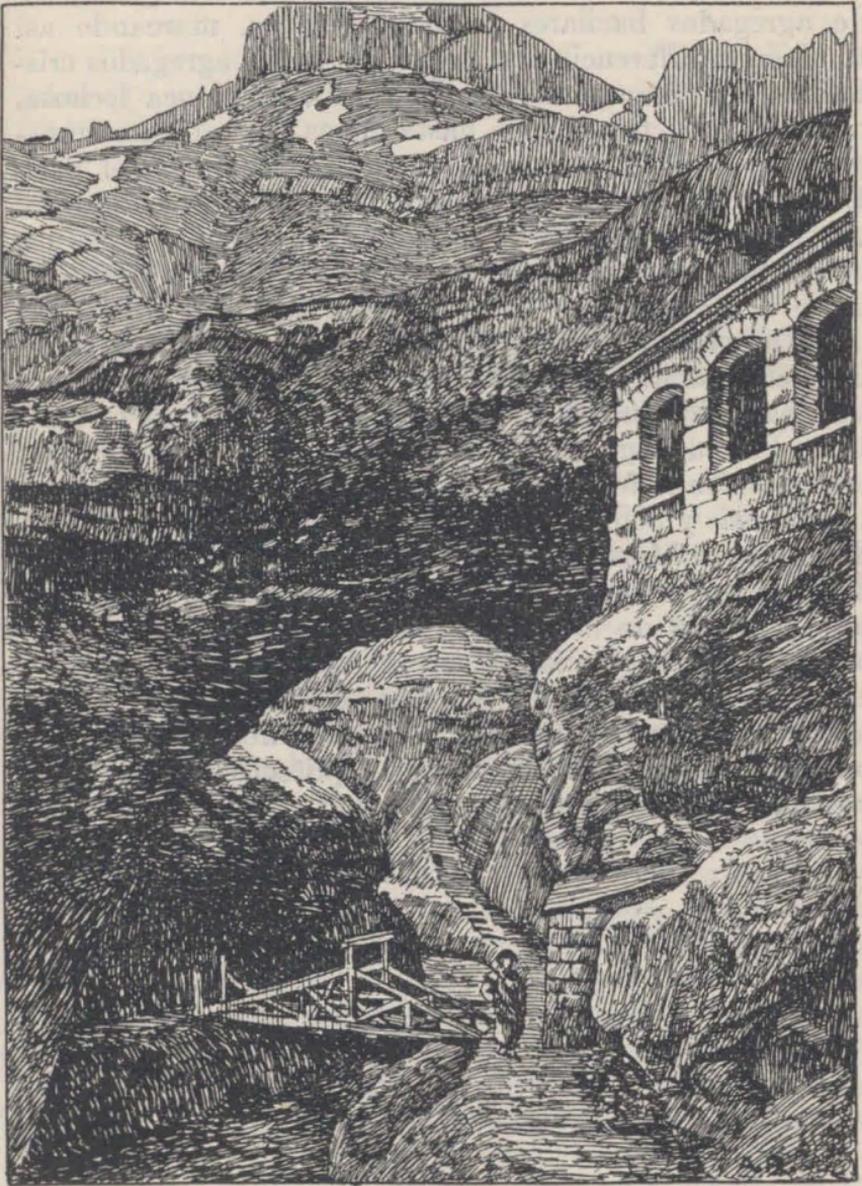


Fig. 79. — Puente del Inca en la Cordillera de Mendoza.
Banco de aragonita debajo del cual el agua se ha cortado un camino.
(Según fotografía del Dr. A. Windhausen)

tina, la aragonita se ha encontrado esencialmente en forma de agregados bacilares y hasta fibrosos, marcando así también la diferencia con la calcita, cuyos agregados cristalinos son granuloso. La aragonita es blanca lechosa, o amarillenta, translúcida hasta opaca, los cristales transparentes e incoloros no se conocen todavía en el país. El lustre es vítreo, en los agregados finamente fibroso, suavemente sedoso. Es un mineral quebradizo, de fractura concooidal. Su dureza es mayor que la de la calcita y varía entre $3 \frac{1}{2}$ y 4.

La aragonita no forma masas enormes de roca como la calcita; se la encuentra en forma de bancos, de estructura paralelo-fibrosa, a veces también en forma de estalactitas. Por su origen es un depósito de vertientes calcáreas termales. Tales formaciones conocemos en numerosos puntos del país y podemos citar por ejemplo el famoso **Puente del Inca** en Mendoza (fig 79), un producto de la fuerza destructora del agua que había alcanzado a cavar un paso a través de la roca. Otros depósitos de aragonita hay en **Tiporco** en San Luis, en **Agua Dulce** en Jujuy, en la región de **Zonda** en San Juan, etc. Se puede utilizar la mayoría de estas aragonitas fibrosas en estado pulido como material de adorno arquitectónico; los ensayos han sido muy satisfactorios.

CAPÍTULO XXXIX

El Alumbre. — El Nitro o Salitre.

El **alumbre natural** forma generalmente masas cristalinas paralelas o irregularmente fibrosas como relleno de grietas y huecos en varias clases de rocas. Se considera que el origen del alumbre es secundario y proviene de una descomposición de la roca en la cual se encuentra, bajo la acción de soluciones sulfúreas ácidas que han surgido del interior de la tierra o se formaron por la descomposición de piritas de hierro en el contacto con el aire.

Su color es principalmente blanco, grisáceo o amarillento por impurezas; su lustre es vítreo y sobre todo sedoso en los agregados paralelo-fibrosos. La dureza es reducida, entre 1 y 2, es soluble en el agua y tiene un gusto particular astringente.

Tenemos un yacimiento de alumbre bastante extenso, situado en la **Quebrada de Alcaparrosa**, cerca de Calingasta en San Juan. Fué explotado intensamente durante varios años, utilizando el producto para purificar las aguas corrientes de la Capital Federal. Fuera de este yacimiento se conocen muchos otros menos extensos, tanto en la misma provincia de **San Juan**, como en **La Rioja, San Luis, Córdoba, Catamarca, Santiago del Estero, Salta, Jujuy** y sobre todo en el Territorio de **Los Andes**. Casi todos estos afloramientos de alumbre son visitados por la gente del campo que buscan allí esta substancia como **mordiente** para fijar los colores en las lanas, utilizadas para los tejidos bonitos que se elaboran todavía en aquellas regiones serranas. El alumbre usado en los diferentes ramos de la industria y el que se vende en las farmacias, es casi siempre un producto de la industria química.

El **nitro** o **salitre**, que se ha encontrado en reducida cantidad en diferentes puntos de la República, es una substancia terrosa pulverulenta, blanca o pardusca por impurezas, soluble en el agua y con un gusto refrescante particular. En uno de los afloramientos, cerca de **Ojo de Agua** en el departamento Minas, de Córdoba, el salitre fué utilizado, hace unos 40 a 70 años atrás, para elaborar la pólvora negra que se necesitaba en las labores mineras de aquella región (1).

Los yacimientos de nitro más extensos del mundo se hallan en la zona árida del Norte de **Chile**, donde forma, en estado todavía impuro, el llamado **caliche**, explotado en los **calichales** (2). Se exporta el salitre purificado como abono y materia prima para la industria química que elabora con él una serie de drogas, sobre todo el ácido nítrico. Los residuos de la purificación del salitre de Chile contienen sales de **yodo**, de las cuales se prepara el yodo, la tintura de yodo y otros productos más, esencialmente usados en la medicina.

Con la palabra «salitre» se suele denominar impropriamente también a todas las efflorescencias pulverulentas blancas en la superficie de ciertos suelos y en las paredes y zócalos de los edificios. Sin embargo, esta substancia no es el verdadero salitre o nitro, sino se compone generalmente de sal común y varias otras sales solubles, contenidas en las aguas que circulan en el suelo y que luego quedan como residuos cuando el agua sube y se evapora.

(1) La pólvora negra es una mezcla de 75 partes de salitre, 10 partes de azufre y 15 partes de carbón de leña.

(2) El «nitro de Chile» es un salitre de sodio, mientras existe todavía el salitre de potasio; el nitro encontrado en la Sierra de Córdoba era una mezcla de las dos variedades.

CAPÍTULO XL

La Boronatrocalcita o Ulexita.

Dedicaremos al mineral **boronatrocalcita** o **ulexita** un capítulo especial por el motivo de existir esta substancia en la Argentina en cantidades enormes, como no se las encuentra en ningún otro país.

En la región árida de la **Puna de Atacama**, situada en el Territorio de **Los Andes** y abarcando las regiones limítrofes de **Jujuy, Salta y Catamarca**, se extienden entre las serranías extensas llanuras cubiertas por depósitos relumbrantes de sal, los «**salares**». En algunos de ellos, se hallan ora en la superficie, ora en el subsuelo, bancos extensos de masas continuas o de nódulos irregulares, las **papas**, del mineral boronatrocalcita. Este se presenta en masas terrosas o irregularmente fibrosas, blancas, a menudo con un intenso lustre sedoso. La ulexita es blanda, fácilmente friable entre los dedos, poco soluble en agua caliente. Algunas de las «papas» son bastante puras, pero generalmente el mineral está mezclado en proporción variable con sal común, yeso, arena y arcilla.

Los salares que más se destacan por su riqueza en boronatrocalcita son los de **Olaroz, Cauchari, Rincón, Pastos Grandes, Diablillos, Ratones, Hombre Muerto y Antofalla**, todos situados en el Territorio de Los Andes y las **Salinas Grandes** en Jujuy (figs. 80 y 81). Se extienden en el medio de la región cruzada por el futuro ferrocarril que unirá el Norte de la Argentina con Chile (1).

(1) Es la línea del Ferrocarril de «Hwaitiquina», cuya construcción está terminada hasta el borde de la Puna y que luego seguirá hasta Socompa sobre el límite con Chile.



Fig. 80. — Zanjas abiertas en los grandes yacimientos de boronatrocalcita (ulexita) de la Cuenca de Cauchari, Territorio Nacional de Los Andes. (Según fotografía del Dr. Luciano R. Catalano)

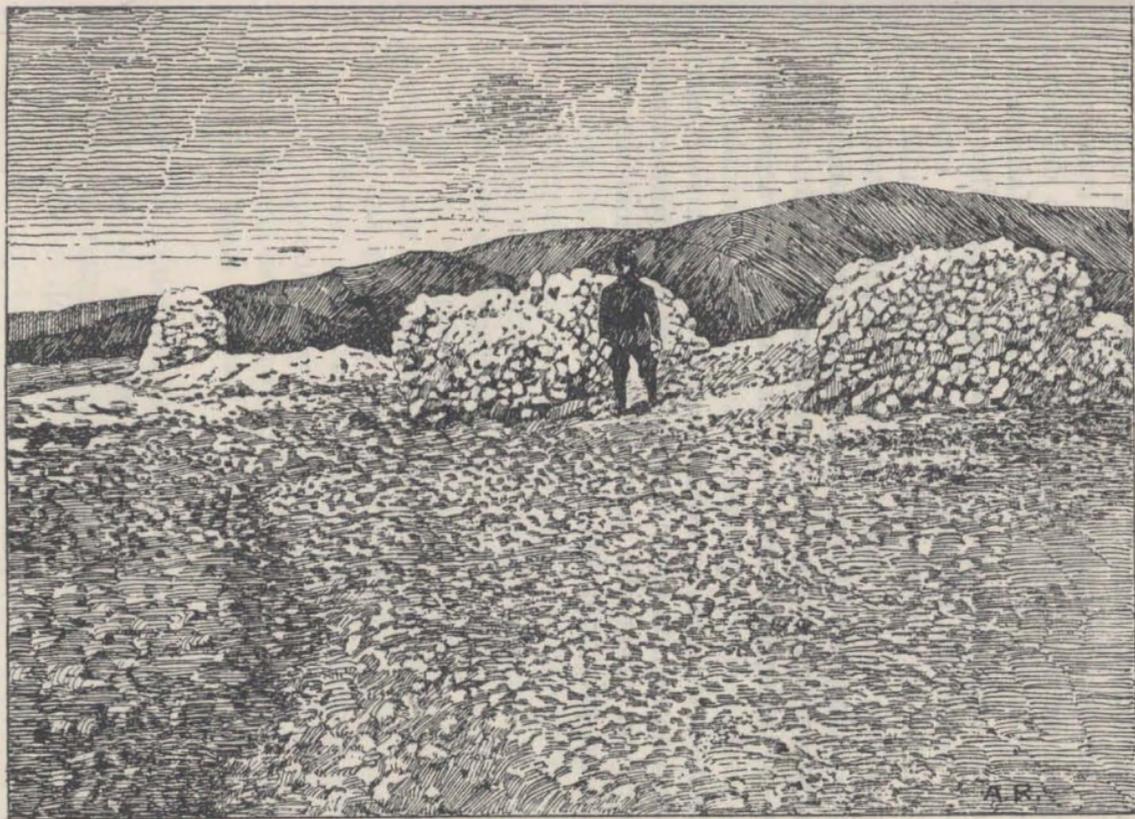


Fig. 81. — Depósitos de boronatrocalcita o ulexita de la concesión «Porvenir» en la Cuenca de Cauchari, Territorio Nacional de Los Andes. (Según fotografía del Dr. Luciano R. Catalano)

La ulexita es un mineral de boro, la misma substancia que entra también en la composición del **bórax**, una sal cristalina blanca, blanda, poco soluble en agua fría, muy soluble en agua caliente. La industria química transforma la ulexita en bórax con facilidad. El consumo del bórax es tan intenso como variado: se lo aplica en la fabricación del vidrio, en la cerámica, para preparar esmaltes y pinturas de porcelana, en la fundición del oro, en la imprenta y tintorería de géneros. Es un antiséptico popular muy apreciado; se lo usa como ingrediente para lavar, como reactivo en los laboratorios químicos, también como insecticida, sobre todo contra las cucarachas, y otros usos más.

Por el transporte muy costoso nuestros yacimientos borateros han sido explotados hasta ahora en escala relativamente reducida, la continuación del gran ferrocarril inter-andino cambiará esta situación en un futuro cercano y traerá un desarrollo intenso en el beneficio de esta riqueza de primer orden.

CAPÍTULO XLI

Los Piroxenos y los Anfíboles.

Después de haber dado a conocer la descripción de los principales minerales de aplicación, tenemos que citar todavía algunos minerales silicatos que carecen de valor comercial, los cuales están tan distribuidos en la naturaleza como componentes de rocas, que no se puede hacer caso omiso de ellos en un cuadro que deberá abarcar los elementos esenciales del reino mineral, como se desea dar en este libro.

A esta categoría de minerales pertenecen los grupos de los **piroxenos** y de los **anfíboles**, que abarcan cada uno numerosas variedades, de los cuales seleccionaremos solamente los más distribuidos. Todos estos minerales son silicatos de composición no muy sencilla, difícilmente atacables por los agentes de la intemperie. Lo que más distingue las especies de los dos grupos es el hábito de sus cristales: mientras los piroxenos son más bien de aspecto bajo columnar hasta granular, los anfíboles tienen una tendencia de desarrollar cristales alargados, varillosos, bacilares, hasta fibrosos y agregados de ellos.

Entre los minerales del grupo de los piroxenos describiremos dos, el **diópsido** y la **augita**. Ambos suelen presentarse en cristales bien formados, aunque su tamaño no pasa los límites de pocos centímetros. Las figuras 82 y 83 enseñan el aspecto de estas dos especies minerales.

El **diópsido** es de un color verde botella, claro hasta muy oscuro, transparente hasta translúcido y opaco cuando contiene demasiado inclusiones ajenas. La raya es blanca,

el lustre es vítreo. La dureza es cerca de 6, el mineral es quebradizo y tiene un clivaje prismático nítido. El diópsido es un mineral frecuente y característico para numerosas calizas cristalino-granulosas que hemos descrito en el capítulo correspondiente (1) de las Sierras Pampeanas. Casi siempre está acompañado por otros minerales como el granate, la wollastonita, la mica, etc., que hacen de tales mármoles un interesante objeto de estudio.

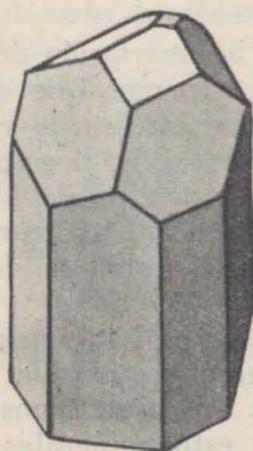


Fig. 82. — Cristal de diópsido con profusión de caras cristalográficas. Puesto de Arriba, Sierra de Córdoba.

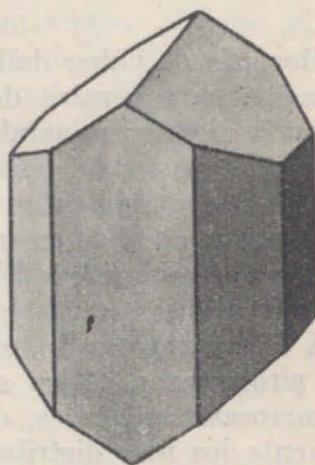


Fig. 83. — Cristal de augita. Huantraicó, Neuquén.

La **augita** es negra con tinte verdoso, casi opaca, con lustre marcado o sin él en sus caras cristalográficas, pero de brillo vítreo intenso en su fractura y en las astillas de clivaje. La raya es gris verdosa, la dureza del grado 6. La augita es un componente muy común de numerosas rocas volcánicas como de las andesites y porfiritas, las cuales serán descritas más adelante.

(1) Véase página 38.

El grupo de los **anfíboles** ofrece mucha analogía con el de los piroxenos, su color, lustre, la dureza e intensidad del clivaje son parecidos y también en su composición química se ha comprobado cierto paralelismo; así por ejemplo el **actinolita** corresponde aproximadamente al diópsido y la **hornblenda** a la augita.

El **actinolita**, el mineral análogo al diópsido, forma cristales bacilares verdes claros hasta verdes negruzcos; también existe una variedad incolora, la **tremolita**, que es menos frecuente. Encontramos el actinolita, sola o acompañada de otros minerales, igualmente en las calizas cristalino-granulosas, por ejemplo en las canteras de **Alta Gracia** en Córdoba; pero es de notar que no suele presentarse simultáneamente con el diópsido.

La **hornblenda** es como la augita un componente de numerosas rocas, pero no es siempre muy fácil de distinguirlos sin recurrir al microscopio. Encontramos cristales de hornblenda con frecuencia en dioritas, también en andesitas y porfiritas, muy comunes en el **Neuquén** y en **Mendoza** (fig. 84). Pero sobre todo abunda en la roca **anfibolita**, que se compone de innumerables cristales bacilares negros de hornblenda entre los cuales se destacan individuos de feldespato blanco. Las anfibolitas están sumamente distribuidas en las Sierras Pampeanas.

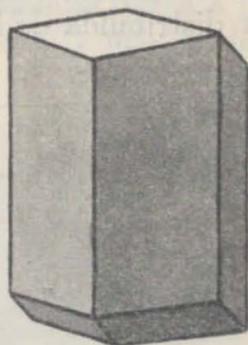
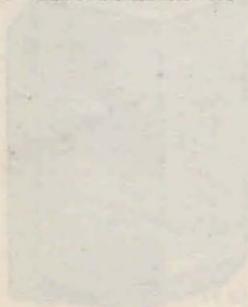


Fig. 84. — Cristal de hornblenda.

No dejaremos este capítulo sin mencionar la **nefrita** o el **jade verdadero**, una variedad de la actinolita, formando sus fibras un fieltro microscópico que da a la masa una tenacidad extrema que no alcanza ningún otro producto natural, pues es imposible romper un bloque de nefrita a golpe de martillo. Su color es generalmente un verde oscuro, uniforme o manchado, el color verde claro es muy

escaso; es translúcida y se deja pulir con perfección. Se halla en **Turquestán, Siberia** y **Nueva Zelandia**.

La **jadeita** tiene propiedades muy parecidas a la de la nefrita, pero pertenece al grupo de los piroxenos y su color es un verde blanquecino hasta un verde esmeralda; es escaso; yacimientos célebres hay en **Birmania**. Estos minerales son muy apreciados por los pueblos del Sud y Este de Asia, que hacen de ellos amuletos, pequeñas estatuas y figuras de suma belleza y gran valor. Los pueblos prehistóricos y hasta los pueblos primitivos actuales, usaban y siguen usando este precioso material tenaz para hacer sus herramientas, sobre todo las hachas, de donde viene también la denominación **piedra de hacha** para la variedad más distribuída de la nefrita.



CAPÍTULO XLII

El Epidoto. — La Wollastonita.

Citaremos estos dos minerales silicatos por el motivo de estar sumamente distribuidos en la región de las canteras de las calizas cristalino-granulosas en las **Sierras Pampeanas** de la República. Allí el **epidoto** forma a veces cristales bien perfectos hasta de 20 cm. y más de largo, mezclado con cuarzo, calcita y masas granulosas compactas del mismo mineral epidoto, sólo o en presencia de granate (fig. 85). Su color es un verde marrón hasta pardusco, la raya es grisácea, el lustre vítreo; es translúcido hasta opaco, pocas veces se ha visto cristales pequeños transparentes en las mencionadas canteras. La dureza es entre 6 y 7, la fractura es desigual hasta astillosa, el clivaje está bien marcado, lo que ayuda a distinguir el epidoto de las masas granulosas de ciertos granates.

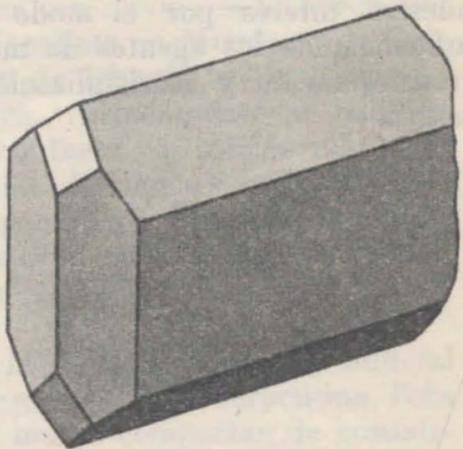
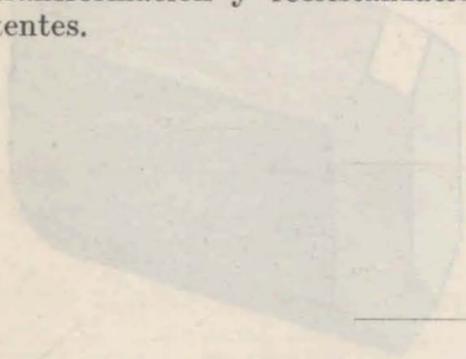


Fig. 85. — Cristal de epidoto. Canteras de piedra de cal de Valle Hermoso, Valle de Cosquín, Sierra de Córdoba.

La **wollastonita** asoma en las mismas calizas como el epidoto. A veces se presenta en cristales prismáticos largos, completamente incoloros y transparentes, pero más fre-

cuenta son los agregados irregularmente hasta radio-fibrosos de color blanco hasta amarillento marfil, turbios, translúcidos y con un marcado brillo sedoso. Estos agregados de wollastonita están a menudo salpicados de pequeños granos verdes de diópsido.

El epidoto y la wollastonita pertenecen al grupo de los **minerales de contacto**. Estos se han formado por una reacción entre la caliza y las impurezas que esta contiene como el cuarzo, la arcilla, etc., bajo la influencia de un calor elevado, producido por las rocas ígneas líquidas que han surgido de la profundidad de la tierra como el granito y las pegmatitas. A pesar de que la mayoría de los minerales de contacto, a los cuales pertenecen además de los citados, el granate común, el diópsido y numerosos otros más, carecen de valor comercial, merecen en cambio nuestro interés por el modo de su formación bajo la influencia de los agentes de metamorfismo, es decir, la transformación y recristalización de minerales ya existentes.



La wollastonita se forma en las mismas condiciones que el epidoto. A veces se presenta en cristales prismáticos largos, simplemente inclinados y transparentes, pero más fre-

CAPÍTULO XLIII

La Olivina, la Serpentina, el Amianto y la Espuma de mar.

La **olivina** o el **peridoto** es un mineral de color verde aceituna, transparente o translúcido, de color vítreo hasta grasoso, de dureza 7, sin clivaje nítido, que forma cristales prismáticos cortos, a veces solamente granos redondeados dentro de ciertas rocas volcánicas, esencialmente en los basaltos (1). Basaltos con olivina se conocen por ejemplo del **Paramillo de Uspallata** en Mendoza, de **Cosquín** en Córdoba, del **Cerro de Ichagón** en Santiago del Estero al Noreste de Choya. Aisladamente se halla la olivina como mineral de contacto en ciertos mármoles de Córdoba como en la Cantera **El Sauce** y en **Malagueño**. Los cristales grandes transparentes y libres de rajaduras e inclusiones, que se conocen de ciertos basaltos del **Egipto**, son apreciados como piedra gema.

Por la descomposición de la olivina se forma un mineral amarillento verdoso hasta verde oscuro, la **serpentina**. Esta forma en algunas regiones masas compactas de considerable extensión. Como su dureza es mediana, de 3 a 4 y fácil de pulimentar, este «mármol negro» como se lo denomina impropiaemente, proporciona un bonito material de adorno. Tal serpentina se ha formado por la alteración de rocas en las cuales predominaba la olivina y de la cual ya no quedan ni vestigios. Se conocen yacimientos de serpentina cerca de **Alta Gracia** en Córdoba, en la

(1) Véase la descripción del basalto en la página 205.

Sierra Pie de Palo en San Juan, en la **Sierra de la Cortadera** en Mendoza, etc., sin que se la haya utilizado todavía en mayor escala.

La misma substancia serpentina se presenta en una variedad de aspecto completamente distinto, es decir, en fibras blancas verdosas hasta azuladas, el **crisotilo** o más conocido todavía bajo el nombre de **amianto**. Sus fibras alcanzan a veces hasta 10, 20 y más centímetros de largo y son tan delgadas y blandas que parecen ser fibras de seda con cuales participan su lustre característico. Este mineral se deja hilar y tejer, teniendo los productos la inestimable propiedad de ser incombustibles. Se usan los tejidos de amianto para decoraciones, vestidos y telones de teatros, para guantes de bomberos y de los obreros en las fundiciones, como «papel» para actas, etc. Las variedades inferiores, es decir, de fibras menos largas, son empleados para hacer cartones y chapas de amianto, usados en los laboratorios científicos, para forrar cajas fuertes, para puertas y techos, mientras las fibras sueltas dan un excelente material de aislamiento de la electricidad y del calor. El consumo del amianto aumenta cada año más, motivo que dió la iniciativa de explotar los numerosos yacimientos del país cuyo beneficio ya es un buen renglón de la minería nacional. Actualmente se trabajan los yacimientos en la región al Sud de **Alta Gracia** en Córdoba, de la **Sierra de la Cortadera** en Mendoza y de la región de **Fiambalá** en Catamarca y de varios puntos en **San Luis**. Poco explorados están los criaderos de amianto en la **Sierra Pie de Palo** en San Juan, que prometen ser muy productivos (1). Entre los demás países productores de amianto se destacan el **Canadá**, con 82 % de la producción mundial y **Rhodesia** en la Unión Sudafricana.

(1) La denominación «Pie de Palo» quiere decir «piedra de palo», piedra que se asemeja a un palo, lo que es justamente el amianto que con frecuencia presenta el aspecto de un trozo de madera fibrosa.

Recordemos en esta ocasión que existe también una variedad de anfíbol que tiene el mismo aspecto, propiedades y uso que el amianto de serpentina, se la llama **amianto de hornblenda** o **asbesto**, aunque a veces la última denominación es usada indistintamente también para el crisotilo. Es un mineral escaso en el país.

La **espuma de mar** es blanca opaco-mate, liviana, consistente, pero de poca dureza, de grado 2 a 2 1/2 y de fractura finamente conchoidal. Adhiere a la lengua. Se encuentra en nódulos grandes dentro de una roca de serpentina en **Asia Menor**, su principal procedencia. Se utiliza este mineral casi únicamente para hacer pipas y boquillas, sencillas o con adornos grabados, muy conocidos en el mundo entero.

CAPÍTULO XLIV

El Talco o la Piedra de sapo. — La Clorita.

El **talco** se presenta únicamente en forma de agregados cristalinos hojosos, escamosos, hasta compactos. En estado puro su color es blanco con un brillo anacarado suave, pero predominan las clases algo impuras de color verdoso hasta verde pardusco. Lo que más caracteriza a este mineral es su tacto jabonoso o untuoso, un efecto de su dureza mínima de grado 1, pues es el mineral más blando que se conoce. De esta propiedad viene también la denominación popular de **piedra de sapo**, que quiere decir piedra jabonosa (1). Abundan los yacimientos en todas las sierras centrales de la República, sobre todo en la **Sierra de Córdoba**. Forma bancos poderosos, intercalados entre otros de rocas anfibolíticas, de las cuales la piedra de sapo se ha formado por una alteración. Un talco compacto muy blanco, asoma en la región de **Colonia** en la vecina República del Uruguay, material que se consume también en la Argentina.

La consistencia y la facilidad con la cual se trabajan las masas de talco dió motivo a que los padres jesuitas lo habían empleado para ornamentos esculpidos de sus iglesias y conventos. Insertamos en la figura 86 una de estas obras de arte que representa el escudo de la Universidad Nacional de Córdoba, que se halla en el patio de dicha institución.

Más generalizada es la aplicación como piedra refractaria que no se altera en el fuego. Se presta como ningún otro

(1) La palabra «sapolio» procede de la misma raíz.



Fig. 86. — Escudo de la Universidad Nacional de Córdoba: escultura hecha en pizarra de talco o piedra de sapo, que abunda en la Sierra de Córdoba. Obra artística del fin del siglo XVII o principios del siglo XVIII. — $\frac{1}{10}$ del tamaño natural.

producto natural para el revestimiento de hornos de cal y de fogones y hasta para hacer ollas de uso doméstico e industrial.

Reducido a polvo, el talco tiene mucha aplicación como cosmético, luego en la fabricación del papel, del vidrio, del caucho, de pinturas. Se lo utiliza en la industria textil y para hacer lápices de color, se lo emplea como lubricante y para preparar la tiza de sastre. Las pequeñas esculturas baratas de animales, ídolos asiáticos, etc., de origen chino, que se ven en todas partes, son igualmente hechas de una variedad del talco.

La **clorita** se asemeja por una parte a la mica negra, por otra, al talco. Forma agregados escamosos blandos, de brillo anacarado y de color verde oscuro, que se presentan en bancos esquistosos y muy a menudo mezclados con talco, al cual da su coloración verde oscura en sus variedades impuras. Muy frecuente en las **Sierras Pampeanas** pero sin aplicación industrial.

CAPÍTULO XLV

El Ámbar.

Para completar nuestro cuadro de las principales especies minerales, vamos a mencionar un mineral muy particular, el **ámbar**. El ámbar es una resina fósil; una resina que emanaba de ciertos árboles que florecían en una época lejana, y mientras estos han desaparecido las gotas de resina se han conservado dentro de la tierra, endureciéndose con el tiempo. El ámbar es una substancia amorfa, de color amarillo pálido característico, transparente, turbia hasta opaca, a menudo todo a la vez en el mismo trozo. Es blando, de dureza $2 \frac{1}{2}$, quebradizo, fácil de pulverizar, serruchar, perforar y pulir. Insoluble en el agua pero algo soluble en el alcohol. Al calentarlo se ablanda, luego funde y se enciende, ardiendo con una llama rica en hollín y produciendo un olor agradable.

Al friccionar el ámbar se electriza y atrae pequeños recortes de papel, de paja, etc. Esta propiedad se conocía ya en la antigüedad, teniendo el ámbar entonces el nombre de **electrón**, denominación que persiste en la palabra electricidad.

Se ha encontrado el ámbar en muchos puntos del mundo: en **Sicilia**, **Rumania**, **Birmania**, **México**; pero en ninguna parte abunda más que en la costa del **Mar Báltico**, especialmente en los alrededores de Koenigsberg en el Noreste de **Alemania**. El ámbar se encuentra allí en nódulos redondos y oblongos hasta de cerca de 10 kilos de peso, diseminados en los estratos del subsuelo y también sueltos dentro del mar mismo.

Se hace del ámbar una infinidad de objetos: collares, pulseras, rosarios, pendientes, aisladores para aparatos

eléctricos y sobre todo boquillas. Pero hay que decir que una buena parte del ámbar del comercio consiste en **ámbar prensado** o **ambroide**, que se obtiene de pequeños trozos turbios y retazos, sometiénolos a una presión elevada, formándose entonces una sola masa homogénea clara. Muy interesantes son también los trozos de ámbar que contienen inclusiones de insectos o fragmentos de plantas que cayeron en la resina líquida en aquellos tiempos lejanos y que se han



Fig. 87.— Insecto incluído en ámbar; tamaño natural Costa del Mar Báltico.

conservado por miles de años hasta en sus detalles más minuciosos (fig. 87).

CUARTA PARTE

QUE TRATA DE LAS ROCAS MÁS COMUNES.

CAPÍTULO XLVI

Algunos conceptos generales sobre el origen de las rocas.

La ciencia que se dedica al estudio de las rocas se llama **Petrografía**. Como las rocas se componen de minerales, la Petrografía puede considerarse como una rama de la **Mineralogía**. Pero las rocas son a su vez componentes de la costra terrestre y participan de sus cambios continuos, lo que indica que la Petrografía está estrechamente ligada con la **Geología**.

No todos los minerales forman rocas, solamente un reducido número de ellos, sobre todo los silicatos, entran en su composición; los hemos estudiado junto con las demás especies en los capítulos anteriores.

Según el origen se distinguen tres grupos fundamentales de rocas, a saber:

- 1) Las **rocas magmáticas o ígneas**.
- 2) Las **rocas sedimentarias**.
- 3) Las **rocas metamórficas**.

Las **rocas magmáticas** resultan de la solidificación de una masa ígneo-líquida, el **magma**. Este se extiende debajo de la costra terrestre rocosa pero alcanza en ciertas circuns-

tancias a formar intrusiones entre las rocas sólidas y hasta extenderse sobre la superficie de la tierra por los volcanes. Durante el enfriamiento al cual está sujeta la masa magmática, cristalizan poco a poco y uno después del otro, los diversos minerales que luego componen la roca. Cuando el enfriamiento tiene lugar en la profundidad donde evidentemente es muy lento, los individuos minerales pueden llegar a cierto tamaño, resultando una roca de **estructura granulosa**. Estas son las rocas magmáticas **plutónicas** por haber cristalizado en la profundidad de la tierra, dominio del dios Plutón del mito griego antiguo.

Pero cuando el magma ha podido surgir hasta la superficie y extenderse como **lava** líquida en forma de mantos alrededor de los conductos, el enfriamiento ocurre con cierta rapidez. Algunos minerales han podido cristalizar antes de la emanación del magma y sus contornos cristalográficos están bien marcados, pero el resto de la masa ígnea enfría casi bruscamente y los cristales que se forman son pequeños hasta microscópicos. Estas son las rocas **volcánicas** o **efusivas** con su **estructura porfírica**; en una masa densa o finamente granulosa, la **pasta**, nadan los minerales de mayor tamaño, los **fenocristales**.

Un tipo intermedio entre las rocas plutónicas y las volcánicas son las rocas **filonianas**, así llamadas por presentarse en filones que asoman en rocas plutónicas y en su vecindad.

Las **rocas sedimentarias** resultan en su mayoría de la destrucción del relieve superficial de la tierra bajo la acción de la intemperie y del agua que trabaja constantemente en su nivelación. Arrastra el agua los desechos, los tritura, los conduce hacia las llanuras y al mar, depositando poco a poco su carga en capas sobrepuestas, lo más fino a distancia más lejana. Por un proceso de endurecimiento, que se prolonga a través de miles de años, resultan las rocas sedimentarias firmes. Fuera de esta **sedimentación mecánica** se conoce una **sedimentación química**, que consiste en la precipitación de ciertas substancias de sus soluciones acuosas, como por ejemplo ciertas calizas.

El tercer grupo, las **rocas metamórficas**, resultan de una transformación en la corteza terrestre por compresión o alta temperatura, o ambos factores combinados, de rocas ya existentes de los dos grupos anteriores, las magmáticas y las sedimentarias. Esta acción, el **metamorfismo**, cambia gradualmente el aspecto original de las rocas, lo que se expresa tanto en la recristalización de los componentes minerales existentes como en la formación de minerales nuevos. Las rocas de este grupo tienen a menudo un carácter más o menos laminar-esquistoso, lo que dió motivo para reunir las entonces bajo la denominación de **esquistos cristalinos**.

CAPÍTULO XLVII

Las rocas magmáticas plutónicas.

Entre las rocas magmáticas plutónicas el **granito** es la más conocida por su gran distribución en el mundo entero. Ya conocemos su composición: feldespato, mica y cuarzo, que en su conjunto forman una masa maciza, granulosa, más frecuentemente gruesa que fina. El feldespato que predomina en los granitos es la variedad **ortosa**, casi siempre de un color blanquecino rosado hasta rojizo que determina también el color de la roca entera. La ortosa se presenta en cristales columnares hasta tabulares y entonces muy a menudo maclados como lo enseñan las figuras 6, 7 y 14 en las páginas 27 y 32. La mica es esencialmente biotita, pero no faltan granitos que llevan además escamas de muscovita.

El granito está sumamente distribuído en el país, aflora en numerosos lugares de la **Patagonia** y de la **Cordillera Patagónica**; lo vemos otra vez en la región de **Tandil** y de **Olavarría**, asoma en el cordón central de la **Sierra de Córdoba**, participa en la composición de la **Sierra de San Luis**, de la **Precordillera de Mendoza** y **San Juan**; abunda en las serranías de **La Rioja** y **Catamarca** y aflora hasta en los confines del Norte con **Bolivia**, en **Salta**.

Por su consistencia y abundancia el granito es un material de construcción y de pavimentación de primer orden. Como se deja pulir bien se lo aprecia además para monumentos, revestimientos y adornos arquitectónicos.

La **sienita** es una roca muy parecida al granito, pero faltan en ella el cuarzo y la muscovita, en cambio lleva a veces cristales negruzcos de augita y de hornblenda. La

sienita es mucho menos frecuente que el granito; encontramos algunos afloramientos pequeños en las **Sierras Pampeanas**.

La **diorita** es parecida a la sienita, pero se diferencia de ésta por la naturaleza de sus feldespatos que es la **plagioclasa**, de composición química algo distinta de la ortosa, pero sin alteración considerable en el aspecto exterior. (fig. 88). La plagioclasa suele ser de color blanco lechoso y en sus planos de clivaje más perfecto se nota numerosas estrías paralelas, provocadas por maclas microscópicas (1).

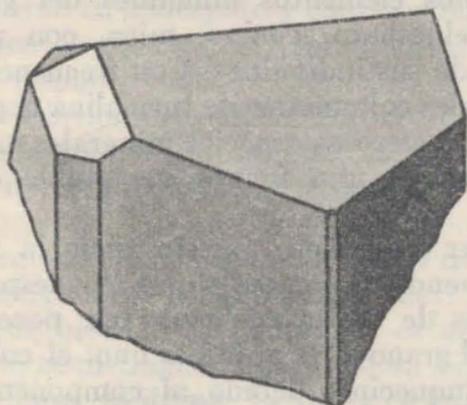


Fig. 88. — Cristal de plagioclasa, variedad de feldespato.
Alta Gracia, Sierra de Córdoba.

Entre los componentes oscuros de la diorita encontramos la biotita, la augita y la hornblenda. La diorita es más frecuente que la sienita, la hallamos en gran extensión en la **Cordillera Patagónica** y también en las **Sierras Pampeanas**. Se extrae este excelente material de construcción y de balasto, denominado comúnmente «granito», de varias canteras, ubicadas en las partes más accesibles de la Sierra de **Córdoba**.

(1) La *ortosa* es el feldespato que lleva *potasio*, mientras la *plagioclasa* está caracterizada por el contenido de *sodio* y *calcio*. Las figuras 6, 7 y 14 en las páginas 27 y 32 representan cristales de ortosa.

Cuando en la diorita desaparece la biotita y aumenta considerablemente la augita o la hornblenda, a las cuales puede agregarse algo de olivina, resulta una roca granulosa bastante oscura, salpicada de feldespatos plagioclasa blancos, el **gabbro**.

Dentro de los macizos de las rocas plutónicas y hasta en sus rocas vecinas metamórficas o sedimentarias asoman a menudo las vetas anchas y largas de las rocas filonianas. Un ejemplo tenemos en la **pegmatita** que hemos descrito ya en la primera parte de este libro. Recordamos que son los mismos elementos minerales del granito que la componen: feldespato, cuarzo, mica, con un desarrollo considerable de sus individuos. Con frecuencia se agregan todavía cristales columnares de turmalina negra, de berilo, de apatita y numerosas especies minerales más que hacen de las pegmatitas una fuente inagotable de minerales raros.

Un carácter más bien opuesto tiene la **aplita**, cuyos filones son menos uniformes y pueden desparramarse en ramificaciones de vetitas delgadas de pocos milímetros de espesor. El grano de la aplita es fino, el color es uniformemente blanquecino, debido al componente principal, el feldespato, al lado del cual el cuarzo y sobre todo la biotita disminuye y puede faltar por completo. En cambio se notan de vez en cuando escamas finas de muscovita.

Un tercer tipo de rocas filonianas lo forman los **lamprófidos**. En estas predominan los minerales oscuros, la biotita, la augita, la hornblenda, mientras que falta el cuarzo y disminuye el feldespato considerablemente.

CAPÍTULO XLVIII

Las rocas magmáticas volcánicas o efusivas.

Mas variadas todavía en su composición y aspecto que las rocas plutónicas son las **rocas volcánicas**. También entre ellas hay rocas ricas en feldespato y cuarzo y relativamente pobres en elementos coloreados y rocas en las cuales predominan estos últimos, como la augita, la hornblenda y la olivina, con exclusión del cuarzo. Entre estos dos extremos, las rocas de colores claros y las oscuras, existe una serie continua de carácter intermedio.

La **riolita** resulta del enfriamiento rápido de un magma granítico. Distinguimos como fenocristales: feldespato, cuarzo y algo de biotita. El feldespato es una variedad de la ortosa, pero se distingue de ésta por su aspecto vítreo marcado, se lo llama **sanidina**. La pasta es finamente granulosa hasta casi compacta, de un color grisáceo claro. Solamente con ayuda del microscopio se llega a saber que se compone de cristales pequeños de feldespato y de cuarzo.

La riolita y su pariente la **dacita**, en la cual la sanidina está sustituida por el feldespato plagioclasa, son rocas bastante frecuentes en la Cordillera desde **San Juan** y **Catamarca** hacia el Norte. En ellas asoman numerosos filones de minerales de oro, plata y cobre.

Cuando el magma de la riolita contenía gran cantidad de gases en disolución, estos se desprendieron con vehemencia al surgir la masa ígneo líquida a la superficie, resultando una roca sumamente porosa y liviana de color gris. Esta es la **pedra pómez** que se utiliza para limpiar metales, cepillar maderas y piedras de adorno, y no falta tampoco en el lavatorio al lado del jabón y del cepillo.

Hallamos la piedra pómez como rodados en numerosos ríos y sus depósitos, oriundos de la Cordillera del Neuquén y de **Mendoza** y abunda sobre todo en el «**Campo Piedra Pómez**» en la parte Sud del Territorio de Los Andes, cerca del límite con Catamarca.

Un aspecto opuesto al de la piedra pómez tiene la **obsidiana** que resulta de una lava de riolita, pobre en gases, por un enfriamiento tan repentino que toda la masa se solidificó como **vidrio natural**, de color pardusco hasta negro profundo. La obsidiana es translúcida, sobre todo en las aristas, hasta a veces transparente, y quiebra en astillas cortantes de fractura concoidal, como un vidrio común. Se ha encontrado en la Argentina rodados de obsidiana en el **Río Negro** y el **Río Gallegos** en Santa Cruz. Los aborígenes de **México** usaron la obsidiana para hacer cuchillos, flechas y espejos y hasta hoy todavía se la usa como piedra semipreciosa en joyería.

El **pórfido cuarcífero** comparte con la riolita la misma composición mineralógica, pero se distingue por sus feldespatos turbios, que son ortosa, y su pasta de colores más sombríos y de brillo más apagado. Toda la roca hace la impresión de ser menos fresca que la riolita. Y realmente es así, el pórfido cuarcífero representa una riolita muy antigua, vertida de volcanes existentes en épocas lejanas de la historia del globo terrestre. Se conoce el pórfido cuarcífero en mantos espesos en la **Patagonia**, donde forma los promontorios de la costa atlántica, como en **Cabo Raso**, **Camarones**, **Puerto Deseado**, etc. Luego abunda en el **Neuquén**, en el Sud de **Mendoza** y en toda la **Precordillera**, mientras que en las Sierras Pampeanas y en la región Norte de la Cordillera es más bien escasa.

La **andesita** se distingue de la riolita por la ausencia del cuarzo y la naturaleza de su feldespato que es plagioclase, de color blanquecino lechoso. Entre los minerales oscuros se observa la biotita, pero también la augita y la hornblenda, sea cada uno por sí solo o asociados entre

ellos. La pasta grisácea finamente granulosa lleva sobre todo cristales pequeños de plegioclasa salpicados por los mismos minerales oscuros que se observa entre los fenocristales. La andesita es muy distribuída en toda la región de los **Andes**, lo que se expresa también con el nombre que fué designado por la ciencia. Pero hallamos la andesita también fuera de la Cordillera de los Andes, así por ejemplo forma los antiguos volcanes del **Cerro Tomolasta**, del **Zololosta** y del **Morro** en San Luis y el grupo de los Cerros de **Poca**, **Yerba Buena** y **Velis** en la parte central-oeste de la Sierra de Córdoba. Todas estas formaciones pertenecen a una época geológica relativamente cercana; la andesita es como la riolita considerada como roca joven.

El equivalente antiguo de la andesita es la **porfirita**, de color grisáceo oscuro hasta verdoso-pardusco, debido a un principio de descomposición de sus componentes de color. La porfirita tiene su mayor distribución en el **Neuquén** y Sud de **Mendoza**, muy a menudo en la vecindad del pórfido cuarcífero.

A la riolita de colores claros, a la andesita de tonalidad mediana, agregamos una roca volcánica joven nítidamente oscura: el **basalto**. Esta roca lleva generalmente pocos fenocristales, tal vez algunos granos de olivina verde o cristales de augita negra, pero a menudo ni se perciben estos, presentándose como masa uniforme muy finamente granulosa hasta casi compacta. Su color es un negro azulado, debido a innumerables cristales de magnetita de tamaño microscópico. El basalto, en forma de mantos extensos es una roca frecuente en la **Cordillera** y en las mesetas de **Patagonia**, en cambio está poco distribuído en la Cordillera del Norte y en las Sierras Pampeanas.

También el basalto tiene su equivalente antiguo, que es el **meláfido**, igualmente de tintes negruzcos y pobres o libres de fenocristales, pero de un reflejo más apagado en la fractura. Esta roca muestra con frecuencia pequeños huecos redondos y oblongos, a veces vacíos, muy a menudo llenados por calcita blanca, produciendo entonces la roca

un aspecto particular, parecido a un turrón oscuro con sus almendras blancas, una comparación que dió motivo a su denominación de **meláfido amigdalóide**. Ambas variedades, el meláfido común como el amigdalóide, abundan en **Corrientes** y más todavía en el Territorio de **Misiones**, donde forman mantos extensos, alternando con bancos de arenisca. Podemos recordar en esta ocasión que las famosas cataratas del **Iguazú** se precipitan sobre el borde de uno de estos mantos espesos de meláfido.

Agregaremos a este capítulo todavía unas palabras sobre la **ceniza volcánica**. Esta consiste en una especie de arena suelta hasta medianamente endurecida, blanca, seca al tacto, muy áspera. Se encuentra en depósitos hasta de 1 metro de espesor en el subsuelo y a veces en la superficie directa en numerosos puntos del país, desde la Patagonia hasta los confines septentrionales, tanto en la región de la **Cardillera** como en la **Llanura Pampeana**. Esta ceniza volcánica se compone de partículas finas angulosas de vidrio volcánico, es decir, de una especie de obsidiana. Representa una lava que fué arrojada con violencia por el desprendimiento de gases durante la erupción de los volcanes andinos. El material grueso cayó después en los alrededores inmediatos de los volcanes, mientras las partículas menudas han sido arrastradas por los vientos y llevadas a veces por muchos centenares de kilómetros hasta que se precipitaron en una lluvia de ceniza. Han sido sobre todo los volcanes, hoy apagados, portadores de las riolitas, dacitas y andesitas que han producido las cenizas volcánicas, pero aún hoy todavía se repite el fenómeno de vez en cuando. Recordamos por ejemplo, las caídas de ceniza en **Las Lajas** y en **Zapala** en el Neuquén, en los años 1921 y 1927, procedente de una erupción del volcán **Llaima** en Chile. La ceniza volcánica se ha utilizado poco hasta la fecha; se hicieron ensayos con resultados satisfactorios para hacer jabón sapolio y también para usarla fundida como vidrio.

CAPÍTULO XLIX

Las rocas sedimentarias.

Un arroyo que sale de la boca de una quebrada, arrastra en su lecho los escombros de la montaña. Los bloques grandes se destrozan en porciones menores que se gastan mutuamente en sus vértices y aristas formando los **cantos rodados** que se reducen luego por el mismo impulso a **pedregullo** y **ripio** y finalmente a los granos de **arena**, cada vez más fina a medida que el arroyo o río se aleja de la montaña. El material más fino de esta molienda natural se descompone todavía bajo la influencia del agua y se deposita como **arcilla** en el fondo de lagos, lagunas o dentro del mar. Lo que observamos hoy ha tenido lugar ayer y siempre a través de los tiempos más remotos de la historia de la tierra. En el transcurso de miles de años los **depósitos fluviales** sueltos han sufrido un proceso de endurecimiento y han llegado a formar rocas sólidas que los movimientos en la costra terrestre pueden elevar de nuevo y formar montañas gigantescas.

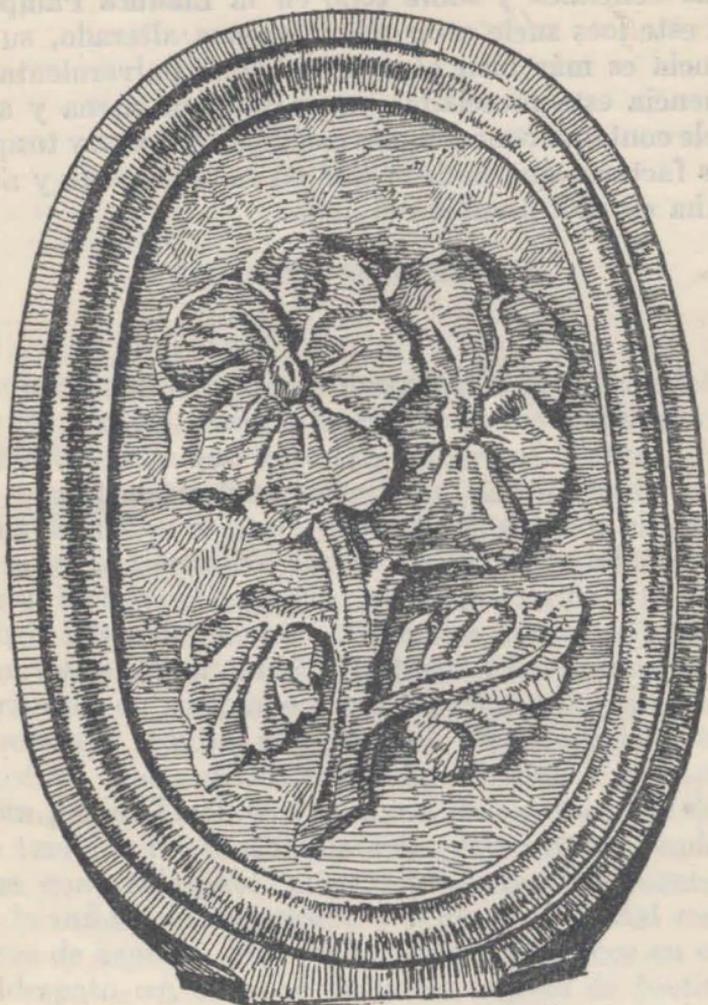
De una acumulación de trozos angulosos resulta por su cementación una **brecha**; de los cantos rodados los **conglomerados**; de las arenas las **areniscas**, y de los bancos de arcilla la **pizarra arcillosa**. Todas estas clases de rocas están sumamente distribuídas en nuestro país. Las brechas y conglomerados abundan sobre todo en las regiones montañosas de **Catamarca**, **Salta** y **Jujuy** sin faltar en las **Sierras Pampeanas** y demás serranías. Mucho más amplia todavía es la distribución de las areniscas que asoman

en innumerables variedades de color desde la **Patagonia** hasta **Misiones** y los confines con Bolivia y Chile. En el Sur su color es generalmente grisáceo, en el centro y Norte de la República predominan en cambio las areniscas rojizas. Donde la ubicación es favorable y la arenisca suficientemente consistente se la explota como piedra de construcción, y para adornos arquitectónicos como por ejemplo la arenisca gris de **Sampacho** en el Sud de Córdoba y las del **Alto Pencoso** en San Luis (fig. 89). Las areniscas que se desprenden en lajas se utilizan para veredas y pisos de casas. No olvidamos mencionar la **piedra de afilar** y de **molino**, que son areniscas especialmente consistentes y de grano fino y uniforme; se explota un yacimiento en la Sierra Norte de **Córdoba**.

La **pizarra arcillosa** es una roca finamente esquistosa, generalmente de color gris hasta negruzco. Abunda sobre todo en la **Precordillera** de San Juan y Mendoza, a veces con impresiones de animales y plantas fósiles como en **Cacheuta** en Mendoza. Ciertas pizarras arcillosas oscuras son utilizadas en algunas partes del mundo para cubrir techos y las más lisas y homogéneas para hacer pizarras y lápices de escribir.

A las rocas sedimentarias formadas por una precipitación química de soluciones acuosas pertenecen las **estalactitas**, la **tosca** y la **caliza** o **calcáreo** que incluye también la **piedra litográfica** que hemos estudiado en la primera parte de este libro.

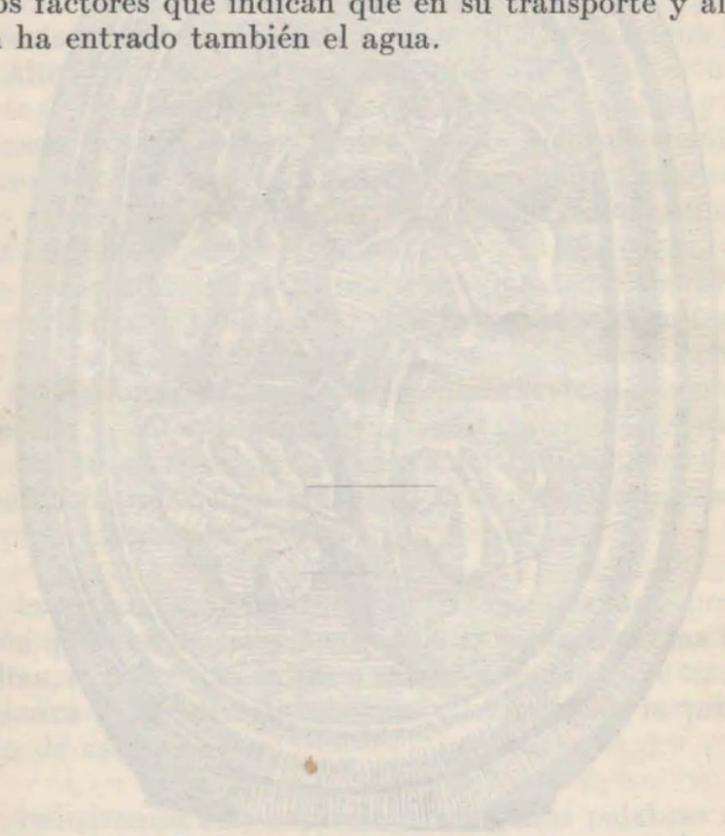
Terminaremos este capítulo con algunas palabras sobre el **loes**. Bajo esta denominación se entiende una substancia pulverulenta hasta ligeramente consistente-terrosa, de un color amarillento-pardusco claro. Este polvo proviene de la descomposición de rocas sólidas, arrastrado por los vientos y distribuidos en vastas regiones del centro y norte de la República. El loes característico se halla en depósitos superficiales en las faldas áridas de la Cordillera de **San Juan, La Rioja y Catamarca**. Mucho más extensos



A.R.

Fig. 89. — Motivo decorativo esculpido en arenisca, procedente del Alto Pencoso, Provincia de San Luis. Tamaño natural.—Original conservado en el Museo de Mineralogía y Geología de la Universidad Nacional de Córdoba.

y espesos son los depósitos de loes en los valles de las sierras centrales y sobre todo en la **Llanura Pampeana**. Pero este loes suele estar más o menos alterado, su consistencia es más bien algo terrosa que pulverulenta, con frecuencia está mezclado con un poco de arena y arcilla y suele contener concreciones calcáreas de tosca y tosquilla, todos factores que indican que en su transporte y alteración ha entrado también el agua.



CAPÍTULO I

Las rocas metamórficas.

En oposición a la acción destructora del agua, del hielo y de los vientos, existen los movimientos **tectónicos** en la corteza terrestre que levantan las sierras. Fuerzas de presión inconmensurables entran en acción hasta aquella profundidad donde interviene todavía el calor elevado del interior de la tierra. No hay roca que resista a la influencia de estos factores. Un granito pierde poco a poco su aspecto macizo, sus componentes minerales están triturados y llegan luego a recrystalizar de nuevo; las hojitas de mica se orientan en un plano perpendicular a la dirección de la presión y resulta una roca de aspecto más o menos esquitoso. Tales granitos metamorfozados y esquistos se llaman **gneis**. También hay gneis de sienita y de diorita. Pero también rocas sedimentarias, como por ejemplo areniscas con feldespato, mica, arcilla, pueden regenerarse bajo la influencia de presión y temperatura. Así resultan gneises de aspecto muy variado, unos son ricos en cuarzo y feldespato, en otros se destacan hojitas de biotita, de muscovita o de ambas variedades de mica juntos. Lo característico es siempre la orientación paralela de la mica y el carácter esquitoso.

Cuando disminuye la cantidad de cuarzo y de feldespato y llega a predominar la mica se habla de un **micasquisto**. Si en cambio de la mica se nota una abundancia de hornblenda negra, también de orientación más o menos paralela, y la ausencia del cuarzo, resulta una **anfíbolita**. Esta

roca tiene a menudo un aspecto esquistoso estriado debido a cintas claras y oscuras en las cuales alterna el predominio de hornblenda negra y de feldespato blanco.

Las Sierras Pampeanas de **Córdoba**, **San Luis**, **La Rioja** y **Catamarca** son las regiones donde los gneis, micasquistos y anfibolitas han llegado a surgir en el transcurso de la historia del globo terrestre desde la profundidad hasta la superficie. Más de la mitad de estas serranías extensas se componen de tales rocas metamórficas bajo el predominio de las variedades del gneis.

La **cuarcita** resulta de un metamorfismo de areniscas, en las cuales los granos de cuarzo han recrystalizado hasta su perfecto contacto lo que da a la roca una consistencia considerable. Son rocas de colores generalmente claras, blanquecinas o rosadas, comúnmente poco esquistosas y de fractura más bien poliédrica-angulosa que laminar. Cuarcitas abundan por ejemplo en la **Sierra de la Ventana**, en **Mar del Plata** y en los alrededores de **Balcarce** en la provincia de Buenos Aires. En **Corrientes** y **Misiones** existen cuarcitas rojizas que han resultado de una cocción de areniscas coloradas en el contacto con meláfidos en estado ígneo-líquido.

La **filita** ocupa una posición intermediaria entre la pizarra arcillosa y un micasquisto. La filita es el producto de un metamorfismo moderado que ha producido escamas finísimas de mica al actuar sobre la substancia arcillosa de la pizarra. Estas escamas, apenas visibles, producen en su conjunto, en el plano de esquistosidad, un aspecto lustroso característico. Este brillo falta en la fractura transversal donde se destaca mejor el color gris-pardusco que suelen tener las filitas. Encontramos las filitas en gran extensión, muy a menudo asociadas con bancos de cuarcitas claras y rojizas, desde la Sierra de **Famatina** en La Rioja y de las montañas de **Catamarca** hasta el Norte de **Salta**, **Jujuy** y el altiplano del Territorio **Los Andes**.

A la categoría de las rocas metamórficas pertenecen también los **mármoles** y las **rocas de contacto** en las cuales abunda el granate, el diópsido, la actinolita, la wollastonita, el epidoto, etc., en la proporción y tamaño de los elementos más inestables; rocas y minerales sobre las cuales nos hemos extendido en varios capítulos de este libro.

BIBLIOTECA NACIONAL
DE MAESTROS

A. — ÍNDICE DE MATERIAS

abrasivo.....	145	andesita.....	204-205
aceite lubricante.....	68, 71	anfíbol, grupo de minerales, si- licatos con Ca, Mg, Fe, Al, Na, etc.; rómbico, monocli- nico , triclínico.....	183-186
acero.....	117	anfíbolita.....	185, 211-212
actinolita, anfíbol, Ca (Mg, Fe) ₃ (Si O ₃) ₄ , monoclinico.....	185, 213	anglesita, Pb SO ₄ , rómbico....	103
afioramiento.....	64	antimonio, metal, Sb, 91, 96, 131 y.....	132
ágata, variedad de calcedonia, 152 y.....	154-155	antimonita, Sb ₂ S ₃ , rómbico ..	131
agregado cristalino.....	25	antracita.....	65
agua, H ₂ O.....	68	apatita, (F, Cl) Ca ₅ (PO ₄) ₃ , he- xagonal..	16, 127, 168-170 , 202
agua regia, 3 H Cl + H NO ₃	85, 158	aplita.....	202
agua subterránea.....	60, 61	aragonita, Ca CO ₃ , rómbico, 174-176	
aguamarina, variedad de berilo.	150	arcilla, alumo-silicato hidratado, amorfo, 42, 57-62 , 179, 188, 207	
alabastro, variedad de yeso	53, 54	arcilla refractaria.....	62
albayalde.....	107	arena.....	17, 86, 179, 207
aleación.....	101	arenal.....	17
almandino, granate, Fe ₃ Al ₂ Si ₃ O ₁₂ ,		arenisca.....	69, 207-208 , 209, 212
cúbico.....	163	argentita, Ag ₂ S, cúbico.....	90-92
alquitrán.....	66	arsénico.....	91, 97
alumbre, en la Rep. Arg. predomina el alumbre de sodio: Na ₂ SO ₄ , Al (SO ₄) ₃ + 22 ó 24 H ₂ O;		asbesto = amianto de hornblen- da.....	191
monoclinico.....	177	asfaltita, variedad de asfalto, 63 y.....	69-71
aluminio, metal, Al, 135 , 146, 150		asfalto.....	68-73
aluvión.....	86	augita, piroxeno, (Mg, Fe) Ca (Si O ₃) ₂ (Mg, Fe) (Al, Fe) Si O ₆ , monoclinico, 183-184 , 200, 201, 202, 203, 204 y.....	205
amalgama.....	136	azabache, variedad de carbón.	166
amatista, variedad de cuarzo cristalizado.....	152, 155	azogue = mercurio.	
ámbar, C ₄₀ H ₂₄ O ₈ , amorfo... 195-196		azúcar, cristales, monoclinicos, 30 y.....	31
ámbar prensado.....	196		
ambroide = ámbar prensado			
amianto, variedad de serpentina	190		
amianto de hornblenda = acti- nolita.....	190		
amoníaco, N H ₃ , gas.....	66		
amorfo.....	33		

- azufre, S, rómbico, **55-56**, 90, 91,
 95, 96, 97, 102, 108 y..... 131
 azurita, $2\text{Cu CO}_3 \cdot \text{Cu (OH)}_2$,
 monoclinico 97-98
 banco..... 63, 80
 baritina, Ba SO_4 , rómbico, 103,
 118 y..... **173-174**
 basalto..... 189, **205**
 bauxita, $\text{Al}_2 \text{O}_3 + n \text{H}_2 \text{O}$, amor-
 fo..... 134-135
 berenguela = alabastro. 54
 berilo, $\text{Gl}_1 \text{Al}_2 \text{Si}_3 \text{O}_{18}$, hexago-
 nal..... **149-150**, 202
 berilo de oro 150
 biotita, mica, $\text{H K}_2 \text{Al}_2 \text{Si}_3 \text{O}_{12} \cdot$
 $3 \text{Mg}_2 \text{Si O}_4$, monoclinico, seu-
 dohexagonal, 11, 200, 201,
 202, 204 y..... 211
 birrefringencia..... 35, 36
 blenda, Zn S , cúbico, 91, 103,
 106, **108-109** y..... 116
 bocamina 82
 bórax, $\text{Na}_2 \text{B}_4 \text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2 \text{O}$, mo-
 noclinico..... 182
 bornita = cobre abigarrado.
 boronatrocalcita, $\text{Na}_2 \text{Ca B}_5 \text{O}_9 \cdot$
 $8 \text{H}_2 \text{O}$, sistema?..... 179-182
 bort, variedad de diamante... 139
 brea..... 69
 brecha..... 207
 brillante..... 140-141
 bronce..... 101
 cabeza de moro, variedad de
 turmalina..... 167
 cabujón..... 159
 caja..... 79
 cal..... 40
 cal apagada..... 40
 cal hidráulica..... 42
 cal quemada = cal viva..... 40
 calamina, $(\text{Zn, OH})_2 \text{Si O}_3$, róm-
 bico..... 109
 calcáreo = caliza.
 calcedonia, Si O_2 , hexagonal,
 grupo romboédrico, 118, **153-158**
 calcedonia noble..... 153
 calcita, Ca CO_3 , hexagonal, gru-
 po romboédrico, 16, 33,
34-37, 80, 103, 118 y..... 205
 caldo bordelés..... 101
 calichales..... 178
 caliche..... 178
 caliza, **39-50**, 69, 184, 187, 188, 208
 caliza de ostras..... **46**, 53
 camafeo..... 155, 156
 cantera..... 82
 cantera de piedra de cal..... 41
 canto rodado..... 207
 caolín, $\text{Al}_2 \text{O}_3 \cdot 2\text{Si O}_2 \cdot 2 \text{H}_2 \text{O}$,
 monoclinico..... 57-60
 capa..... 80
 cara cristalográfica..... 26
 carbón de piedra = hulla..... 65
 carbón mineral, carbono (C)
 amorfo, mezclado con hidro-
 carburos..... 63-67
 carbonado, variedad de diaman-
 te..... 139
 carbonato, sal del ácido carbó-
 nico $\text{H}_2 \text{CO}_3$ **97**, 103, 115
 carbono..... 143
 carborúndum, C Si..... 146
 carbúnculo = almandino.
 cardenillo..... 100
 casiterita, Sn O_2 , tetragonal,
122-124 y..... 172
 cateador..... 98
 cemento..... 42
 ceniza..... 63
 ceniza volcánica..... 206
 cerusita, Pb CO_3 , rómbico... 103
 chalcantita, $\text{Cu SO}_4 \cdot 5 \text{H}_2 \text{O}$, tri-
 clínico..... 31
 chalcopirita, Cu Fe S_2 , tetrago-
 nal..... **94-95**, 98, 127
 chalcosina, $\text{Cu}_2 \text{S}$, rómbico, **95**,
 98 y..... 100
 chiflón..... 81, 82
 chimenea..... 81, 82
 chorlo = turmalina negra co-
 mún..... 165

cinabrio, Hg S, hexagonal, grupo romboédrico.....	135-136	dendritas.....	120
cinc, metal, Zn, 96, 101, 103, 108-109		densidad = peso específico.....	
citrino, variedad de cuarzo cristalizado.....	153	depósito fluvial.....	80, 207
clivaje.....	11	descloizita, (Pb, Zn) ₂ V ₂ O ₈ . Pb (OH) ₂ , rómbico.....	117
clorita, aluminosilicato con Mg, Fe, H ₂ O, monoclinico.....	194	desmante.....	81, 82
cobre, metal, Cu, 20, 94, 95, 96, 97, 100-101 y.....	133	diamante, C, cúbico, 16, 91, 138-143	
cobre nativo.....	94	diente de perro = cristal de calcita.....	34
cobre abigarrado, Cu ₅ FeS ₄ , cúbico.....	96, 98, 100	diópsido, piroxeno, Mg, Ca (SiO ₃) ₂ , monoclinico, 183-184, 188 y.....	213
cobre gris, 3 Cu ₃ SbS ₃ . Cu Zn ₂ SbS ₄ , a veces con Ag, Hg, Fe; cúbico.....	95-96, 98, 100, 106	diorita.....	201
Código de Minería.....	80	dodecaedro pentagonal.....	29
coke.....	66-67	dodecaedro rómbico.....	138, 162
concesión minera.....	80	dolomita, (Ca, Mg) CO ₃ , hexagonal, grupo romboédrico.....	39, 92
conchilla.....	46	drusa.....	97, 152, 155
conglomerado.....	69, 207	dúctil.....	18, 78
corindón, Al ₂ O ₃ , hexagonal, grupo romboédrico.....	16, 145-147	dureza.....	11, 16
cornalina, variedad de calcedonia.....	153	elasticidad.....	11
creta.....	46-47	electrón.....	195
criadero metalifero.....	79	enargita, Cu ₃ AsS ₄ , rómbico, 96-97 y.....	98
crisoprasa, variedad de calcedonia.....	153	epidoto, H Ca ₂ (Al, Fe) ₃ Si ₃ O ₁₃ , monoclinico.....	187-188, 213
crisotilo = amianto.....		escala de dureza = escala de Mohs.....	16
cristal, definición.....	24	escalenoedro.....	34
cristales.....	26-33	escoria.....	84
cristal de roca = cuarzo cristalizado.....	28	escoria de Thomas.....	170
cristalizar.....	25	esfalerita = blenda.....	
Cristalografía.....	26	esmeralda, variedad de berilo.....	150
chromo, metal, Cr.....	117	esmeril, variedad impura de corindón.....	146
cuarcita.....	212	espato de cal = calcita.....	
cuarzo, SiO ₂ , hexagonal, grupo romboédrico, 15-17, 27, 33, 80, 86, 87, 103, 152-153, 165, 188, 200, 202, 203, 211 y.....	212	espato de hierro = siderita.....	
cuarzo ahumado.....	153	espato doble = espato de Islandia.....	36
cubo.....	24, 25, 29, 102	espato fluor = fluorita.....	
dacita.....	203	espato pesado = baritina.....	
deltoedro.....	163	espinelo, MgO, Al ₂ O ₃ , cúbico.....	147
		espuma de mar, H ₄ Mg ₂ Si ₃ O ₁₀ , amorfo.....	191
		esqueleto de cristal.....	24
		esquistos cristalinos.....	199

- estalactita 47-49, 208
 estaño, metal, Sn 101, 123-124
 estibina = antimonita.
 estrato 63, 64, 80
 estructura granulosa 198
 estructura porfírica 198
- fábrica de cemento 44
 feldespato, grupo de minerales
 aluminosilicatos de K, de Na y
 de Ca, monoclinico y triclinico
 (véase también ortosa y
 plagioclasa), 13-14, 16, 27, 32,
 200, 202, 211 y 212
 fenocristal 198
 filita 212
 filón 19, 79
 fluorescencia 172
 fluorita, Ca F₂, cúbico, 16, 123,
 y 171-172
 fosforita, variedad de apatita
 con impurezas 169
 fractura 15
 fundente 82, 84
 fundición 83, 105
- gabbro 202
 galena, PbS, cúbico, 91, 102-103,
 104, 106, 108, 116 y 117
 galería 81, 82
 ganga 79, 80, 91, 103
 garnierita, (Ni, Mg) Si O₃ + n
 H₂O, amorfo 133
 gases combustibles 72
 Geología 197
 gema = piedra preciosa 137
 geoda 152, 154, 155
 gneis 211
 gneis de sienita 211
 gneis de diorita 211
 gota de agua, variedad de topa-
 cio 150
 grafito, C, hexagonal, grupo
 romboédrico 143-144
 granate, grupo de minerales sili-
 catos con Ca, Fe, Mn, Al, Cr;
- cúbico. Variedad común en
 las Sierras Pampeanas: Ca₃
 Fe₂ Si₃ O₁₂, 162-164, 184, 188, 213
 granito, 9, 152, 168, 188, 200, 211
 guano 170
- heliodoro = berilo de oro.
 hematita, Fe₂ O₃, hexagonal,
 grupo romboédrico, 33, 112-114
 herrumbe natural = limonita. 115
 hialita, variedad de ópalo 158
 hierro, metal, Fe, 19, 95, 96, 112,
 113, 114, 116, 127 y 133
 hierro colado 116
 hierro dulce 117
 hierro especular = oligisto.
 hierro fundido = hierro colado.
 hierro galvanizado 109
 hierro oligisto = oligisto.
 hierro pardo = limonita.
 hierro rojo = hematita.
 hornblenda, anfíbol, aluminosili-
 cato de Ca, Mg, Fe, Na, mono-
 clinico, 165, 185, 200, 201,
 202, 203, 204, 211 y 212
 horno de cal 43
 hulla 65
- imitación de gemas 147
 inclinación 79
 instalación de concentración 82
 isomorfismo 115
- jade verdadero = nefrita.
 jadeíta, piroxeno, AlNa (Si O₃)₂,
 monoclinico 186
 jaspé, variedad de calcedonia. 156
- kalaíta = turquesa.
 kerosene de iluminación 68, 71
 kriolita, 3 Na F. Al F₃, mono-
 clinico 134-135
- lamprófidio 202
 latón 101
 lava 30, 198
 lavadero de oro 86, 87

ley en metal.....	87	mina.....	80, 81
lidita, variedad de calcedonia.....	157	mina de carbón.....	64
lignito.....	65	mina de cobre.....	99
lingote.....	83, 84, 106	mina de plomo.....	104
limonita, $Fe_2O_3 + nH_2O$, amorfo.....	33, 114-115	mina de tungsteno.....	128
limonita oolítica.....	114	mineral, definición.....	9
loes.....	208, 210	mineral de contacto.....	188
lustre = brillo.....	11	mineral metalífero.....	78, 79
		Mineralogía.....	9, 197
llampo.....	87	minería.....	82
macla de cristales.....	32	minio, P_3O_4	107
magma.....	30, 197	molibdenita, MoS_2 , hexagonal.....	117
magnetita, $Fe_2O_3 \cdot FeO$, cúbico.....	32, 33, 111-112, 205	molibdeno, metal, Mo	117
magnetopirita niquelífera, $Fe_{11}S_{12}$ con 2-5 % Ni, hexagonal.....	133	mordiente.....	177
malaquita, $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$, monoclinico.....	97-98	morión = cuarzo ahumado.....	
maleable = dúctil.....		mortero.....	40
manganeso, metal, Mn, 117, 118, 121 y.....	127	movimientos tectónicos.....	211
manto.....	63	muscovita, mica, $H_2KAl_3Si_3O_{12}$, monoclinico, pseudo-hexagonal, 11-12, 127, 200, 202 y.....	211
marga.....	58	Museos de Mineralogía.....	30
mármol.....	37-38, 163, 213	nafta.....	68, 72
mármol negro = serpentina.....		nefrita, variedad de actinolita.....	185-186
mármol ónix.....	38-39	niquel, metal, Ni, 101, 117, 133, 134	
meláfido.....	152, 155, 205-206	nitro = salitre.....	178
meláfido amigdaloides.....	206	nitro de sodio (nitro de Chile), $NaNO_3$, hexagonal, grupo romboédrico.....	178
mena = mineral metalífero comercial.....	80	nitro de potasio, KNO_3 , rómbico.....	178
mercurio, metal, Hg, 68, 96, 135-136		obsidiana.....	204
metal.....	77	ocre rojo = hematita terrosa (véase también tierra de color).....	113
metal nativo.....	78	octaedro.....	102, 111, 138, 171
metal noble.....	85	oligisto, Fe_2O_3 , hexagonal, grupo romboédrico.....	112-114
metalurgia.....	82	olivina, $(Mg, Fe)_2SiO_4$, rómbico.....	189, 202, 203, 205
metamorfismo.....	199	ónix verdadero, variedad de calcedonia.....	155, 156
mica, grupo de minerales aluminosilicatos de K, Mg, Li, Fe, H, F, monoclinico, pseudo-hexagonal (véase también biotita y muscovita), 10-12, 27, 123, 184, 200, 202, 211 y.....	212	ópalo, $SiO_2 + nH_2O$, amorfo, 33, 118 y.....	158-161
mica blanca = muscovita.....		ópalo de fuego.....	160
mica negra = biotita.....			
micasquisto.....	211, 212		

- ópalo de leche..... 158
 ópalo noble..... 159-160
 organismo..... 6
 órgano.*..... 6
 oro batido..... 85
 oro, metal, Au..... 88, 100
 oro nativo, Au, cúbico, 18, 85-
 88 y..... 95
 oro sellado..... 93
 ortosa, feldespato, $K Al Si_3 O_8$,
 monoclinico, 200, 201, 203, 204

 papas (de boronatrocalcita)... 179
 parafina..... 68, 71
 pasta..... 198
 pedernal = silex..... 207
 pedregullo..... 207
 pegmatita, 10, 12, 149, 152, 165,
 168, 170, 188 y..... 202
 pepitas (de oro)..... 87
 peridoto = olivina.
 peso específico (densidad). 19, 77
 Petrografía..... 9, 197
 petróleo, mezcla de hidrocarbu-
 ros..... 68-73
 petróleo, producción nacional. 72
 piedra artificial..... 147-148
 piedra de adorno..... 137
 piedra de afilar..... 208
 piedra de cal..... 40, 41
 piedra de hacha = nefrita..... 186
 piedra de molino..... 208
 piedra de sapo = talco... 192-194
 piedra de toque = lidita..... 157
 piedra imán, variedad de mag-
 netita..... 112
 piedra litográfica..... 45, 208
 piedra pomez..... 203-204
 piedra preciosa = gema..... 137
 piedra reconstituída..... 148
 piedra semipreciosa..... 137
 piedra sintética = piedra arti-
 ficial.
 piedra tacurú..... 115
 pique..... 81, 82
 pirargirita = rosicler oscuro.
 pirita de cobre = chalcopirita
 pirita de hierro, $Fe S_2$, cúbico,
 18-20, 29, 33, 87, 94 y... 127
 pirolusita, $Mn O_2 + 1-2 H_2 O$,
 rómbico?..... 121
 piropo, granate, $Mg_3 Al_2 Si_3 O_{12}$,
 cúbico..... 163
 piroxeno, grupo de minerales si-
 licatos con Ca, Mg, Fe, Al,
 Mn, Na, etc.; rómbico, mo-
 noclínico, triclinico..... 183-186
 pizarra arcillosa, 64, 207, 208, 212
 placeres..... 80, 86
 plagioclasa, feldespato, mezcla
 de $Na Al Si_3 O_8$ (albita) y
 $Ca Al_2 Si_2 O_8$ (anortita); tri-
 clinico... 201, 202, 203, 204 205
 plano de clivaje..... 13, 52, 126
 planta de concentración..... 82
 plastilina..... 57
 plata, metal, Ag, 90, 91, 92, 93,
 96, 100, 104, 106, 108 y... 116
 plata nativa, Ag, cúbico, 90, 91, 92
 plata sellada..... 93
 platino, metal, Pt..... 89
 platino nativo, Pt, cúbico... 89
 plomagina = grafito.
 plomo, metal, Pb, 83, 91, 102,
 104, 105, 106 y..... 107
 pólvora negra..... 56, 178
 porcelana..... 14, 60
 pórfido cuarcífero..... 204
 porfiritita..... 205
 proustita = rosicler claro.
 psilomelano, $Mn O_2$ con $Mn O$,
 $Ba O$, $K_2 O$, $H_2 O$, amorfo, 33
 y..... 118-121
 quilate, título de oro..... 88
 quilate, peso para gemas.. 140-141

 rafaelita..... 69
 raya..... 19
 refinación..... 84
 refringencia doble = birrefrin-
 gencia.
 represa..... 60, 61
 riolita..... 203
 ripio..... 207

- roca..... 8, 9, 197
 roca cristalina..... 27
 roca de contacto..... 165, 213
 roca efusiva..... 198, 203-206
 roca filoniana..... 166, 198
 roca ignea = roca magmática.
 roca madre..... 79
 roca magmática..... 197, 200-206
 roca metamórfica, 197, 199, 211-213
 roca plutónica..... 198, 200-202
 roca sedimentaria, 197, 198, 207-210
 roca volcánica, 152, 198, 203-206
 rodado..... 155, 156, 204, 207
 romboedro..... 35, 115
 rosicler..... 90-92
 rosicler claro, $Ag_3 As S_3$, hexagonal, grupo trigonal..... 91
 rosicler oscuro, $Ag_3 Sb S_3$, hexagonal, grupo trigonal..... 91
 rubelita, variedad de turmalina 167
 rubí verdadero = rubí oriental, variedad de corindón..... 146
 rumbo..... 79
- sal común = sal gema = sal de piedra, $Na Cl$, cúbico, 21-25, 179
 salar..... 22, 179
 salina..... 21, 23
 salitre = nitro.
 sanidina, variedad de ortosa... 203
 sardonix, variedad de calcedonia..... 155
 scheelita, $Ca WO_4$, tetragonal, 126-127 y..... 129
 sectil..... 90
 sedimentación mecánica..... 198
 sedimentación química..... 198
 serpentina, $H_4 Mg_3 Si_2 O_9$, monoclinico?..... 189-190, 191
 seudomórfosis..... 32-33
 siderita, $Fe CO_3$, hexagonal, grupo romboédrico, 92, 103, y 115-116
 siderurgia..... 116
 sienita..... 200-201
 sílex, variedad de calcedonia... 157
 socavón..... 81, 82
- soda para lavar = soda Solvay. 30
 sol de turmalina..... 166
 sublimado, $Hg Cl_2$ 136
 sulfato de cobre = vitriolo de cobre (véase también chalcantita)..... 31, 101
 surtidor de nafta..... 72
- talco, $H_2 Mg_3 Si_4 O_{12}$, monoclinico..... 10, 16, 192-194
 tetraedrita = cobre gris.
 tetraedro..... 95, 96, 108
 tierra de batán, variedad de arcilla..... 62
 tierra de color = tierra de pintura = ocre..... 113, 115
 tierra de diatomeas = tierra de infusorios, variedad de ópalo..... 160-161
 tierra de porcelana = caolín.
 título de metal..... 88
 tiza..... 47, 53
 topacio, $2 Al O (F. OH) Si O_2$, rómbico..... 16, 123, 150-151
 toska..... 49-50, 208
 travertina..... 49
 tremolita, anfíbol, $CaMg_3 (SiO_3)_4$ monoclinico..... 185
 triplita, $(Fe, Mn) F PO_4$, monoclinico..... 170
 trípoli, variedad de ópalo..... 160
 tungsteno = wolfram, metal, W 117, 127, 129 y..... 166
 turba..... 65
 turmalina, alumo-silicato de boro con Mg, Fe, Mn, Na, H_2O , etc., hexagonal, grupo trigonal,..... 63, 127, 165-167, 202
 turquesa, $2 Al_2 O_3. P_2 O_5. 5 H_2 O$, amorfo?..... 161
- ulexita = boronatrocalcita.
- vanadinita, $3 Pb V_2 O_8. Pb Cl_2$, hexagonal..... 117
 vanadio, metal, V..... 117

veta.....	79	wollastonita, Ca Si O ₃ , mono- clínico	184, 187-188 , 213
vidrio.....	33	yacimiento metalífero.....	79
vidrio natural = obsidiana.		yeso, Ca SO ₄ . 2 H ₂ O, monocli- nico.....	16, 47, 51-54 , 179
vitriolo de cobre = sulfato de cobre.		yodo.....	178
volcán.....	198, 205, 206	zafiro, variedad de corindón, 145 y.....	146-147
wolfram, metal = tungsteno.		zafiro blanco.....	146
wolfram blanco = scheelita.			
wolframita, (Fe, Mn) WO ₄ , mo- noclínico.	123, 125-130 , 168		

B. — ÍNDICE GEOGRÁFICO ARGENTINO

Aconcagua.....	54	Buenos Aires, ciudad, 30, 38, 39, 46, 49, 62, 87, 106, 150, 155, 156, 164 y	177
Adolfo Alsina, departamento (Bs. As.).....	50	Buenos Aires, provincia, 17, 39, 40, 42, 44, 46, 50, 62, 73, 112, 200 y.....	212
Aguada del Monte.....	118, 119	Cabo Raso.....	204
Agua Dulce.....	176	Cacheuta.....	71, 113, 208
Alberdi (Rosario).....	62	Cachí.....	174
Alcaparrosa, quebrada.....	177	Calamuchita, departamento (Córdoba).....	117
Alta Gracia.....	185, 189, 190	Calingasta.....	177
Alto Pencoso.....	208, 209	Camaronés.....	204
Amanao, quebrada.....	113	Campana.....	73
Andalgalá.....	20, 100	Campana Mahuida.....	106, 174
Andes (véase también Cordille- ra de los Andes).....	49, 205	Campo Piedra Pómez.....	204
Antofalla, salar.....	179	Cañada Honda.....	88
Arrequeintín, quebrada.....	129	Capiazuti.....	71
Auca Mahuida.....	71	Capilla del Monte.....	173
Auti.....	127	Capital Federal, véase Buenos Aires, ciudad.	
Azul.....	40, 42	Carlos Paz.....	172
Bahía Slogett.....	65	Castaño Nuevo, mina.....	87
Balcarce.....	212	Catamarca, provincia, 14, 20, 31, 58, 59, 96, 97, 99, 100,	
Bebedero, salina.....	23		
Belén.....	129		
Belén, departamento (Catam.)	128		
Belgrano (Bs. As.).....	46		
Bosque Alegre.....	27		

112, 113, 114, 122, 123, 127, 128, 129, 130, 131, 149, 150, 151, 165, 166, 168, 170, 177, 179, 190, 200, 203, 204, 207, 208 y.....	212	165, 168, 170, 171, 172, 173, 174, 178, 184, 185, 187, 189, 190, 192, 200, 201, 205, 208 y	212
Caucharí, salar.....	179, 180, 181	Corrientes, provincia, 42, 115, 156, 206 y.....	212
Cerro Aspero.....	117	Cosquín.....	163, 168, 187 189
Cerro Azufreras.....	56	Cruz del Eje.....	38
Cerro de Famatina (véase tam- bién Sierra de Famatina), 20, 29, 92, 98 y.....	174	Cruz del Eje, departamento (Córdoba).....	104
Cerro de Ichagón.....	155, 189	Diablillos, salar.....	22, 179
Cerro de la Puerta.....	127	El Brete.....	53
Cerro del Fraile.....	122, 123	El Guaico, distrito minero....	117
Cerro del Morro, 111, 125, 127, 205		El Sauce, cantera. 36, 41, 42, 189	
Cerro de Urcushun.....	109	El Tigre, distrito minero	92
Cerro Lotena.....	71	El Tusgle, volcán	56
Cerro Negro, lugar.....	129	Entre Ríos, provincia, 42, 46, 53, 151 y.....	156
Cerro Negro, distrito minero, 91, 92		Epuyén.....	65
Cerro Negro Pum-Mahuida....	27	Esquina Blanca.....	161
Cerro Peteroa.....	56	Fiambalá.....	123, 190
Cerro Poca.....	205	Filo de la Cortadera.....	113, 114
Cerro Sosneado.....	56	Frías.....	112
Cerro Tomolasta.....	169, 205	Garrapatal.....	71
Cerro Uritorco.....	173	General Roca.....	54
Cerro Velis.....	205	Guachi.....	87
Cerro Yerba Buena.....	205	Gualilán.....	87
Cerro Zololosta.....	205	Guandacol.....	109
Chacabuco, mina.....	100	Hombre Muerto, salar.....	179
Challacó.....	71	Huaitiquina, ferrocarril.....	179
Choya.....	189	Huantraicó.....	184
Chubut, territorio nacional, 46, 65, 70, 71, 88 y.....	204	Iguazú, catarata.....	206
Comodoro Rivadavia, 46, 70, 71 y.....	72	Jagüel.....	134
Concarán.....	127	Junín.....	17
Concordia, mina.....	100	Jujuy, ciudad.....	71, 105, 106
Cordillera de los Andes, 203, 205, 206 y.....	208	Jujuy, provincia, 40, 54, 71, 87, 88, 104, 106, 113, 131, 161, 174, 176, 177, 179, 207 y..	212
Cordillera Patagónica, 200, 201, 205		La Argentina, mina.....	104
Córdoba, ciudad, 30, 38, 42, 43, 192, 193 y.....	209	La Bélgica.....	104, 106, 174
Córdoba, provincia, 12, 14, 17, 21, 27, 28, 34, 36, 38, 40, 41, 42, 49, 60, 87, 104, 117, 118, 119, 127, 131, 143, 149, 151, 152, 159, 161, 162, 163, 164,			

La Caldera, distrito minero...	92	Mendoza, provincia, 35, 38, 40,	
La Calera.....	36, 42, 143, 163	42, 54, 56, 60, 65, 69, 71, 92,	
La Carolina.....	87	104, 106, 109, 113, 114, 116,	
La Falda.....	49	174, 175, 176, 185, 189, 190,	
La Mejicana, distrito minero...	98	200, 204, 205, y.....	208
La Paz.....	53	Mina Clavero, río.....	164
La Plata.....	30, 46, 73	Minas, departamento (Córdo-	
La Pulpera, mina.....	106, 174	ba).....	104, 117, 178
La Quiaca.....	106	Misiones, territorio nacional,	
La Rinconada.....	87, 88	115, 206, 208 y.....	212
La Rioja, ciudad.....	58	Mojotoro, fundición.....	83, 106
La Rioja, provincia, 12, 14, 17,		Muschaca.....	100
20, 21, 29, 54, 58, 88, 91, 92,		Mutquín.....	58, 59
97, 98, 100, 109, 112, 116,			
117, 127, 134, 170, 174, 177,		Nogolí.....	174
200, 208 y.....	212		
La Toma.....	38, 149	Ojo de Agua, departamento	
La Yoccina.....	34, 36, 42	(Stgo. del Estero). 118, 120, 153	
Laguna de la Brea.....	71	Ojo de Agua, fundición... 104, 178	
Larca.....	172	Olaroz, salar.....	179
Las Capillitas, mina, 20, 31, 96,		Olavarría.....	40, 200
97, 99, 100 y.....	166		
Las Heras, departamento (Men-		Pampa, territorio nacional....	71
doza).....	174	Pampa del Talita.....	32
Las Lajas.....	206	Pampa de Olaen.....	171
Las Picazas, mina.....	106	Paramillo de Uspallata, 92, 104,	
Leones, isla.....	170	109, 116 y.....	189
Loma Blanca.....	125, 127	Páramo.....	88
Los Ancoches.....	118, 153	Paraná, ciudad.....	53
Los Andes, territorio nacional,		Paso del Molle.....	87
12, 21, 22, 56, 100, 131, 177,		Paso de Tierra.....	52
179, 180, 181, 204 y.....	212	Pastos Grandes, salar.....	179
Los Avestruces, mina.....	127	Patagonia, 103, 112, 160, 170,	
Los Bayos, distrito minero...	98	200, 204, 205 y.....	208
Los Cóndores, mina.....	126, 127	Penguin, isla.....	170
Los Sauces.....	58	Piedra de Aflar.....	106
		Pilciao, fundición.....	100
Llanura Pampeana.....	206, 210	Plaza Huincul.....	60, 71, 156
		Pomán.....	58
Magdalena.....	46	Portezuelo.....	174
Malagueño.....	42, 163, 189	Porvenir, concesión.....	181
Malargüe.....	35	Potrerillos.....	114
Mallín, arroyo.....	151	Precordillera.....	200, 204, 208
Mal Paso.....	38	Pueblo Brugo.....	53
Marayes.....	65	Puente del Inca.....	175, 176
Mar del Plata.....	62, 112, 212	Puesto de Arriba.....	163, 184
Mendiolaza.....	36	Puerto Deseado.....	204

Pumahuasi.....	104, 106,	161	San Luis, provincia, 12, 14, 17,	
Pumahuasi, mina.....	106,	174	21, 23, 32, 38, 42, 49, 52, 53,	
Puna de Atacama.....	179		54, 60, 87, 88, 104, 111, 125,	
Punilla.....	163		126, 127, 143, 149, 164, 165,	
			169, 172, 174, 176, 177, 190,	
Quilino.....	161		200, 205, 208, 209 y.....	212
Quilmes, veta.....	151		San Martín, departamento (S.	
Quilpo.....	38, 168		Luis).....	127, 172
Quines.....	164		San Rafael.....	69
Quintana, isla.....	170		San Rafael, depart. (Mendoza). .	38
			San Roque, dique.....	151
Ratones, salar.....	179		San Salvador, mina.....	151
Reina Alejandra, mina.....	134		Santa Bárbara, fundición.....	104
Rincón.....	32		Santa Catalina.....	87
Rincón, salar.....	179		Santa Cruz, territorio nacional,	
Río Blanco.....	88		46, 65, 147 y.....	204
Río Chubut.....	155		Santa Fe, provincia.....	50, 62
Río de la Plata.....	46, 49		Santa Florentina, fundición... .	100
Río Gallegos.....	204		Santiago del Estero, provincia,	
Río Negro.....	204		21, 40, 42, 53, 54, 118, 153,	
Río Negro, territorio nacional,			155, 159, 174, 177 y.....	189
54, 106 y.....	204		Sierra de Achala.....	152
Río Paraná.....	46, 63,	60	Sierra de Ambato.....	58
Río Salado.....	52		Sierra de Colanguil.....	129
Río Teca.....	88		Sierra de Córdoba, 12, 14, 17,	
Río Uruguay.....	151, 156		27, 28, 34, 38, 40, 41, 42, 49,	
Romay, mina.....	112		60, 87, 104, 118, 127, 131, 149,	
Rosario.....	62		152, 162, 163, 164, 165, 168,	
			170, 172, 178, 184, 187, 192,	
Salagasta.....	65		200, 201 y.....	205
Salinas Grandes (Córdoba, La			Sierra de Famatina (véase tam-	
Rioja, Stgo. del Estero)....	21		bién Cerro de Famatina), 88,	
Salinas Grandes (Jujuy).....	179		F 91, 97, 100, 112, 116, 134 y... .	212
Salta, provincia, 38, 40, 42, 54,			Sierra de Guasayán.....	40, 155
70, 71, 83, 100, 106, 177, 179,			Sierra de la Cortadera.....	190
200, 207 y.....	212		Sierra de la Huerta.....	117
Sampacho.....	208		Sierra de la Ventana.....	212
San Antonio, mina... 127, 128,	130		Sierra de los Llanos.....	117
San Blas de los Sauces.....	170		Sierra de San Luis, 12, 14, 17,	
San Isidro.....	62		49, 60, 143, 165, 169, 172 y	200
San Jacinto.....	42		Sierra de Velazco.....	127
San Jorge, golfo.....	170		Sierra de Zapata.....	122, 123
San José, mina.....	119		Sierra Pie de Palo, 143, 144,	190
San Juan, provincia, 12, 40, 42,			Sierras Bayas.... 39, 40, 42,	44
65, 87, 104, 117, 129, 143,			Sierras Pampeanas, 28, 165,	
144, 176, 177, 190, 200, 203 y	208		184, 185, 187, 194, 201, 204,	
San Julián.....	157		205, 207 y.....	212

Siján.....	58	Tinogasta.....	113
Sobremonte, departamento (Córdoba).....	118, 119, 174	Tiporco.....	176
Socompa.....	179	Tucumán, provincia.....	42, 54
Sol de Mayo.....	155	Valcheta.....	106
Solitaria, mina.....	134	Valle del Río Turbio.....	65
Tandil.....	14, 200	Valle Hermoso....	42, 163, 168, 187
Tanti.....	149	Yaví.....	54
Taruca-Pampa.....	127	Zapala.....	155, 174, 206
Tierra del Fuego, territorio na- cional.....	65, 88	Zonda.....	176

BIBLIOTECA NACIONAL
DE MAESTROS

12 MODELOS DESARROLLADOS DE CRISTALES

CONSTRUÍDOS POR EL Dr. ROBERTO BEDER

CONTENIDO

- | | |
|--|----------------------------------|
| 1) Diamante (también magnetita, oro nativo, plata nativa, etc.). | 6) Casiterita. |
| 2) Sal común (también fluorita, galena, piritita de hierro). | 7) Berilo (tambien apatita). |
| 3) Granate (también diamante). | 8) Cuarzo (=cristal de roca). |
| 4) Blenda (también cobre gris). | 9) Calcita. |
| 5) Piritita de hierro. | 10) Baritina. |
| | 11) Azufre. |
| | 12) Feldespato, variedad ortosa. |

INSTRUCCIONES PARA ARMAR LOS MODELOS

Se coloca la hoja encima de un papel de dibujo fuerte o de una cartulina (en último caso puede servir también una hoja de papel «Romaní» sin rayas) y para que no se muevan, se fijan ambas hojas con unas chinchas en las esquinas encima de una tabla de dibujo o apretando las 2 hojas sobrepuestas en su margen con un objeto pesado. Con un alfiler se pinchan luego todos los puntos que forman esquinas en la figura, se reúnen luego en el papel de abajo los puntos con un lápiz, bajo control con el original. Ahora disponemos del modelo que tendremos que armar; el original queda intacto y puede servir de nuevo. La figura en desarrollo se compone de dos partes: el modelo mismo y los labios que servirán para pegarlo. Con una tijera se corta la figura con sus labios en sus contornos exteriores, rayando después *suavemente* con un cortaplumas todas las líneas dentro de este recorte y se pliega. En los labios se pone un poco de goma arábiga concentrada (mejor todavía cola de pescado, «pega-pega»; menos recomendable es el engrudo) y se arma el modelo en tal forma, que los labios con goma vengán debajo de las caras que les corresponden.

NOTA — Estos mismos 12 modelos desarrollados de cristales, impresos sobre cartulina, sin doblar, para cortarlos y armarlos directamente, se encuentran en venta en la Casa Jacobo Peuser y principales librerías del país.

Octaedro

Sistema cúbico

Fórmula según Weiss:

$a : a : a$

Fórmula según Miller:

$\{111\}$

Minerales que
cristalizan

en octaedros

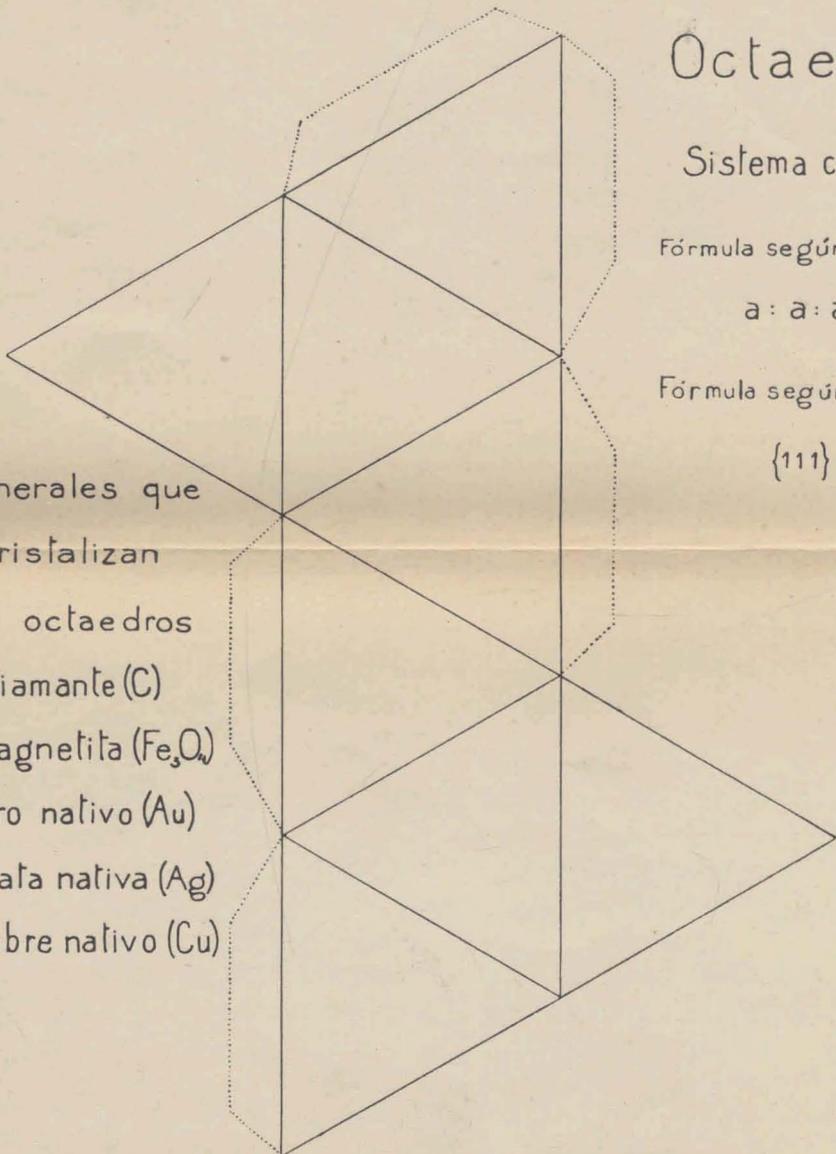
Diamante (C)

Magnetita (Fe_3O_4)

Oro nativo (Au)

Plata nativa (Ag)

Cobre nativo (Cu)



Cubo

Sistema cúbico

Fórmula según Weiss:

$$a:\infty a:\infty a$$

Fórmula según Miller:

$$\{100\}$$

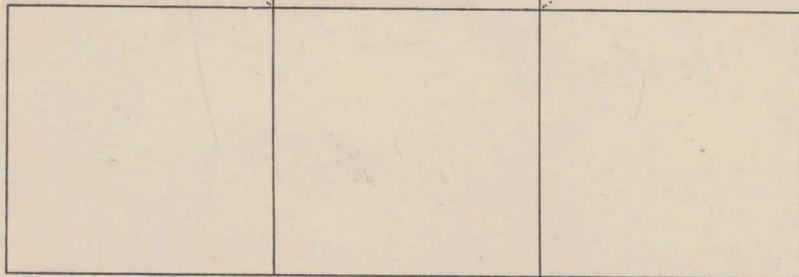
Minerales que
cristalizan en
cubos

Sal común (NaCl)

Fluorita (CaF₂)

Galena (PbS)

Pirita de hierro
(FeS₂)



Dodecaedro rómbico

Sistema cúbico ^{3.}

Fórmula

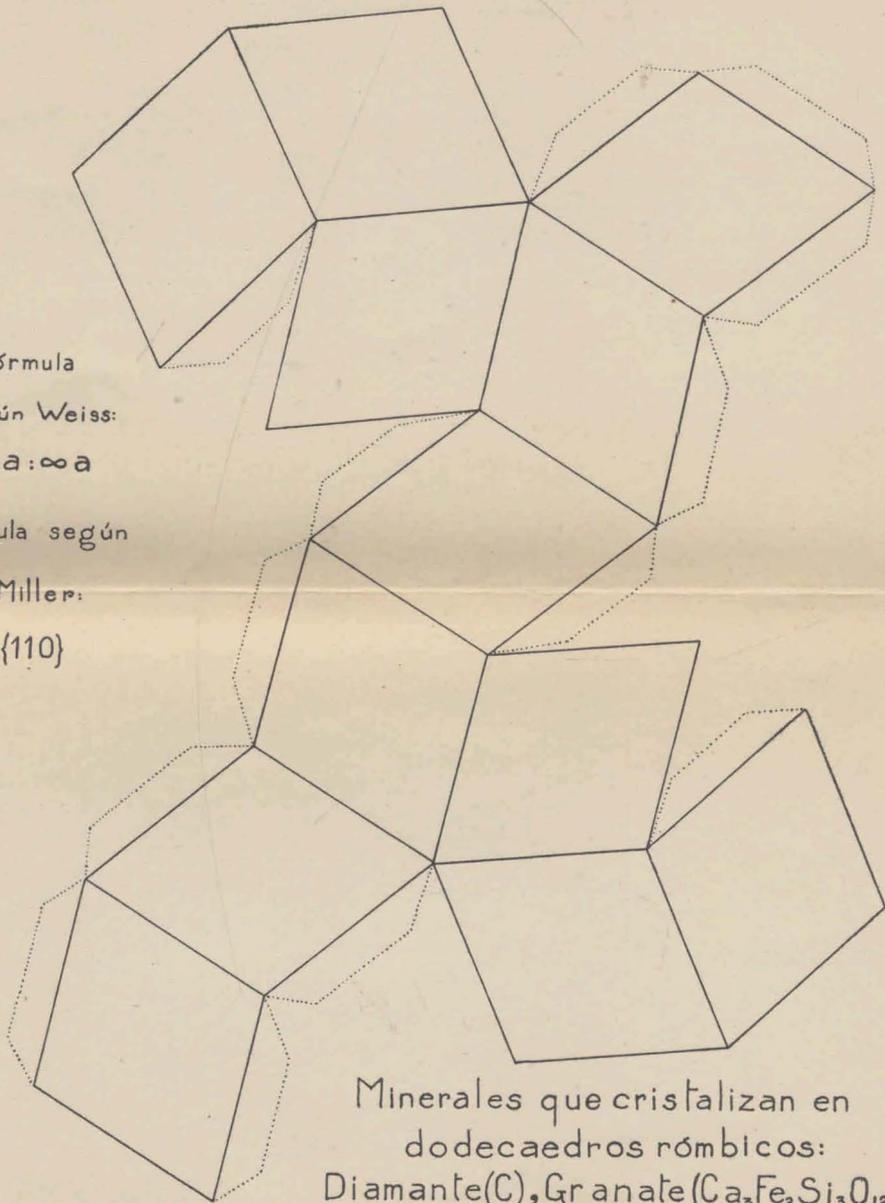
según Weiss:

$a : a : \infty a$

Fórmula según

Miller:

$\{110\}$



Minerales que cristalizan en
dodecaedros rómbicos:
Diamante(C), Granate($\text{Ca}_3\text{Fe}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$)

Tetraedro

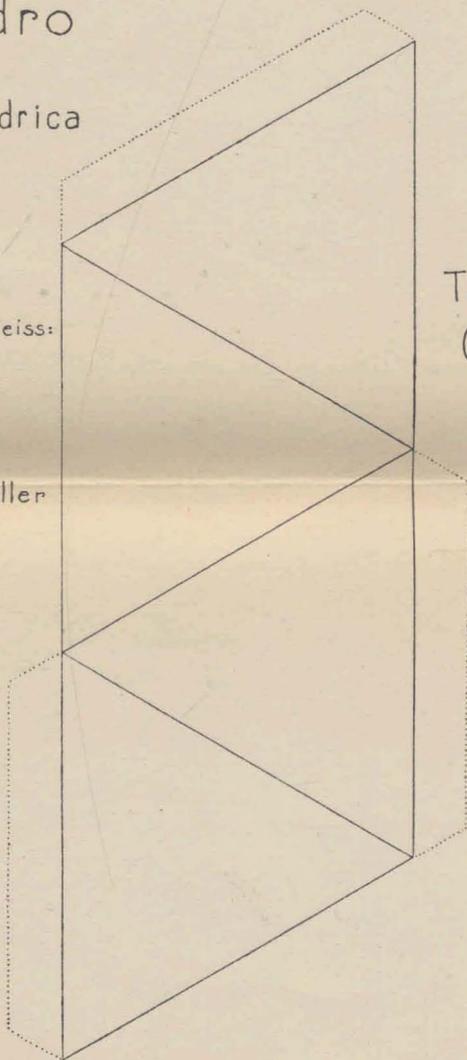
Forma hemiédrica
del sistema
cúbico

Fórmula según Weiss:

$a : a : a$

Fórmula según Miller

$\{111\}$



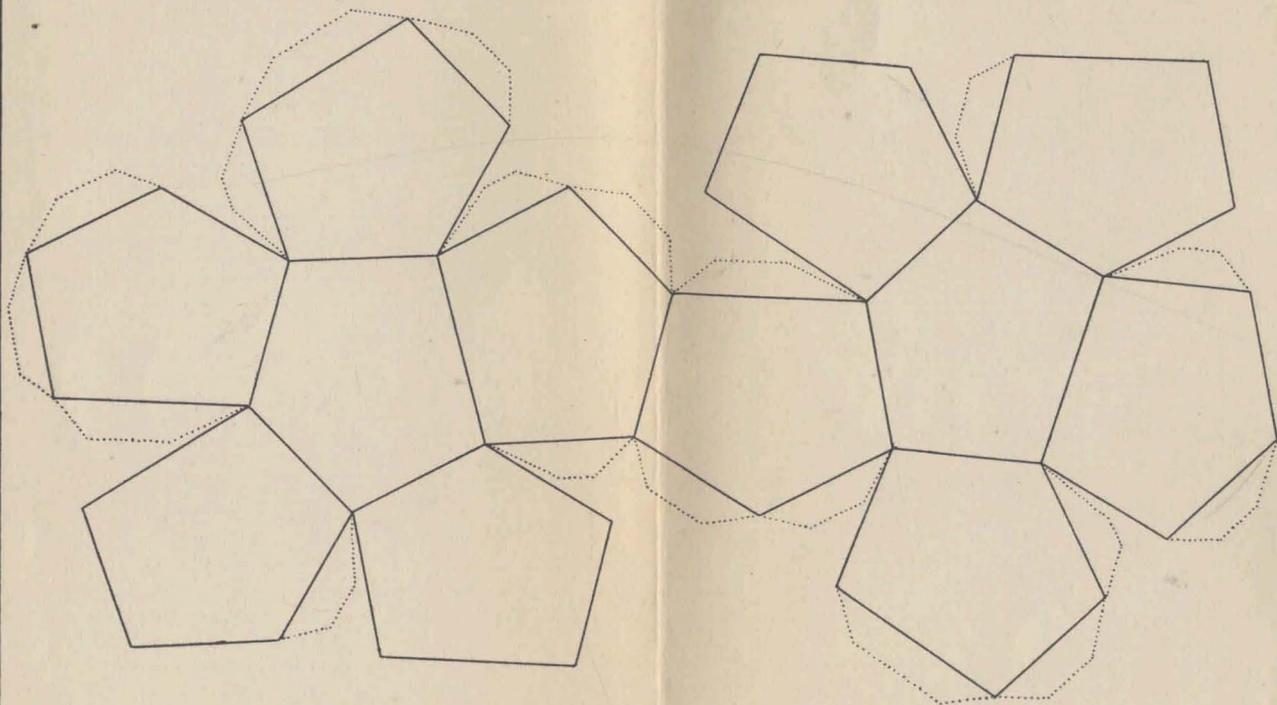
Minerales que
cristalizan en
tetraedros

Blenda (ZnS)

Tetraedrita (cobre gris)
($3Cu_3SbS_3 \cdot CuZn_2SbS_4$)

Dodecaedro pentagonal

Forma hemiédrica del sistema cúbico

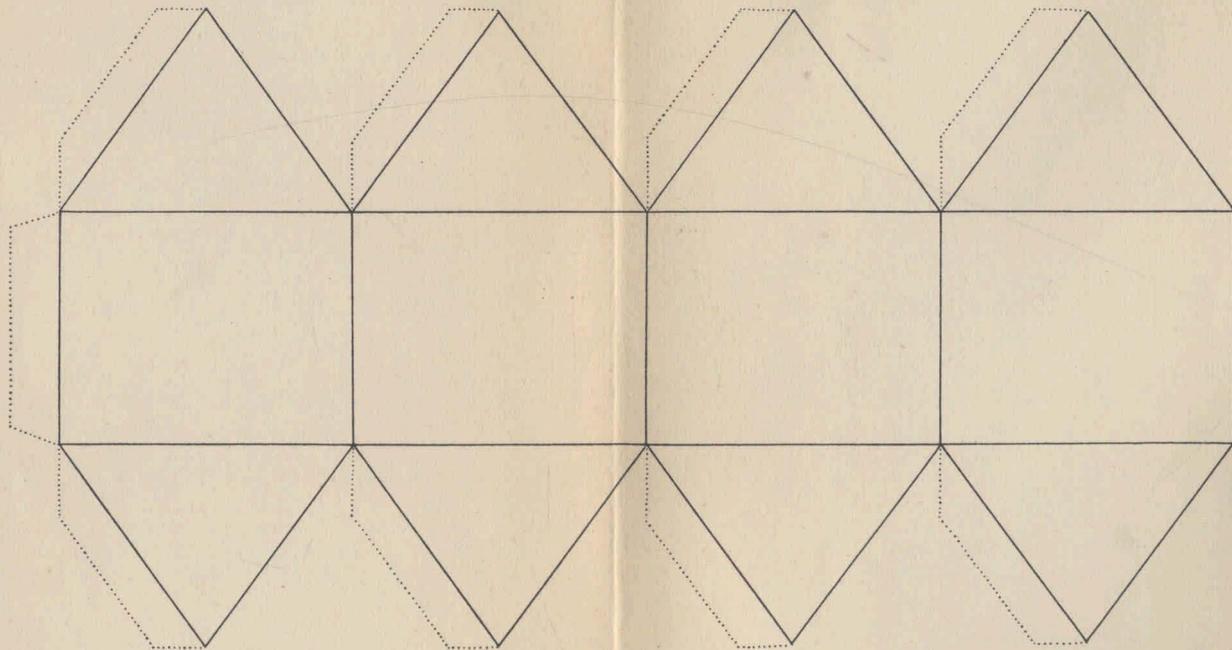


Fórmula según Weiss= $a:2a:\infty a$, Fórmula según Miller (210)

Forma cristalográfica típica de la Pirita de hierro (FeS_2) que se encuentra en filones metalíferos.

Ca site rita (SnO_2)

Sistema tetragonal



Combinación de 1 prisma tetragonal con 1 bi-pirámide tetragonal

Fórmula del prisma tetragonal - $a:a:\infty c$ (Weiss); $\{110\}$ (Miller)

Fórmula de la bi-pirámide tetragonal - $a:a:c$ (Weiss); $\{111\}$ (Miller)

Prisma hexagonal con base

Sistema hexagonal

Fórmula del prisma

según Weiss

$a:\infty a:-a:\infty c$

según Miller:

$\{10\bar{1}0\}$

Fórmula de la base

según Weiss:

$\infty a:\infty a:\infty a:c$

según Miller:

$\{0001\}$

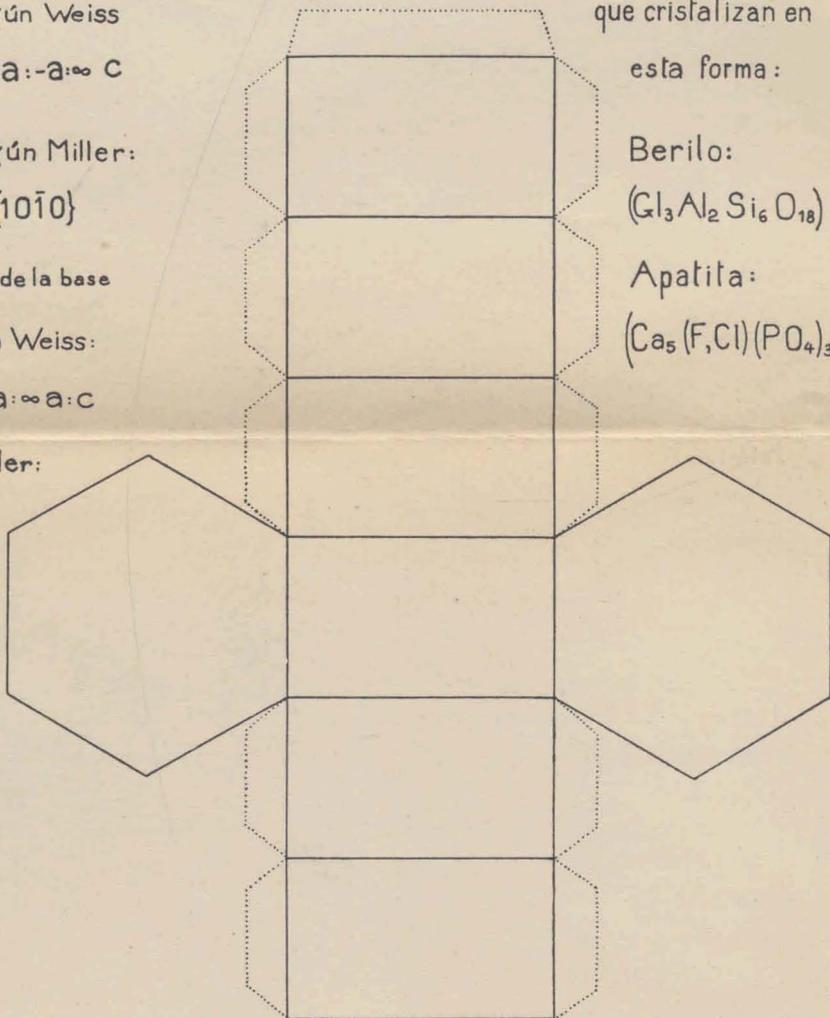
Minerales
que cristalizan en
esta forma:

Berilo:

$(\text{G}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18})$

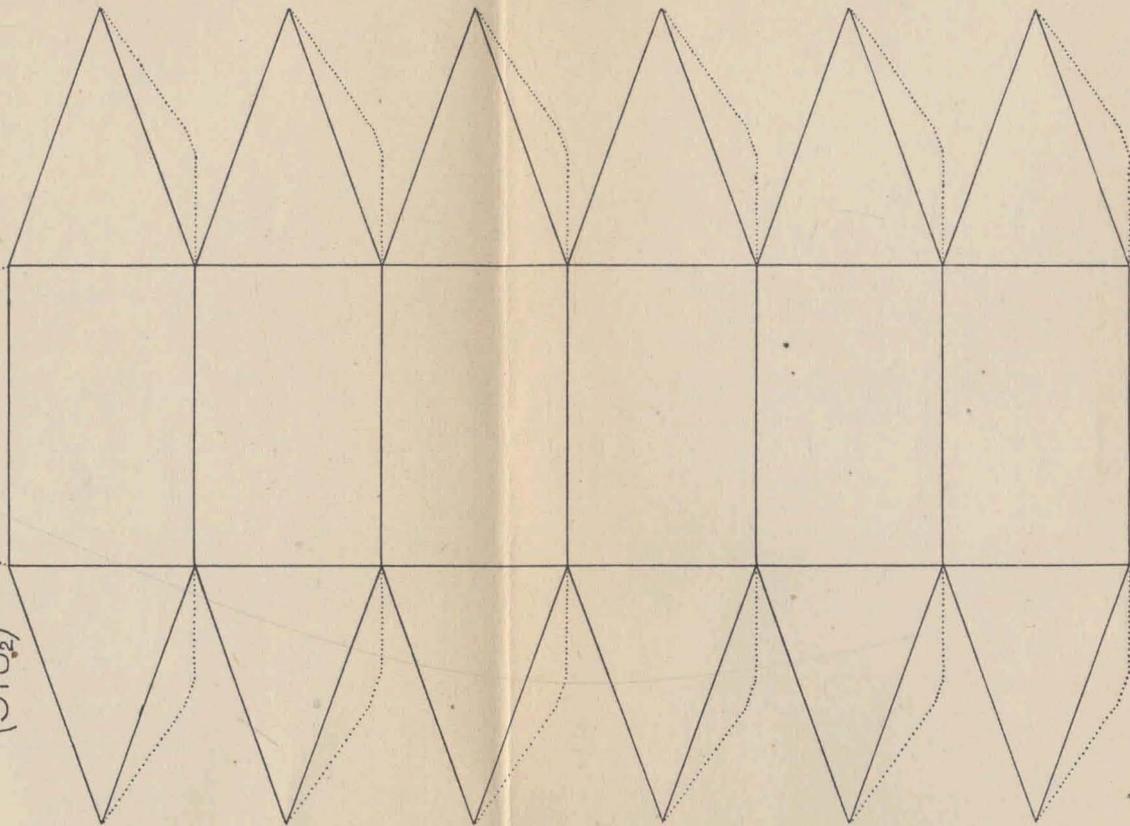
Apatita:

$(\text{Ca}_5(\text{F},\text{Cl})(\text{PO}_4)_3)$



Cuarzo (cristal de roca) Sistema hexagonal

(SiO₂)



Combinación que se deja interpretar elementalmente de:

- 1) Prisma hexagonal Fórmula según Weiss: $a:\infty a:-a:\infty c$; según Miller: $\{10\bar{1}0\}$
- 2) Bipirámide hexagonal Fórmula según Weiss: $a:\infty a:-a:c$; según Miller: $\{10\bar{1}1\}$

Romboedro

Forma hemiédrica del
Sistema hexagonal

Fórmula según

Weiss

$a : \infty a : -a : c$

Fórmula

según Miller

$\{10\bar{1}1\}$

Los ángulos de los romboedros varían en los diferentes minerales. El molde responde al romboedro de la calcita



Minerales que
cristalizan en
romboedros

Calcita
(CaCO_3)

Magnesita
(MgCO_3)

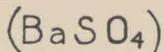
Dolomita
(Ca,MgCO_3)

Siderita
(FeCO_3) etc.

Salitre de Chile
(NaNO_3)

Nota: en estos minerales el romboedro aparece tanto como forma cristalográfica como forma de clivaje.

Baritina



Combinación de:

- 1) Prisma de segunda posición o macrodoma
- 2) Pinacoide lateral

Sistema rómbico

Fórmula del prisma
de segunda posición

según Weiss:

$$a : \infty b : c$$

según Miller:

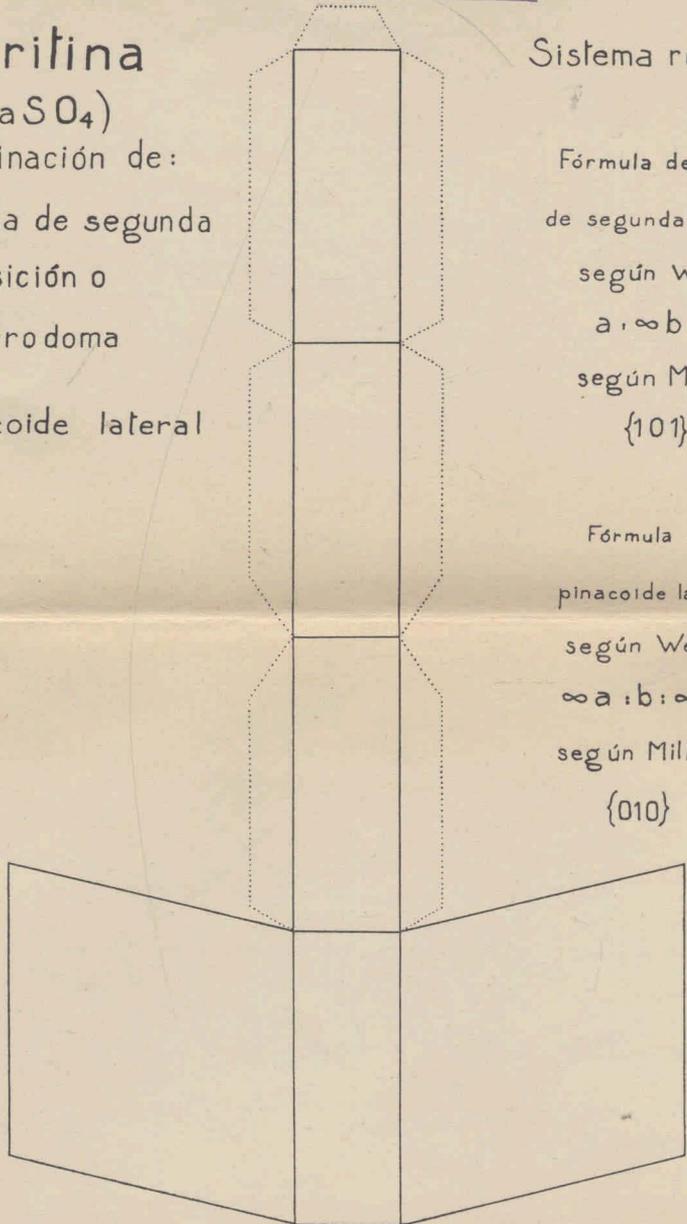
$$\{101\}$$

Fórmula del
pinacoide lateral
según Weiss:

$$\infty a : b : \infty c$$

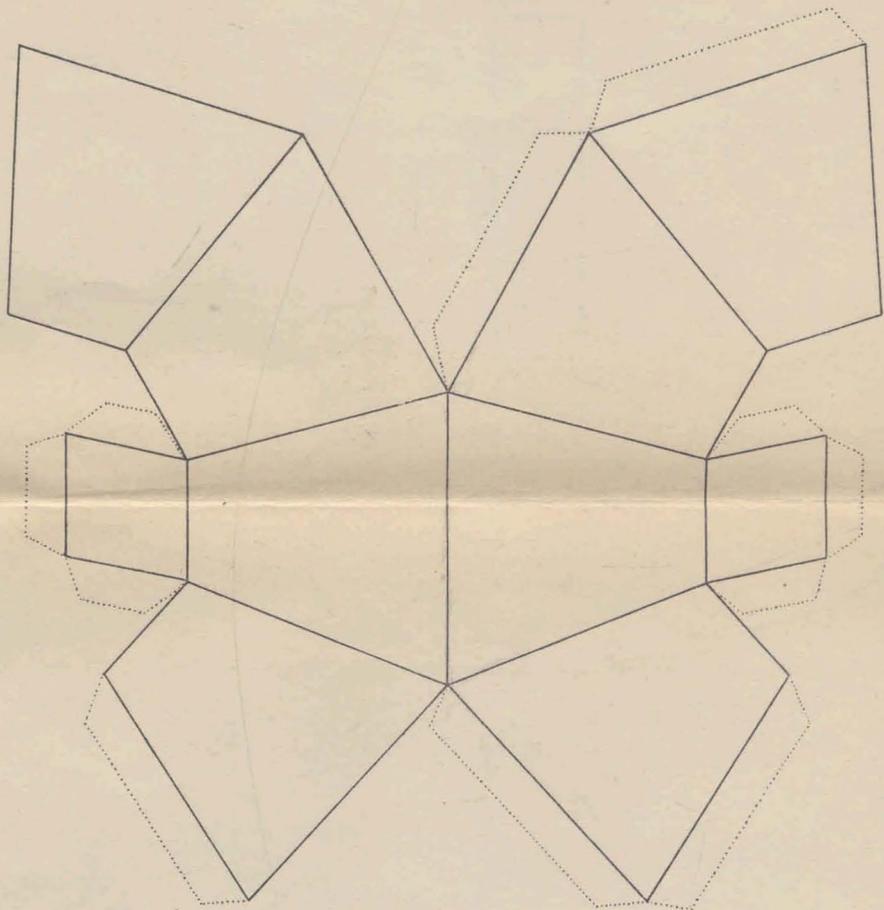
según Miller

$$\{010\}$$



Azufre(S)

Sistema rómbico



Combinación de 1 bipirámide rómbica con el pinacoide basal

Fórmula de la bipirámide: $a:b:c$ (Weiss); $\{111\}$ (Miller).

Fórmula del pinacoide basal: $\infty a:\infty b:c$ (Weiss); $\{001\}$ (Miller)

Fe Idespato (Ortosa) ($KAlSi_3O_8$) Sistema monoclinico.

Combinación de 3 pinacoides y de 1 prisma

Pinacoides:

1) $\infty a : \infty b : c$ (Weiss)

$\{001\}$ (Miller)

2) $\infty a : b : \infty c$ (Weiss)

$\{010\}$ (Miller)

3) $-a : \infty b : 2c$

(Weiss)

$\{\bar{2}01\}$ (Miller)

Prisma:

$a : b : \infty c$ (Weiss)

$\{110\}$ (Miller)

