2.° *Fundicion con un flujo alcalino sin calcinacion.*—El método de la calcinacion se ha abandonado; y ahora el ensaye de los minerales de plomo sulfurados se hace fundiéndolos inmediatamente con 4 p. de su peso de carbonato de potasa o de sosa. La operacion se hace ordinariamente en una cápsula o una tacita chata que se llama escorificatoria, en un horno de mufla; pero se puede ejecutar igualmente en un crisol, en un horno de calcinacion, teniendo el cuidado de dejar el crisol descubierto. Se calienta lenta y gradualmente, hasta que la materia esté perfectamente líquida; se sacan despues los crisoles o las *escorificatorias*, y se quiebran para sacar las esferillas. Cuando el ensaye se hace con mucho cuidado, la galena pura produce por este método 0,75 y aun hasta 0,80 de plomo. En los injenios de Hartz (en Alemania) se admite que en todos los ensayes hay una pérdida de una décima parte de plomo.

Proporcion.

Operacion.

Flujo reductivo.

En vez del carbonato alcalino se puede emplear el flujo negro o el cremor-tártaro igualmente en la proporcion de 4 p.; y el resultado es el mismo. Se hace entonces el ensaye en crisoles, porque no se necesita el contacto del aire: la desulfuracion se produce por el contacto simultáneo del carbon sobre el oxíjeno del álcali, y del metal alcalino sobre el azufre. Con el cremor-tártaro la operacion es larga, porque la materia queda pastosa, hasta que la mayor parte del ácido tártrico se haya descompuesto; pero se obtiene tambien mucho mas producto.

3.° *Fundicion con hierro metálico.*—Es mui fácil y cómodo este procedimiento: tiene siempre buen éxito; y no exije ninguna precaucion incómoda: la materia se funde sin efervescencia; y como, por otra parte, ocupa poco espacio, se puede hacer el ensaye en crisoles mui pequeños, o bien operar sobre una grande cantidad de mineral. Pero, no se puede emplear este método, sino para ensayar los súlfuros puros, o que no contienen mas que algunas centésimas de materias térreas o pedregosas.

Proporcion de hierro.

Cuando se calienta la galena con el hierro, este metal se trasustancia en protosúlfuro. Se sigue de esto que, para desazufrar 1 átomo de galena (2991), se necesita rigorosamente 1 átomo de hierro (678), o 22,6 p. 100; pero la esperiencia prueba que es mejor emplear un poco mas, y que se puede sin ningun inconveniente elevar esta proporcion hasta 30 por

ciento. El hierro debe estar en limadura mui limpia o en hilitos cortados. Se pone la mezcla en un crisol que esté lleno a lo mas hasta las tres cuartas partes de su capacidad interior; se cubre todo con una lijera capa de sal comun o de carbonato de sosa, o de flujo negro, se tapa el crisol, se junta la tapa con el crisol por medio de arcilla, y se dá al fin un fuego mui activo. Cuando el crisol está frio, se quiebra; y se encuentra en su fondo un boton metálico, el que a primera vista parece homojéneo, pero que se divide en dos partes distintas con el martillo: la parte inferior es de plomo puro bien dúctil, y la parte superior consta de un eje mui quebradizo, de color de bronce obscuro y un poco magnético. Se separa este eje del boton pegándole un golpe con el martillo, y cuando este boton está bien limpio, se pesa. Es tambien bueno pulverizar el eje, y pasar el polvo por un tamiz de seda, para extraer los globulitos de plomo que retiene algunas veces. *Operacion.*

La galena casi pura produce por este método 0,72 a 0,79 de plomo. La pérdida que es considerable, es ocasionada enteramente por la volatilizacion. Cuando la galena contiene antimonio, y está mezclada con pirita, se necesita una proporcion mas considerable de hierro; pero, si al mismo tiempo hai blenda, esta no se reduce por el hierro, sino a una temperatura mui elevada, y por consiguiente pasa al eje disminuyendo su fusibilidad. *Producto.*

4.° *Fundicion con carbonato de sosa o flujo negro y hierro metálico.*—Hemos visto que, cuando se calienta la galena con un flujo alcalino sin contacto del aire, las escorias retienen un súlfuro doble de plomo y de metal alcalino: si en esta escoria, mientras esté fundida, se introduce hierro metálico, el plomo se separa por el hierro, y queda en la escoria un súlfuro doble de hierro y de metal alcalino. Se ve, pues, que se pueden ensayar todas las materias sulfurosas con toda la exactitud que este jénero de ensayes permite, fundiéndolas con una mezcla de flujo alcalino y hierro metálico. Se puede emplear por flujo alcalino sea el flujo negro, sea el carbonato de sosa; y se lo emplea en proporcion tanto mayor cuanto mayor es la cantidad de sustancias térreas en la materia que se ensaya. El hierro no sirve mas que para separar el plomo del súlfuro que se ha disuelto en el álcali; y por consiguiente se emplea en cantidad *Flujo.* *Hierro.*

menor que si se emplease solo, sin álcali. La esperiencia ha enseñado que se obtiene el *máximo* del producto, ensayando la galena pura con

2 p. de flujo negro o carbonato de sosa y 0,10 a 0,12 de hierro;
1 p. — — — — — — 0,20
0,50 p. — — — — — — 0,25 a 0,30

Cuando se emplea flujo negro con limadura de hierro, habria inconveniente en agregar una cantidad demasiado grande de este último, sobre todo, si se hiciese el ensaye a una temperatura elevada, porque en este caso el plomo estaria mezclado con hierro; pero, empleando por flujo, carbonato de sosa, o bien cualquiera que sea el flujo, si se emplea el hierro en forma de unos pequeños clavos y no en limadura, no resulta ningun inconveniente del exceso de este metal; antes bien se asegura por él la *desulfuracion* completa del plomo. La razon de esto es la siguiente: cuando cierta porcion de limadura de hierro que no esté sulfurada por las materias que se ensayan, se halla mezclada con carbonato de sosa, el ácido carbónico del álcali sirve para oxidar el hierro; y si la cantidad de este último no es demasiado grande, todo su óxido queda combinado o retenido en la escoria sin mezclarse con el plomo. Si en lugar del carbonato de sosa se emplea flujo negro, esta oxidacion no se verifica, por causa del carbon que se halla en el flujo; y puede suceder que una parte de limadura, atravesando el flujo, y no encontrando bastante azufre para trasformarse al estado de súlfuro, pase al fondo, y se mezcle con granallas de plomo: pero, si aun en este caso, en lugar de la limadura se hace uso del hierro en forma de unos clavitos pequeños, estos se corroen superficialmente por el súlfuro de plomo, sin cambiar de forma ni ablandarse, y al fin del ensaye, se hallan embutidos en la superficie del plomo, de tal modo que se pueden separar con la mayor facilidad, dejando el plomo sin ninguna mezcla de hierro.

Hai todavia otro modo de hacer estos ensayes, sin que el hierro quede mezclado con el plomo. Este modo consiste en hacer una mezcla de la materia que se quiere ensayar, con flujo negro o con carbonato de sosa, y en fundir esta mezcla en un crisol de hierro batido, o de hierro colado, del mismo tamaño y forma que los crisoles ordinarios de arcilla. Se aplica

mui bien este método, sobre todo, para ensayar las galenas ricas en plata, o bien para descomponer los seleniuros de plomo nativo, teniendo presente que, en este último caso, todo el selénio queda en las escorias combinado con hierro o con álcali. Se hace calentar gradualmente la mezcla; y luego que esté fundida, se vacia el crisol en un molde o en una cuchara de hierro: despues se separa la esferilla de plomo de las escorias; y se examinan estas últimas para saber si tienen granalla. Se puede hacer sucesivamente gran número de ensayes en un mismo crisol, sin dejarlo enfriarse; pero al cabo de algunas operaciones, se forman en el interior unas escamas de hierro, que se mezclan con el flujo, y pueden disminuir la fluidez de las escorias. Para remediar esto, se puede sumerjir el crisol vacio y bien caliente en el agua; y se separa despues esta escama, golpeando el crisol con un martillo, y refregándolo con arena: cuando a pesar de esto, quedan todavia en el interior algunas manchas de óxido, es bueno echar en el crisol un poco de ácido muriático; y despues de haberlo calentado por algun rato, se sumerje todo en el agua. Este modo de ensayar en los crisoles de hierro, es el que da mayor proporcion de plomo; y conviene, sobre todo, para las materias, que contienen súlfuro de plomo rico en plata, mezclado con pocas sustancias pedregosas.

5.º *Fundicion con flujo negro o carbonato de sosa y óxido de hierro u óxido de zinc.*—Siendo los óxidos de hierro y de zinc, mui fáciles de reducirse por el carbon, resulta que una mezcla de estos óxidos y de flujo negro, equivale a una mezcla de hierro o de zinc metálico y de carbonato de potasa. Así fundiendo

10 gr. de galena pura con { 10 a 20 carbonato de sosa, 3 de óxido de hierro, 0,5 de carbon,

o bien con { 10 gr. de flujo negro, 3 de óxido de zinc,

se obtiene en el primer caso 7gr, 6 de plomo,
y en el segundo 7.8.

Se puede tambien emplear estos óxidos solo con carbonato de sosa sin carbon.

6.º *Fundicion con flujo negro y protosúlfuro de hierro o*

súlfuro de zinc.—El súlfuro de hierro y el súlfuro de zinc se descomponen en partes por los carbonatos alcalinos, de modo que una parte de hierro o de zinc pasa al estado metálico, y se forman compuestos de súlfuro alcalino con súlfuros de hierro o de zinc. La parte metálica pudiera oxidarse por el ácido carbónico, sino hubiese carbon; pero en todo caso obra sobre el súlfuro de plomo, se apodera de su azufre; y separa el plomo al estado metálico. Asi fundiendo

10 gr. de galena con
10 de flujo negro,
5 de protosúlfuro de hierro artificial,

se obtiene 7 gr, 7 a 7,8 de plomo; y todo se funde sin efervescencia. Se obtiene la misma proporcion de plomo sustituyendo la blenda al súlfuro de hierro: solo se debe en este caso emplear dos veces mas flujo negro que en el primero, para que las escorias sean bastante líquidas, y no retengan granalla de plomo. Esto nos hace ver que seria superfluo emplear hierro en los ensayes de los ejes, que se forman en las fundiciones, y contienen mucho súlfuro de hierro y de zinc; y que fundiendo estos ejes solo con 1 a 2 p. de flujo negro, se debe atraer casi la totalidad del plomo que contienen. Se ve tambien que, para ensayar una galena mezclada con blenda, basta fundirla con 2 p. de flujo negro sin adicion de hierro. El mismo método no seria bueno para la galena mezclada con mucha pirita, porque esta última formaria con los álcalis mucho súlfuro alcalino que no solo se combinaria con gran cantidad de súlfuro de hierro transformándolo en protosúlfuro, sino que tambien retendria mucho súlfuro de plomo. Por esta razon, fundidos 10 gr. de galena con 10 gr. de flujo negro y 5 de pirita, dan solo 3 gr. 8 de plomo. Para evitar la pérdida del plomo, seria preciso agregar hierro metático, cuya proporcion ha de variar segun la de la pirita.

7.° *Fundicion con una mezcla de carbonato de sosa y de salitre.*—Fundiendo el súlfuro de plomo con nitrato de potasa, se sabe que todo el azufre se trasustancia en ácido sulfúrico antes que principie a oxidarse el plomo: por consiguiente, si se emplea una cantidad conveniente de salitre, se puede quitar todo el azufre al plomo, y separar este metal al estado puro.

Proporcion de flujo. Se añade en este caso a lo menos 2 p. de carbonato de sosa,

para templar la accion demasiado viva del salitre sobre el súlfuro; y por otra parte la esperiencia enseña, que, para estraer la mayor proporcion posible de plomo de una galena, es preciso emplear 0.30 a 0.40 de salitre.

No conviene este modo de ensayar cuando se intenta determinar la cantidad de plomo, porque varian mucho los resultados; pero, al contrario, este proceder es excelente para ensayar los súlfuros de plomo, cuando se tiene por objeto extraer toda la plata contenida en el mineral. La fundicion se efectua fácilmente, sin efervescencia; las escorias son mui líquidas y no mezcladas con granallas. Importa mucho no dejar en la escoria súlfuro de plomo no descompuesto, porque en este caso quedaria con este súlfuro una cantidad notable de súlfuro de plata; para evitar este inconveniente, es menester añadir un esceso de salitre; y entonces, aunque la cantidad de plomo que se obtiene, sea menor, toda la plata se reconcentra en el plomo.

Galena antimonial. De la galena antimonial se puede estraer, a voluntad, plomo casi puro, o plomo con la mayor parte de antimonio. Para estraer plomo casi puro, es preciso fundir el mineral con 3 a 4 partes de carbonato de sosa; y entonces todo el antimonio queda en la escoria, en parte al estado de súlfuro, en parte al estado de óxido.—El mismo resultado se consigue fundiendo este mineral con carbonato de sosa y una proporcion conveniente de salitre. Pero, para separar al mismo tiempo la mayor proporcion de antimonio, es necesario emplear hierro metálico, sea solo, sea mezclado con flujo negro.

§ 3° TERCERA CLASE.

Para ensayar las materias de esta clase, es necesario emplar un reductivo; pero, si se emplea el reductivo solo, los sulfatos, los seleniatos y los arseniatos se transforman en súlfuros, seleniuros y arseniuros, sin producir plomo puro: por esto, a mas del reductivo, se necesita para esta clase de ensayes, otro reactivo capaz de apoderarse del azufre, del selenio o del arsénico, y de separar el plomo. Este reactivo puede ser un carbonato alcalino o el hierro metálico para los sulfatos y los

seleniatos; pero, no se debe hacer uso sino de hierro metálico para los arseniatos y los arsenitos, porque los álcalis no ejercen ninguna accion sobre los arseniuros.

En todos los casos se emplea el flujo negro, que sirve de reductivo para los óxidos, y de flujo para las sustancias térreas. —Cuando se funde un arseniato con flujo negro y hierro, el arseniuro de hierro que se produce, no se mezcla ni con el plomo, ni con la escoria, sino que constituye un eje quebradizo, que adhiere un poco a la esferilla de plomo.

Observacion que se refiere a toda clase de ensayes de plomo.

Como los ensayes de plomo nunca dan resultados constantes, y los productos varian no solo por el grado de calor y el modo con que se calientan los ensayes, sino que tambien penden de una multitud de circunstancias, es preciso, cuando se quiere obtener resultados comparativos, hacer todos los ensayes en el mismo horno y siempre del mismo modo: a mas de esto, es indispensable repetir cada uno a lo menos dos veces para verificar su exactitud.—Si la sustancia que se ha de ensayar, es de una naturaleza desconocida, no se puede acertar en obtener la mayor proporcion de plomo, sino haciendo varios ensayes, y variando la proporcion de los reactivos que se juzgan necesarios.—En todo caso, la cantidad de plomo producido por el ensaye, debe considerarse como inferior a lo menos de algunas centésimas, a la cantidad contenida en la sustancia que se ha ensayado.

Ensaye por la via húmeda.—Muchas veces se puede determinar por la via húmeda la proporcion de plomo contenido en una sustancia, de un modo mas exacto y casi tan fácil y sencillo como por la via seca. Vamos a citar algunos ejemplos en los que se puede hacer uso de este método.

Carbonato, fosfato, arseniato.

1.° Cuando tenemos que ensayar la parte lavada de un mineral de plomo compuesto de carbonato, de cloro-fosfato y cloro-arseniato de plomo, mezclado con sulfato de barita, cuarzo y otras sustancias pedregosas, no atacables por los ácidos, es preciso reducir a polvo este mineral, y atacarlo por el ácido acético. En este ácido se disuelve el carbonato de plomo cuya cantidad se determina pesando el residuo bien lavado y seco. Despues, haciendo hervir este residuo con ácido nítrico puro, se disuelve el cloro-fosfato y cloro-arseniato; y se determina la proporcion de esta parte metálica del mineral, lavando el

residuo, secándolo, y restando su peso del peso del residuo anterior.

2.° Supóngase que tenemos galena mezclada con un criadero, que conste enteramente de carbonato de cal. Se separa mui fácilmente este criadero por el ácido acético; y en el residuo queda la galena pura. Si a mas del carbonato de cal, el criadero contiene un poco de arcilla, es preciso volver a atacar el residuo, que se separa de la disolucion acética, por el ácido nítrico; y entonces toda la galena se disuelve, y no queda mas que la arcilla con un poco de azufre. Se separa el azufre de la arcilla calcinándola con el contacto del aire. *Galena.*

3.° Los minerales de galena tienen las mas veces por criadero unas piedras inatacables por los ácidos. En este caso se ensayan mui bien por el ácido nítrico puro, con tal que los minerales no contengan pirita o blenda. Si el ácido está concentrado, o si se calienta demasiado, se produce mucho sulfato de plomo, el cual siendo insoluble, quedaria con el criadero; y no se pudiera determinar la proporcion de la galena por la diferencia, pesando la parte insoluble. Para evitar este inconveniente, es preciso principiar por humedecer el mineral con un poco de agua, y echar ácido nítrico poco a poco, hasta que comience la accion; despues se calienta todo con un calor mui moderado; y se ha de ajitar la disolucion frecuentemente. Luego que desaparecen todas las partículas metálicas, se debe parar la operacion; se añade agua, se filtra, y despues de haber lavado y secado el residuo, se lo calcina con el contacto del aire, a fin de quemar el azufre: restando el peso del residuo del peso del mineral que se ha ensayado, se obtiene la proporcion de la galena pura contenida en el mineral. Si se quiere obtener una exactitud mui grande, y se teme que se haya formado una cantidad notable de sulfato de plomo, se puedo antes de pesar el residuo calcinado, hacerlo hervir con una disolucion de potasa caústica, para disolver el sulfato: despues se lava el residuo con mucha agua, se seca, y se pesa.

4.° Se ensayan tambien los minerales de plomo, que contienen mucha piedra mezclada con pirita de hierro y blenda, haciendolos hervir con ácido muriático concentrado, y lavando el residuo con mucha agua, para disolver todo el cloruro de plomo. Este método es exacto, cuando el mineral contiene *Minerales de plomo con blenda.*

poca blenda, o cuando la blenda es casi pura, con poco hierro. porque de otro modo se disuélve tambien mucho zinc en el ácido, y tanto mas cuanto mayor es la proporcion de súlfuro de hierro en la blenda.

Escorias. 5.° En fin, cuando las escorias de plomo son atacables por los ácidos, se puede reconocer aún la mas pequeña cantidad de plomo, atacándolas por el ácido nítrico, o por el agua réjia, filtrando el licor, y pasando en la disolucion una corriente de hidrógeno sulfurado.

Ensaye por los cianuros: Levot en los anales de física y de química (abril 1856) propone, para los ensayes de la galena que no es antimonial, fundirla con una mezcla de ferrocianuro de potasio, en proporciones tales, que por cada 100 p de galena se empleen 100 p de primero y 50 de segundo. Segun Levot no se pierde por este método mas que 2 por ciento de plomo: es decir ménos que por cualquier otro método conocido.

CAPITULO VIII.

PLATA.

SECCION 1.ª

§ 1. RESUMEN DE LAS PROPIEDADES DE ESTE METAL.

La plata es un poco mas dura que el oro y un poco menos dura que el cobre. Despues del oro, es la mas dúctil y la mas maleable de todos lss metales que se usan en las artes. Pierde su ductilidad por la compresion o golpe de martillo y es necesario recocerlamas que el oro para conservar su ductilidad. Es un poco menos pesada que el plomo: su densidad es 10.47. Se funde a 22° pyr, es decir, al calor albo, o 990° cent. Es mui poco volátil; sin embargo, emite vapores a la temperatura de los hornos de copelacion. Mantenida por algun tiempo en estado de fusion, en un crisol de brasca en los hornos que se emplean

para el cocimiento de porcelana, pierde un medio por ciento de su peso, es decir, un poco menos que el cobre. No se oxida por el aire a ninguna temperatura: sin embargo, si se la guarda por mucho tiempo en estado de fusion, espuesta al calor mui elevado en contacto del aire, absorve una pequeña cantidad de oxígeno, la cual, al enfriarse el metal o bien al sumerjirlo en el agua, se exhala espontáneamente y queda el metal puro. Basta que haya una pequeña proporcion de cobre o de oro en la plata para que este metal pierda esta propiedad de absorver oxígeno al calor de fusion; pero cuando se somete a una calcinacion con el contacto del aire una aleacion de cobre y plata, el óxido de cobre que se forma arrastra consigo una proporcion notable de óxido de plata.

La plata no descompone el agua a ninguna temperatura, ni mediante los ácidos. El ácido sulfúrico concentrado y en ebulicion la disuelve con desarrollo de ácido sulfuroso; el ácido muriático aún concentrado y en estado de ebulicion, ejerce accion mui débil sobre ella; sin embargo, la ataca con desarrollo de hidrógeno, cuando el metal se halla en partículas mui pequeñas, o cuando está en contacto de la platina: se forma en tal caso un subcloruro de plata. Su mejor disolvente es el ácido nítrico: los ácidos vejetales no ejercen accion alguna sobre este metal. Tampoco lo atacan de un modo mui notable, a cualquier temperatura los álcalis, los carbonatos alcalinos, los nitratos alcalinos, ni el clorato de potasa; sin embargo, cuando la plata se halla aleada con metales oxidables, como por ejemplo el cobre, se oxida cantidad considerable de ella.

La plata se combina directamente con el azufre, el arsénico y el fósforo. Descompone mediante el calor el gas hidrógeno sulfurado, y aun se ennegrece por este gas a la temperatura ordinaria. La pirita y los persúlfuros alcalinos la transforman en súlfuro, pero la galena no la ataca. Combínase tambien directamente con el cloro, ya sea calentándola, ya estando disuelto el cloro en el agua. La sal marina en disolucion concentrada, puede disolver cierta cantidad de plata; se forma en tal caso cloruro doble de plata y de sodio y el licor adquiere reaccion alcalina. Combínase tambien directamente con el bremo y el iodo. Se alea con los mas metales, pero no con todos; por ejemplo, no se une con hierro ni cobalto.

El óxido es una base salificable mui enérjica: se combina con todos los ácidos y los neutraliza completamente. Es mui fusible y obra como fundiente en sus combinaciones con los silicatos. Se reduce con mucha facilidad al color rojo. Es mui soluble en el amoniaco y carbonato de amoniaco. Combínase tambièn con varios óxidos, entre otros, con los de plomo, de cobre, de manganesa, como tambien con sus silicatos: en estos casos cesa de ser reductible por el calor, al menos en totalidad.

Las sales de plata son sin color, algunas amarillentas o pardas. Se ennegrecen por la luz, reduciéndose en parte. Los álcalis y sus carbonatos producen en ellas unos precipitados pardos; pero el amoniaco no las precipita, antes por lo contrario disuelve todas las sales de plata que son insolubles en el agua. Producen precipitado blanco, como leche cortada por el ácido muriático y los cloruros; precipitados amarillos, por los arsenitos, rojos, por los cromatos alcalinos, negros, por el hidrógeno sulfurado. Las disoluciones de plata son reductibles por los metales mas oxidables como el hierro, el cobre, el mercurio, etc.

El súlfuro de plata es de color gris de plomo; blando o semidúctil, mui fusible y no se descompone por el fuego. Se reduce por la calcinacion con el contacto del aire, formándose al propio tiempo algo de sulfato si la temperatura es baja. Es atacable por el ácido muriático; reductible por el hidrógeno sulfurado, como tambien por el hierro, el cobre y el mercurio mediante el calor. Se funde en todas proporciones con la plata, con los súlfuros alcalinos y con los mas súlfuros metálicos.

El sulfato es blanco; se descompone y se reduce con facilidad por el calor. Necesita 87 a 88 p. de agua para disolverse y mucho menos de agua acidulada con un poco de ácido sulfúrico. Mui soluble en ácido sulfúrico concentrado y tambien en gran proporcion soluble en todos los ácidos enérjicos y concentrados; pero el agua lo precita en gran parte de su disolucion.

El fosfato es amarillo, se ennegrece por la luz; fusible, insoluble en el agua; el pirofosfato es blanco, toma un color rojo por la luz.

El arseniuro es gris, quebradizo, de contestura cristalina, mui fusible, irreductible por el calor; el *arseniato* es insoluble,

con dificultad se disuelve en el ácido nítrico y el amoniaco.

Amoniuro o plata fulminante. Cuando se hace dijerir óxido de plata en una disolucion concentrada de amoniaco cáustico, se forma un polvo negro sumamente esplosivo.

El cloruro es blanco, pero la luz le da luego un color negro algo purpurino. Es insoluble en el agua y en las disoluciones débiles de ácido nítrico; pero se disuelve sensiblemente en las disoluciones de ácido clorhídrico o de los cloruros alcalinos. La presencia aún de otros cloruros metálicos en una disolucion, influye en la solubilidad de cloruro de plata. Es mui soluble en el amoniaco, y, cuando recien preparado, se disuelve en los hiposúlfitos solubles. Contiene 0.756 de plata.

Es mui fusible: se funde a la temperatura, de 260 ° y tan pronto como esté fundido principia a volatilizarse: sin embargo, no se puede destilarlo. Inalterable por el carbon calcinado; pero el carbon ordinario y todos las sustancias orgánicas que contienen hidrógeno, lo reducen por la via seca. Tambien lo reducen mediante el calor, el hierro, el zinc el estaño, el antimonio, el bismuto, el cobre, el plomo. Los dos primeros lo reducen tambien a la temperatura ordinaria en presencia del agua y algun ácido. Los álcalis y tierras alcalinas reducen el cloruro de plata por la via seca con desarrollo de óxigeno. Se combina y se funde en toda proporcion con litargirio, con súlfuro de plata, con la galena, y probablemente con varios otros súlfuros.

El cloruro ennegrecido por la luz no contiene plata metálica y por esto no es atacable por el ácido nítrico; pero contiene un subcloruro que el amoniaco y la sal comun disuelven trasformándolo en plata metálica y cloruro.

El bromuro de plata es amarillo y se ennegrece por la luz como el cloruro, pero sin tomar viso violaceo. Mui fusible. Insoluble en el agua, y en el ácido nítrico débil. Los ácidos concentrados y en estado de ebulicion lo descomponen en parte. Es mui poco soluble en el amoniaco. Calentándolo en un tubo con peróxido de manganesa, agua y ácido sulfúrico, despide vapor amarillo rojizo de bromo: contiene 0.589 de plata.

Se descompone tanto por la via seca como por la via húmeda por los mismos metales y reactivos que el cloruro.

El ioduro de plata es de un blanco amarillento; el nativo, de

un amarillo de azufre claro, que no cambia por la accion de la luz. Es tan fusible y volátil como los anteriores; casi insoluble en el amoniaco, exijiendo 2800 veces su peso de amoniaco en ebulicion para disolverse. Insoluble en el agua pura o acidulado con ácido nítrico. Los ácidos enérjicos concentrados y en ebulicion lo descomponen. Tambien lo reducen el hierro, el zinc, el estaño, los álcalis, el carbon, etc. Contiene 0.532 de plata.

§ 2.° PROPIEDADES DE LA PLATA Y DE SUS COMPUESTOS QUE SE APROVECHAN EN LA AMALGAMACION DE LOS MINERALES DE PLATA.

(Estractado de la memoria de Durocher y Malagutti, publicada en los anales de Minas. Paris 1851.)

Accion del mercurio:

1. *Sobre la plata metálica:* el mercurio se combina *directamente* con la plata, con mas o menos prontitud segun el estado de division en que este metal se halla: asi, con la plata mui subdivida, la union es casi instantánea, mientras que el mismo metal, cuando se halle en granos gruesos, la amalgamacion marcha primero ligeramente y luego se para, probablemente porque se forma en la superficie una amalgama espesa que impide el contacto del mercurio con la parte interior del grano.

2. *sobre la plata cornea:*—la accion del mercurio es mui lenta. En dos horas de trituracion continua de mercurio con plata clorurada artificial, no se amalgama ni uno por ciento de plata contenida en este último. En tal caso se forma el subcloruro de mercurio en proporcion de dos equivalentes de mercurio por uno de plata. Pero si comparamos la amalgamacion directa de la plata metalica con la del cloruro de plata en un líquido salado, en presencia del hierro, veremos que en tal caso la de la plata clorurada es mucho mas fácil y rápida que la de la plata metálica: asi, por ejemplo, mientras que en 2 horas de rotacion, en un barril, de una mezcla de plata nativa y mercurio, no se rinde sino 233 por mil de plata, y en cinco horas 241 por mil, con la misma rotacion de una mezcla de plata

clorurada, mercurio, sal y hierro, en dos horas se amalgama 481 por mil de plata, y en cinco la totalidad de ella o 1,000 por 1,000. La amalgamacion es mas rápida cuando se hace obrar simultaneamente sobre el cloruro, el hierro y el mercurio, que si se hace obrar sobre la misma plata cornea sucesivamente, primero el hierro y despues el mercurio. Influyen tambien en la amalgamacion del clorcro mediante el hierro, *primero*, la proporcion de agua: de manera, que si la mezcla es demasiado espesa o demasiado líquida la union del mercurio es mas lenta; *en segundo lugar*, la naturaleza del criadero, siendo las arcillas, sobre todo las arcillas plásticas, mas perjudiciales que el hidrato de hierro, y las mas favorables a la amalgamacion son las arenas, varias especies de mármol y la baritina; *en tercer lugar*, la proporcion del mercurio, pues el efecto aumenta con la cantidad de mercurio, aunque no en la misma proporcion que este último.

3. *Sobre el súlfuro de plata:* la accion directa del mercurio sobre el súlfuro de plata es menos difícil que la del mismo metal sobre el cloruro: asi, la proporcion en que el mercurio reduce el súlfuro es a la que reduce el cloruro, (se entiende, en tiempo y circunstancias iguales)

como 2.74:1 en un criadero ferrujinoso,
y como 1.76:1 en un criadero arcilloso.

Esta diferencia es todavia mas sensible cuando se trata de amalgamar el cloruro y el súlfuro de plata nativos, que si se someten a la misma operacion el súlfuro y el cloruro artificiales.

Se ve que contrariamente a la opinion mui jeneral entre los beneficiadores, no solo la accion del mercurio sobre la plata clorurada es excesivamente débil y lenta, sino que le lleva mucha ventaja la que ejerce el mercurio sobre la plata sulfúrea.

Ahora, en esta accion directa del mercurio sobre el súlfuro tienen influjo: *en primer lugar*, los criaderos, pues la cantidad de súlfuro que se amalgama en un criadero arenoso es cuadrúpla de la que en igual tiempo se rinde en un criadero arcilloso, y los mas favorables a esta accion son el sulfato de barita y el mármol sacaroideo;—*en segundo lugar*, la presencia de ciertas sales: asi la de sulfato da hierro da casi doble, y la de sulfato de cobre casi triple la cantidad de plata de lo que

produce en igual tiempo la amalgamacion directa del súlfuro.

4. *Sobre los rosicleres:* la accion directa es casi nula; pero esta accion es bastante enérjica en presencia del cobre metálico y sulfato de cobre: en tal caso la plata sulfoantimonial se amalgama mas pronto que la plata sulfúrea, de tal manera, que, en igual tiempo y mediante igual cantidad de cobre y sulfato de cobre se puede estraer las 7/10 de plata del rocicler y solamente 4/5 del súlfuro.

5. *Sobre los polisúlfuros platosos:* la accion directa del mercurio sobre estos minerales es tambien excesivamente lenta y casi nula; pero puede aumentar su enerjía en presencia del cobre y sulfato de cobre, de manera que mediante estos materiales la amalgamacion se opera mejor que mediante el majistral y el cloruro de sodio, sobre todo cuando los minerales contienen blenda y galena.

Accion del cloruro de cobre.

(Trátase de conocer la accion del cloruro de cobre sobre la plata y los diversos compuestos de ella por causa de que en el uso del *majistral*, que es sulfato de cobre, y de la sal comun, en la amalgamacion americana, se forma cloruro de cobre, a cuya accion sobre los minerales de plata se atribuye el buen éxito del beneficio).

1. *Sobre la plata metálica:*—si no hai contacto del aire, se forma cloruro de plata y subcloruro de cobre; si hai contacto, se forman cloruro de plata y oxicloruro de cobre.

2. *Sobre la plata sulfúrea:*—si no hai contacto del aire, se forman cloruro de plata, azufre, y subcloruro de cobre; si hai este contacto, cloruro de plata, ácido sulfúrico y oxiclururo de cobre. De esta última reaccion resulta sulfato de cobre y vuelve a renacer el cloruro de cobre que a su vez obrará sobre otras cantidades de plata sulfúrea, etc. Esta accion sin sal es tan lenta que en dos meses es apenas sensible, y con sal, en igual tiempo, se cloruran como dos terceras partes de plata.

3. *Sobre el rosicler:* la accion es mui lenta: se forma ácido sulfúrico y una mezcla de plata clorurada y de oxicloruro de cobre, etc. El rosicler claro resiste mas que los sulfoantimoniuros.

Sobre la galena platosa: el cloruro de cobre principa por atacar la galena sin ejercer accion sobre la parte platosa de ella. Fórmase primero cloruro de plomo, ácido sulfúrico y oxicloruro de cobre; luego se descompone el primero por el segundo, orijinando sulfato de plomo y volviendo a renacer el cloruro de cobre, cuya accion se ejercerá sobre otra porcion de galena, debiendo repetirse la misma accion hasta que la mayor parte de la galena se halle descompuesta: entonces empezará el cloruro de cobre a obrar sobre la plata o súlfuro de plata.

Sobre la blenda platosa: la misma accion que en el caso anterior. No principia a obrar sobre la plata o súlfuro de plata el cloruro de cobre, sino cuando casi la totalidad de la blenda ya está atacada y la que queda tenga unos 3.8 por ciento de plata.

6. *Sobre las piritas y otros súlfuros metálicos:* accion análoga y mui tardía la formacion de cloruro de plata.

Accion de la sal comun.

Sobre el cloruro de plata. Cuando no se emplea para la reduccion de este cloruro el hierro, obra la sal como disolvente, y en tal caso sucede a veces que la sal comun lejos de acelerar la amalgamacion la atrasa, quizás por la afinidad que tiene el cloruro de plata con el cloruro de sodio. La solubilidad del cloruro de plata en el agua saturada de sal pende de la temperatura: así—

a la temperatura de 0° la proporcion de cloruro que se disuelve en esta agua es casi nula

a 10° se disuelve 0.0017 del peso de la sal
18° — — 0.0024 id.
100 — — 0.0068.

Cuando la sal se emplea en la reduccion del cloruro de plata por el hierro, o en cualquier procedimiento electroquímico, aumenta talvez la conductibilidad del líquido.

Accion que ejercen sobre el cloruro de plata.

1.° *Los súlfuros, arseniuros y sulfo arseniuros metálicos.*— Estos compuestos descomponen el cloruro de plata, tanto por

la via seca como por la via húmeda. En estos casos puede efectuarse: a) una descomposicion mútua y cambio de elementos: b) una reduccion parcial del súlfuro: c) una descomposicion y reduccion a un tiempo, segun sea la fórmula atómica del súlfuro, como lo demuestran las reacciones siguientes:

a) $RS+AgCl=RCl+AgS$
b) $RS^2+AgCl=RS+AgS+Cl$
c) $R^2S+A^2gCl^2=Ag+AgS+R^2Cl^2$

Cada súlfuro descompone diferente cantidad de cloruro, y en jeneral, los cloruros de los metales electronegativos descomponen mayor cantidad de cloruro de plata que los de antimonio, estaño, etc.

Los sulfoarseniuros ejercen una accion débil sobre el cloruro, esceptuando el niquel gris, pero los arseniuros pueden descomponer mayor proporcion de este cloruro que los súlfuros. Así por ejemplo

la galena descompone 13 $\frac{00}{}$ de su peso de cloruro
el cobre sulfúreo 200 a 300 por ciento de id.
el arseniuro de niquel 470 por ciento de id.

Por esta razon la plata cornea no se halla en la naturaleza asociada con los súlfuros metálicos y los arseniuros, y la cloruracion de los minerales de plata es tan difícil en presencia de estos súlfuros y arseniuros.

2. *El subcloruro de cobre:*—reduce parcialmente el cloruro de plata, formando subcloruro de plata.

3. *Los metales:*—el hierro y el zinc reducen el cloruro de plata rápidamente en presencia de agua sin que haya presencia de algun ácido o necesidad de calentar. El cobre no lo reduce a la temperatura ordinaria, aún mediante un ácido, sino mui lentamente; pero a la de 100° la reduccion es rápida y completa. El amalgama que se forma en tal caso adhiere al cobre, si la proporcion del mercurio a la de plata excede 4:1.

Accion que ejercen sobre el súlfuro de plata:

El subcloruro de cobre:—este subcloruro en polvo o disuelto reduce el súlfuro de plata con produccion de cloruro de cobre, plata metálica, y cobre sulfúreo:

$$Cu^2Cl + AgS = CuCl + Ag + CuS.$$

Por consigniente si se hace obrar sobre el súlfuro de plata el cloruro de cobre y la sal comun, se ha de formar primero el subcloruro de cobre y la plata clorurada, en seguida el subcloruro, disolviéndose en la sal, obrará sobre otra cantidad de súlfuro de plata y dará oríjen a la produccion de plata metálica, cloruro y súlfuro de cobre.

2. *La sal comun* en la amalgamacion del súlfuro por el majistral (cloruro de cobre) sirve quizás de disolvente para el subcloruro de cobre.

3. *El oxicloruro de cobre*:—no ejerce ninguna accion sobre el súlfuro de plata.

4. *Los metales*:—el hierro, o el cobre pueden reducir el súlfuro de plata a la temperatura de 100° en presencia de algunas sales como el alumbre, el súlfato de hierro, y sobre todo el sulfato de cobre. La accion simultánea de cobre y sulfato de cobre a esta temperatura es tan enérjica que se puede mediante estos ingredientes reducir en cierto tiempo las 4/5 partes de la totalidad de súlfuro y efectuar la amalgamacion directamente sin necesidad de ocurrir a la cloruracion.

5. *El subóxido de cobre* posee tambien en alto grado la virtud desazufrante para la plata sulfúrea en presencia de las mencionadas sales.

6. Ya se ha tratado mas arriba de la accion del mercurio y del cloruro de cobre.

§ 3. DE QUE MODO SE PORTAN LOS DIVERSOS METALES EN LA AMALGAMACION DE LOS MINERALES DE PLATA (*).

Oro. El oro se amalgama mas pronto que la plata, y su amalgama adhiere mas a los cuerpos sólidos que el amalgama de plata. Sin embargo, una gran parte de oro se pierde en la amalgamacion de los minerales de plata auríferos, efectuándose esta amalgamacion, ya sea por el método americano, ya por tuesta. Atribúyese esto a que el mercurio no se une bien con

---

(*) Estracto de la obra de Wincler: *dic europcische amalgamacion etc.* "Amalgamacion europea de los minerales y productos metalúrjicos de plata." Freiberg 1883.

el oro si contiene plata y la amalgamacion del oro pide que se emplee mercurio puro sin plata. Se cree por lo comun que mientras mayor sea la proporcion de esta última en el amalgama, mayor es la pérdida de oro. Se pierde tambien proporcion considerable de oro en la fundicion de los minerales de plata auríferos. Por esto se aconseja extraer el oro mediante el mercurio de los minerales sulfúreos, cuya plata no se rinde inmediatamente a la accion del mercurio, antes de someter estos minerales a cualquier beneficio por plata. Por esta razon talvez procuran en Méjico estraer de los minerales de plata frios la mayor cantidad posible de oro, durante la molienda, echando en la solera del trapiche cierta cantidad de azogue, segun la riqueza del mineral.

Cobre. Este metal se amalgama con mucha facilidad cuando se halla recien precipitado del cloruro o sulfato de cobre mediante el hierro. El amalgama de cobre se pega con mucha tenacidad a los barriles, pedazos de hierro y a los resíduos terrosos, o relaves, de los cuales no se separa sino con cierta dificultad. Por esto la formacion de esta amalgama ocasiona, por otra parte, pérdidas de azogue en el lavado, y por otra parte produce amalgamas de plata mui impuras, cargadas de cobre, de las cuales se estrae plata mui cobriza. Divídese por consiguiente en tal caso el cobre contenido en los minerales entre lo que se alea con la plata en la destilacion de las amalgamas y lo que queda en los resíduos. Por esto se procura evitar cuanto se puede, en las amalgamaciones por tuesta de los minerales mui cobrizos, que haya cobre al estado de cloruro o de sulfato en las harinas que se amalgaman por el método de Freyberg en barriles, y se sabe que se consigue tener la totalidad de este metal al estado de óxido en el mineral tostado, mediante la cal.

Plomo. El plomo se amalmaga fácilmente cuando es metálico y en partículas menudas, como lo sucede en los minerales plomisos tostados. Este metal poco mercurio necesita para su saturacion y ocasiona pérdidas de mercurio. En jeneral, ni el cloruro ni el sulfato de plomo se reducen por el hierro en los barriles de amalgamacion, y por consiguiente no pueden dar oríjen a la formacion del amalgama de plomo. Por esta razon se procura evitar que se forme plomo metálico en la tuesta de

los minerales de plata plomisos por el método de Freyberg y se trata de hacer pasar en dicha tuesta todo el plomo al estado de óxido o de cualquiera sal de plomo.

Zinc. El zinc metálico se amalgama con facilidad y por esto no puede reemplazar el hierro en la reduccion de la plata cornea.

Hierro. Este metal no es amalgable; sin embargo hállase a veces en las amalgamas de Freyberg y causa dificultades en la refinacion de la plata.

Antimonio. El antimonio emplea para su amalgamacion mucho mercurio pero se amalgama con dificultad. Y como, en jeneral, una parte de este metal se volatiliza en la tuesta y lo restante casi en totalidad pasa al estado de ácido antimonioso en los minerales tostados, resulta que por lo comun mui poca proporcion de antimonio queda en las amalgamas de plata obtenidas por el método de Freyberg. Se procura librar esta última completamente del antimonio, pues la plata que contiene aun mui poco antimonio es agria y quebradiza.

Cobalto.—No se une con el mercurio.

Niquel: segun parece, este metal puede amalgamarse, pues hallamos con frecuencia indicios de niquel en la plata amalgamada.

Bismuto. Se amalgama mui pronto. Su amalgama pasa en parte en la filtracion con el mercurio, en parte queda con el amalgama de plata filtrada, de la cual se desprende el bismuto durante la destilacion y se va con el mercurio. Por esta razon mui poco o nada de bismuto queda en la plata; pero el bismuto no deja de perjudicar, porque uniéndose con el mercurio le debilita su fuerza para unirse con la plata, y porqe dividiéndose el amalgama de bismuto en globulillos mui pequeños ocasiona pérdidas de mercurio en los relaves.

Arsénico: es un elemento mui perjudicial en los beneficios por amalgamacion. No porque sea mui fácil para unirse con el mercurio; antes por lo contrario, se amalgama difícilmente y sobre todo el mismo hierro en los barriles impide de cierto modo la amalgamacion del arsénico. Tampoco ocurren dificultades en la tuesta de los minerales arsenicales con la sal, pues esta última se descompone del mismo modo por estos minerales como por los minerales sulfurosos. Sin embargo, la pérdida de

plata y de mercurio ocasionada por el arsénico es considerable.

La pérdida de plata se ocasiona principalmente durante la tuesta, en la cual el arsénico arrastra consigo, volatilizándose, una gran parte de plata, y esta parte volatilizada no se recoje toda en los polvos y hollines de los cuartos de condensacion.

En cuanto a la pérdida de mercurio, esta se debe a la propiedad que tiene el arsénico de subdividir el mercurio en globulillos, a lo cual parece contribuye tambien la temperatura que aumenta mucho en la amalgamacion de los minerales arsenicales en barriles. El mercurio se transforma talvez en estos casos parcialmente en oxidulo y se separa en infinidad de pequeñas perlas, cuya superficie, hallándose como cubierta de este oxídulo, impiden que estas perlas vuelvan o unirse, y las mas pequeñas de ellas se llevan por el agua en el lavado.

SECCION 2.ª

Minerales y productos de las artes.

---

§ 1.º ESPECIES MINERALES.

(Mineralojia de la plata.)

Las especies minerales de plata son mui numerosas y pueden clasificarse del modo siguiente:

1.ª *clase*. Especies metálicas.	Plata nativa pura	
	Id. antimonial	
	Id. cobriza.	
	Amalgamas nativas de	Méjico.
		Arqueros.
		Rosilla.
	Plata bismutal.	
	Antimoniuros de plata.	
	Aleaciones de plata y oro.	
2.ª *clase*. Plata cornea.	Pl. cor. blanca: cloruro.	
	P. c. melada: bromuro.	
	P. c. verde, cloro bromuros.	
	P. c. amarilla, y ioduro.	

3.ª *clase*. Plata sulfúrea, sulfo antimonial, sulfo arsenical.	Súlfuro de plata. Rosicler claro. Id. obscuro. Id. negro. Miargiria. Arseniuro.
4.ª *Clase*. Polisúlfuros cobrizos sin plomo	Súlfuros dobles de plata y de cobre. Polibasita compacta. Id. escamosa. Cobres grises platosos.
5.ª *Clase*. Polisúlfuros plombíferos.	Plata gris de Freiberg. Id. de Bolivia. Id. de Chile. Polisúlfuros que contienen al mismo tiempo plomo y cobre.

A mas de las especies anteriores, las que por su escasez en la naturaleza ofrecen poco interés al ensayador y beneficiador de metales son:

El seleniuro,
El telururo,
El sulfuro bismutal,
El sulfuro ferrujinoso (Sternbergeria). etc.

Pero, independientemente de las verdaderas especies minerales de plata, casi todos los minerales metálicos, aun los minerales oxidados de hierro, de cobre, etc., contienen plata, las mas veces en proporcion mui pequeña, o indicios apenas perceptibles de este metal: de suerte que la plata puede considerarse como el hierro, uno de los minerales mas diseminados y universalmente derramados en el reino mineral.

Las especies minerales que por lo comun en mayor cantidad y con mayor frecuencia contienen plata son:

El arsénico nativo y varios arseniuros y sulfo-arseniuros de hierro, de cobalto, de niquel, etc.
Las especies minerales de antimonio,
El cobre sulfúreo, abigarrado y piritoso,
La galena y las especies minerales de plomo,
La blenda y la pirita, etc,

En jeneral, las especies sulfuradas son mas ricas en plata que las oxidadas.

Cuando la pirita se halla asociada con otros súlfuros, es siempre mas pobre que estos últimos.

La blenda es unas veces mas rica y otras veces mas pobre que la galena con que está asociada.

En fin, se ha reconocido la presencia de plata en el agua del océano en proporcion de 1 milígr. por cada cien quilógr. (0.00000 1) lo que corresponde a 1.000 quilógr. por cada miriámetro cúbico: (mas de 2 millones de toneladas en la mar).

Pasemos a la descripcion de las especies.

1ª *clase: especies metálicas.*

Plata nativa. Casi siempre diseminada en pegaduras y chapas, en granos, hojillas, dentículas, filamentosa, dendrítica, etc. Cristaliza en cubos u octaedros; se halló en Chañarcillo en forma de cristales impropios que son unos dodecaedros de triángulos escalenos derivados del rombodro. En la superficie sin lustre, a veces tomada de amarillento, pardusco o negro; raspadura mui lustrosa; dúctil, flexible; pes. esp. 10.0 a 10.6.

La plata nativa dentrítica o denticular la que se cria en medio de los cloro-bromuros de Chañarcillo es perfectamente pura.

La del mismo mineral diseminada en granos y hojillas, con rosicler, arsénico y mispiquel es siempre antimonial. Dos muestras de esta plata, sacadas, una de la parte inferior de la Descubridora y otra del Rosario, dieron al análisis:

	De la Descubridora.	del Rosario.
Plata	95.9	94.2
Antimonio	4.1	5.8

La de San Antonio en Copiapó diseminada en granos irregulares, en medio de un criadero porfírico y acompañada de súlfuro y arseniuro de cobre, es cobriza y consta de

Plata	98.1
Antimonio	0.9
Cobre	1.0

Una variedad de plata nativa algo quebradiza que se halló hace tres años en la Descubridora de Chañarcillo, en barras

que pesaban mas de un quintal y tenian una estructura testácea, de zonas concéntricas, de contextura granuda, sin criadero ni materias estrañas, dió al análisis 1 y ½ a 2 por ciento de antimonio con unas milésimas de mercurio, arsénico y cobalto.

La de Corocoro en Bolivia forma como una especie de arenisca cementada por un criadero granudo blanco que no hace efervescencia con los ácidos; y lo que hai de particular es que la misma mina que dá areniscas semejantes de cobre, produce tambien minerales de la misma forma y aspecto de plata.

Se halla casi en todas las minas de plata en Chile con diversos criaderos: asi, en hojillas delgadas con súlfuro de cobre y cobre abigarrado, en las minas del departamento de Combarbalá, en las de Catemo, de San Pedro Nolasco, etc; en forma de hilos, con arsénico nativo y arseniuros, en las minas de Punta Brava, del Carrizo, de Ladrillos, del Sacramento; en hojas dendríticas con plata cornea verde, en Charñarcillo; en granos de todo tamaño con arseniuro de cobre o de cobalto, etc.

Las formaciones mas curiosas de Méjico segun del Rio son la de Batopilas en grandes hojas y la dendrítica de Tasco; de las de Bolivia merece ser citada la de Aullagas, filamentosa, encrespada, casi tan blanda como el algodon, llamada pasaman.

Cuando se halla con cobre metálico, como en el Lago Superior en Norte-América y en varias vetas casualmente en Chile, se vé siempre pegada en la superficie de cobre, como si hubiese sido precipitada de sus disoluciones por este metal y nunca aleada con él.

La matriz de la plata nativa consta de espato perlado, espato calizo, sulfato de barita, y rara vez, como en el mineral de la Dehesa, cerca de Santiago, el cuarzo.

Plata antimonial. (Silberspiesglanz Spiesglanzsilber). En masas, diseminada, y tambien cristalizada, en prismas rectángulos o bien en prismas hexagonos: adheridos por las caras laterales forman jemelos como la piedra de Aragon; a veces en agujas. La superficie de los cristales rayada a lo largo y poco lustrosa. Color blanco de plata o blanco de estaño; tomada a veces por fuera de amarillo rojizo; por dentro lustrosa, lustre metálico. Estructura hojosa plana o algo curva de varios cru-

zeros. Blanda, algo dócil: poco quebradiza. Ps.9.44 a 9.82; al soplete se funde fácilmente, volatilizándose el antimonio, y el grano se rodea de un anillo vítreo amarillento. Sobre carbon, despues de largo soplo, queda la plata pura.

Dos especies de esta naturaleza se conocen en el antiguo continente y contienen, segun Klaproth,

	Silberspiesglanz		Spiesglanzsilber	
plata — —	82.3	3 át.	77.0	2 át.
antimonio —	17.7	1 át.	23.0	1 át.

Ya se ha dicho que la plata nativa de Chile contiene mui a menudo antimonio en proporcion que pasa a veces de 4 a 5 por ciento. Pero aparece a veces en las minas de Chañarcillo el antimoniuro de plata que se parece por su aspecto a la caliza granuda de grano mui fino y de color blanco algo oscuro. Este mineral es quebradizo, y se reduce a polvo mui fácilmente en un mortero; frotado con el hierro adquiere lustre metálico; observado al microscopio, hace ver que consta de partículas cristalinas de caliza, mui finas, mezcladas con plata filamentosa crespa. La caliza es magnesiana, con 3.6 por ciento de carbonato de magnesia: la plata tiene 4 por ciento de antimonio.

Existe tambien un antimoniuro de plata hojoso, de color blanco tomado algo de colores de iris, quebradizo, en los minerales de Bolivia, acompañada por la plata nativa y otras especies minerales sulfuradas.

Plata mercurial (amalgama nativa).—Se conocen varias especies de amalgama nativa, entre las cuales seis a lo menos forman especies minerales bien determinadas;—estas son:

1. *Pella natural de Méjico.*—Es de color blanco de estaño y de plata segun tiene mas o menos plata. Se halla en pequeñas masas, formando cintas; diseminada y cristalizada en dodecaedros rombales u octaedros. Es lustrosa, de dócil a poco dócil; quebradiza. En un matracito salta y hierve, dejando una masa algo esponjosa. Cuando mezclada con mercurio, es mui blanda: la que es cristalizada, consta segun Klaproth de

plata	0.36	(1 át.)
mercurio	0.64	(2 át.)

La *semilíquida* se cria con mercurio y se halla accidental-

mente; la *semidura*, en cintas con plata nativa, en una roca arcillosa en Dos Puentes, donde se halla mas escasamente que la blanda (del Rio).

2. *Arqueria*. Su color, lustre, estructura y los mas de sus caracteres son como los de la plata nativa, con la cual se habia equivocado por mucho tiempo.

Es un poco mas blanda que la plata nativa; su p. esp. 10.8. Al soplete, en un matracito da sublimado de mercurio, sin hervir ni saltar como la anterior: introducida en el plomo fundido en una copela, salta y arroja gotas de plata que caen en los bordes de la copela. Disuelta en el ácido nítrico, si despues se agrega ácido muriático, forma un precipitado blanco que no se ennegrece con la luz.

Se halla comunmente diseminada en partículas y granos algo gruesos, irregulares, a veces en racimos y masas, y tambien cristalizada en octaedros regulares, a veces tomados de color amarillo de oro. Consta de

plata	86.5	(6 át.)
mercurio	13.5	(1 át.)

Constituye la principal riqueza de los minerales de plata de las minas de Arqueros (prov. de Coquimbo), las que en los primeros 15 años desde su descubrimiento han producido mas de doscientos mil marcos de plata en esta especie.

Su criadero es sulfato de barita, arseniato de cobalto y casualmente un poco de plata sulfúrea o clorurada.

No se ha hallado hasta ahora en ninguna otra parte del mundo que en las minas de Arqueros, en las del Rodaito, situadas a un par de leguas de las anteriores, y, mas al sur, en las de Algodon de la misma provincia.

3. *Rosilla*. Descubriéronse hace poco en la provincia de Atacama, en los minerales llamados la Rosilla, tres especies de amalgama nativa, en cantidades bastante considerables.

(a) Una de ellas, que podemos llamar *granuda*, se halla diseminada en partículas mui pequeñas, lustrosas, de color blanco de plata, algo parecidas a la plata bismutal: forma venillas en medio del criadero y se reduce en el mortero a polvo mui fino. Se ve acompañada por el cloro bromuro de plata en granos y venas verdosas y amarillentas, algunas hasta de medio milímetro de grueso, y por la segunda especie de amalgama que

forma granos mucho mas gruesos y pequeñas masas irregulares sin lustre. No se divisan en el contacto de esta especie ni cerca de ella ningun mineral sulfurado ni arsenical.

Esta especie da sublimado de mercurio en el matracito, sin ebulicion, y presenta los mismos caracteres que la arqueria. Se ataca con facilidad por el ácido nítrico aun débil, y notablemente por el ácido muriático en ebulicion. Consta de

plata	43.6	(3 at.)
mercurio	56.4	(4 at.)

(b) La segunda especie de la Rosilla, que podria llamarse *amalgama neutra* y es mas abundante que la primera, forma, como acabo de decir, partículas mas gruesas que la primera, cuando ambas se hallan en una misma muestra; pero he hallado tambien la misma amalgama neutra en otras muestras, formando partículas de todo tamaño, aun mui pequeñas, acompañadas por el clorobromuro de plata, sulfo arseniuro de cobalto y un súlfuro de mercurio y plata cuya raspadura es de color gris de acero azulejo, inatacable por el ácido nítrico.

Esta especie consta de

plata	53.3	(1 at.)
mercurio	46.7	(1 at.)

(c) Hállase tambien en los minerales de la Rosilla otra amalgama en masas ramosas, ennegrecida y sin lustre por fuera, bastante maleable, y acompañada por la plata cornea sin mezcla de alguna especie sulfurada. Esta amalgama consta de

plata	64.2	(5 at.)
mercurio	35.8	(3 at.)

He encontrado estas tres especies de amalgama nativa, asociadas no solo en una misma mina, sino en una misma muestra, colocadas de tal manera, que la primera de ellas, la mas rica en mercurio, estaba diseminada en la corteza mas compacta del trozo que formaba como un riñon o papa en medio de arcilla, y en seguida, sobre esta corteza, estaba embutida en su criadero mas poroso el amalgama *neutra*, sobre la cual, o a continuacion, se veian masas ramosas de la especie mas rica en plata: guardaba por consiguiente el amalgama neutra un lugar intermedio entre la primera y la tercera.

En fin, se ha encontrado en las cordilleras situadas entre el Huasco y Copiapó, el año pasado (1857), un gran rodado de

metal que parecia plata nativa casi pura, y pesaba mas de 10 quilógramos, cuya análisis dió por resultado:

plata	79.4	(7 at.)
mercurio	20.6	(2 at.)

Este rodado, que puede considerarse como compuesto de un equivalente de arqueria por uno de amalgama nativa, es la única muestra que se conoce de esta nueva especie, adquirida por el gobierno de Chile para el museo nacional; tiene los caracteres interiores idénticos con los de la plata *virjen:* el mismo color, lustre y maleabilidad. Solamente en la parte exterior se ve ennegrecido por una pequeña dosis de cloro bromuro que se halla en su superficie mezclado con un poco de criadero arcilloso, calizo.

Se conocen por consiguiente hasta ahora siete especies de amalgama nativa cuyas fórmulas atómicas son las siguientes:

Amalgama de Arqueros	$Ag^6 Hg$
La del *rodado* ,,	$Ag^7 Hg^2 = Ag^6 Hg + AgHg$
Am. ramosa de la Rosilla	$Ag^5 Hg^3$
Am. neutra de la Rosilla	$Ag\ Hg$
Am. granuda de la Rosilla	$Ag^3 Hg^4 = 2AgHg + AgH^2$
Pella natural de Méjico	$Ag\ Hg^2$
La semilíquida de Del Rio	$Ag\ Hg^3$ (?).

Plata bismutal. En hojillas y partículas mui pequeñas, blancas, lustrosas que con el tiempo toman un viso amarillento; forma a veces venillas angostas, irregulares que se distinguen por su gran lustre de plata y grano fino, en medio de un criadero blanco agrisado, acompañadas por el arseniuro de cobre, y a veces por el cobre sulfúreo. Esta especie, mui rara, solo se ha hallado hasta ahora en las minas de San Antonio del Potrero Grande (prov. de Atacama.) Su criadero es en parte carbonatado calizo, en parte arcilloso. En la misma veta de donde se ha sacado esta especie, se halla tambien bismuto nativo hojoso, de hoja ancha, y plata nativa cobriza, como tambien arseniuro de cobre y cobre sulfúreo.

Una muestra analizada en 1845, de grano mui menudo, lustroso, igual, ha dado para su composicion

plata	60.1
bismuto	10.1
cobre	7.8
arsénico	2.8
criadero	19.0

Estos resultados ofrecen alguna duda acerca de la verdadera composicion de la especie pura, por la dificultad de hallar una muestra pura sin mezcla de plata nativa y cobre arsenical.

2.ª *clase: especies de plata cornea.*

Bajo el nombre de plata cornea se comprenden muchas especies minerales de plata mui distintas, en cuanto a su composicion, pero todas mui fusibles, blandas, de lustre cera y todas se cortan en virutas como el cuerno, tomando mucho lustre en la cortadura.

Estas especies son: el *cloruro*, los *clorobromuros*, el *bromuro* el *ioduro*, y quiza unos iodobromuros.

A *Plata cornea blanca*. (*Cloruro de plata*). Color blanco, blanco agrisado y gris de perla: con el tiempo, sobre todo, por la accion de la luz, se vuelve negruzca y al mismo tiempo algo violada o azuleja: a veces se encuentra negra, aun cuando recien sacada de sus criaderos; y entonces parece que el color proviene de una pequeña proporcion de súlfuro de plata con se halla mezclada.

Rara vez en masas o pegaduras gruesas; por lo comun diseminada en granos irregulares y pequeños, en hojas mui delgadas y películas encostradas; y tambien cristalizada en octaedros o en cubos con esquinas o aristas truncadas, que creciendo forman el dodecaedro del granate. La superficie de los cubos plana o cóncava, y a veces un poco rayada paralelamente a sus aristas. Cristales por lo comun pequeños, por afuera lustrosos, aunque con el tiempo se pierde el lustre: los que se han encontrado en Chile son todos de clorobromuro y no de cloruro.

Por dentro, lustrosa; lustre de cera. Estructura compacta; fractura concóidea, plana, sin crucero alguno: pasa de sumamente trasluciente a poco trasluciente en los bordes. Mui blanda, flexible y maleable: se deja cortar con un cuchillo en

virutas; conserva en el corte su color, aumentándose el lustre. Ps. 5.64—5.67.

Se funde a la llama de una vela: sobre carbon, se funde en un glóbulo, y al fuego de reduccion se convierte en plata metálica. Con la sal de fósforo, agregando óxido de cobre, la llama toma un azul hermoso. Es volátil, y empieza a volatilizarse luego que está fundida. Los alcalis y las tierras alcalinas la reducen tambien con la mayor facilidad por la via seca.

Es insoluble en el ácido nítrico; pero se disuelve con facilidad en el amoniaco. Frotándola con el hierro o zinc húmedo, se reduce, y toma un lustre metálico de plata. Haciéndola hervir con ácido sulfúrico y peróxido de manganesa en un matracito, despide vapor verdoso de cloro.

Su composicion es idénticamente la misma que la del cloruro de plata artificial; y por lo mismo consta de

plata	0,7532	
cloro	0,2468	Ag Cl.

Se halla siempre en lo alto de las vetas, acompañada con la plata nativa y a veces con la plata vítrea y plata roja. Su criadero consta las mas veces de espato calizo, bruno-espato y arcillas ocráceas amarillas o coloradas.

Entra en la composicion de una gran parte de los minerales de plata en América: abunda particularmente en Méjico, en las minas de Catorce; en el Perú, en las de Pasco; en Bolivia, en el cerro de Potosí; en Chile, en las minas de Chañarcillo, donde se halla hasta la profundidad de 200 varas desde la superficie, y forma a veces guias de mas de una pulgada de ancho de mineral perfectamente puro, trasluciente, concrecionado.

Los diferentes minerales de plata conocidos bajo los nombres vulgares de *pacos*, *colorados*, *negrillos*, *metales cenicientos*, etc., y que muchas veces parecen homojéneos en su estructura, son unas mezclas de plata cornea con plata metálica de grano mui menudo, de diversos carbonatos, de arcilla ocrácea; y a veces contienen plata sulfúrea y plata roja, diseminadas en pequeñas proporciones.

B *Plata cornea verde.* (*Bromuro de plata.*) El bromuro de plata se encuentra en la naturaleza en diversas proporciones combinado con el cloruro; y estos minerales se hallan en algu-

nas minas de Chile, particularmente en las de Chañarcillo, en mayor abundancia que el cloruro.

El *cloro bromuro* es de color gris de perla verdoso o amarillento, a veces espárrago, pistacho o amarillo de limon verdoso: con el tiempo, cuando se espone a la accion de la luz, se ennegrece, pero nunca se vuelve violado ni azulejo.

Se halla algunas veces en venas puras de 3, 4 hasta 12 líneas de ancho, *concrecionadas* o estalactíticas en la superficie, traslucientes y de color gris de perla verdoso, de poco lustre por fuera, de lustre de cera por dentro; otras veces diseminado en granos y partículas irregulares, o en pegaduras y costras delgadas de color amarillo, o verde amarillento: se halla tambien cristalizada en cubos y cubo-octaedros como el anterior: los cristales, de color verde espárrago o pistacho, por fuera lustrosos. Ps. 5.31—5.43.

Con dificultad se disuelve en el amoniaco, necesitando para esto a lo menos cuatro veces mas de este reactivo que el cloruro; pero se ataca, y se descompone mui pronto por el hidrosulfato. Experimentando con el ácido sulfúrico y peróxido de manganesa en un matraz, despide vapor amarillo de bromo.

Es tambien mucho mas fusible y volátil que el cloruro: al volatilizarse, se condensa en una masa amarilla.

Los demas caracteres son los mismos que los del anterior.

No se halla determinada todavia con bastante prolijidad la composicion de diversas variedades de esta especie. En jeneral, las que tienen color amarillento, y se hallan diseminadas en partículas mui irregulares, en costras y películas delgadas, contienen mas bromuro y por consiguiente una lei de plata menor que las que forman venas anchas concrecionadas de color gris de perla verdoso.—Examinadas tres muestras de aquella variedad, dieron en repetidas análisis:

	(1)	(2)	(3)
Plata	0,652	0,654	0,652
Cloruro de plata	0,510	0,528	0,510
Bromuro de plata	0,490	0,472	0,490

Las tres eran de las minas de Chañarcillo, de color mui hermoso amarillento: la (2) era acompañada con el arseniato

de plomo, las otras dos con una pequeña proporcion de plata antimonial o sulfo-antimonial. Antes de someterlas a la análisis, se han purificado estas muestras de todas las sustancias estrañas, haciéndolas hervir consecutivamente con los ácidos acético, oxálico y nítrico. Esta composicion se diferencia mui poco de la que tuviera por fórmula AgCl+AgBr, que corresponde a 0,655 de plata **.

Otras cuatro muestras analizadas del mismo modo, y escojidas entre las *venas*, casi de una pulgada de ancho y de color gris verdoso, dieron

	(1)	(2)	(3)	(4)
Plata	0,679	0,670	0,690	0,671
Cloruro de plata	0,729	0,656	0,814	0,664
Bromuro de plata	0,271	0,344	0,186	0,336

La última (4) viene de Quillota, de la mina conocida bajo el nombre de *Mina del Comandante;* las tres primeras provienen del Cerro de Chañarcillo **.

Todas estas *venas*, como tambien las muestras anteriores, son tan homojéneas y puras (algunas traslucientes como la cera), que seria imposible considerarlas como mezclas mecánicas: y segun toda probabilidad son verdaderos compuestos químicos. Algunas veces, cuando hai mezcla, se pueden distinguir a la simple vista las partículas blancas o negras del cloruro de las verdes o amarillentas del cloro-bromuro. Se hallan por ejemplo *papas* o *riñones* de plata córnea, en que la costra esterior, como de una media pulgada o mas de ancho, consta de cloro-bromuro diseminado en medio de una matriz arcillosa, ocrácea, y el interior, el *núcleo*, de cloruro negro, mezclado con plata sulfúrea y plata roja.

Bromuro.—Berthier, a quien se debe el descubrimiento del bromo en los minerales de plata, encontró, hace años, en los minerales de San Onofre (mineral de Plateros, a 17 leguas de Zacatecas en Méjico) el bromuro puro de color verde aceituna, acompañado con el carbonato de plomo, carbonato de cal y de magnesia, hidrato de hierro, cuarzo y arcilla. Este bromuro se halla diseminado en partículas pequeñas concrecionadas o cristalizadas, en forma de octaedros regulares, truncados

en todas sus esquinas y aristas. La parte mas pura del mineral, o la parte lavada (el relave) dió a Berthier:

Carbonato de plomo	0,200
Arseniato de plomo	0,550
Hidrato de hierro	0,018
Cuarzo	0,068
Bromuro de plata	0,164
	1,000

En 1851 he encontrado en la mina llamada la Colorada en Chañarcillo el bromuro puro, cristalizado en cristales incompletos, que parecen ser unos cubo octaedros, de 3 a 4 mm. de diámetio, trasluciente, con superficie lustrosa, de color melado o amarillo rojizo, mui distinto del que suelen tener los clorobromuros, cuyo color aun en la fractura recien hecha tira siempre al verde. El bromuro cristalizado parece conservar su color en la luz difusa mucho mejor que las especies anteriores: es tambien mas quebradizo que el cloruro y se reduce sin mucha dificultad a polvo en un mortero de ágata. Su contextura compacta.

Dos análisis hechas sobre dos muestras distintas me han dado

	(1)	(2)	puro deberia tener
plata	0,562	0,571	0,579
bromo	0,438	0,429	0,421

La muestra (1) proviene de un trozo de mas de 10 libras de mineral que contenia a un tiempo ioduro puro, plata nativa granuda y bromuro en cristales grandes agrupados, mal formados. Los cristales espuestos por mucho tiempo a la accion de la luz difusa toman un color gris amarillento; introducidos en el amoniaco pierden su color casi enteramente.

En el cristal, (1) cuyo análisis se cita, he reconocido la presencia de iodo.

El bromuro puro separado de sus criaderos, consta de

plata	0,580	
bromo	0,420	Ag Br.

C *Plata cornea amarilla.* (*Ioduro de plata R.*)—Amorfa, en pequeñas masas diseminada, en pegaduras y tambien cristali-

zada en prismas rectos hexagonos irregulares. Color amarillo de azufre claro, amarillo de limon y a veces algo verdoso; los cristales casi sin color; no se ennegrece ni aun por la accion directa de la luz del sol, por mas que esta accion se prolongue. Lustre de cera mas vivo que el de la plata cornea blanca o verde: pasa a veces a lustre de vidrio.

Estructura hojosa imperfecta: parece tener dos cruceros fijos, cuyo ángulo es difícil de determinar: a mas de esto, presenta en el interior rajaduras en todos sentidos. Es trasluciente, las pequeñas hojillas trasparentes, casi sin color: un poco mas blanda que las anteriores, pero no es dúctil, y se reduce a polvo con la mayor facilidad, aun cuando fundida. Ps. 5,504.

Es un poco ménos fusible que la plata cornea verde: al fundirse, se vuelve roja; y despues de enfriada, toma un color verde obscuro, o bien un color gris y lustre semi-metálico.

Sobre carbon, se funde en un glóbulo, el que se cubre luego con una infinidad de globulitos mui blancos y brillantes de plata, y deja una pegadura verdosa por el lado a donde se dirije la llama.

Es casi insoluble en el amoniaco; pero se descompone con la mayor facilidad por el hidro sulfato de amoniaco.

No se reduce a frio ni por el hierro ni por el mercurio.

Calentada con ácido sulfúrico y peróxido de manganesa en un matracito, emite vapores violados mui hermosos de iodo. El ácido nítrico concentrado la descompone; y al momento de principiar a hervir, se desarrolla el vapor violado, el cual luego desaparece, y despues vuelve a aparecer, cuando el ácido empieza a enfriarse. El ácido muriático la disuelve; y agregando agua, el licor se enturbia, dejando un precipitado que se ennegrece.

Su composicion es la misma que la del ioduro de plata artificial, es decir:

plata	0,4679		
iodo	0,5321	Ag I	**

Este mineral se ha descubierto en varias partes de Chile, particularmente en las minas de los Algodones a 12 leguas de Coquimbo, en una veta que atraviesa los pórfidos estratificados segundarios; y tambien en la mina del Delirio en Chañarcillo de donde provienen las muestras mas hermosas de este

mineral, y en varias otras vetas cerca de la superficie, en Tres Puntas y Cabeza de Vaca. Se halla diseminado en una matriz compuesta de carbonatos de cal, hierro y manganesa, y de una arcilla colorada mui fina: aparece por lo comun en la parte superior de la veta cerca de la superficie; y no se halla acompañado con ninguna otra especie de mineral de plata, menos con el bromuro y plata blanca. Profundizándose la misma veta, se encuentran, primero, unos cloro-bromuros verdes, y mas abajo el cloruro puro con plata sulfúrea.

Herrera descubrió el mismo mineral en Albarradon junto a Mazapil, en Méjico: Vauquelin fué el primero que lo analizó, y del Rio lo describió del modo siguiente: Blanco agrisado por refraccion, y blanco de plata en las caras pegadas íntimamente a la esteátita: las caras que están al aire, de un gris de perla que tira a azul de espliego. Se halla en hojillas mui delgadas entre las comisuras de la esteátita, de lustre metálico las blancas, y de cera las grises. Fuertemente trasluciente; raspadura de lustre de cera y semi-metálico: las hojillas flexibles sin elasticidad: no se disuelve en el amoniaco. Al soplete sobre carbon, se derrite a la primera impresion de calor, y se pone rojizo, dando humo que tiñe la llama con un hermoso violado, y esparce en el carbon globulillos de plata.

3.ª clase. *Especies minerales de plata sulfúrea, sulfoantimonial, sulfoarsenical.*

Plata sulfúrea (plata vítrea, plomo ronco, azul plomillosa, negrillo, petlanque negro): en chapas y pegaduras, denticular, filamentosa, ramosa, etc., y tambien cristalizada en cubos, octaedros y dodecaedros. Color gris de plomo, lustre metálico, por fuera poco lustrosa, la raspadura mui lustrosa. Es algo ductil, flexible, resistente, se deja cortar con el cuchillo en virutas y tan fusible que se derrite al apuntar el calor rojo. Atacable por el ácido muriático con desarrollo de hidrójeno sulfurado; al soplete reductible con desarrollo de ácido sulfuroso.—El calor solo no la descompone si no hai contacto del aire. Contiene 87.1 por ciento de plata.

En Chile, se halla casi en todas las minas de plata de los departamentos de Copiapó, de Huasco y de Coquimbo, pero

solo en las de Tres Puntas en cantidad considerable. La de Chañarcillo casi siempre denticular, en las concavidades en medio de un criadero carbonatado, sin lustre, o bien en partículas finas, mezclada con cloruro de plata y rosicler obscuro; la de Tres Puntas cristalizada en cubos que se agrupan formando ramilletes; la de Famatina (prov. Arjentina) globulosa, o concrecionada. En Méjico en todas las minas principales como las de Guanajuato, Zacatcas, Catorce, etc.

Plata sulfúrea ferrujinosa (Sternbergeria) en tablas exágonas, divisibles en hojillas, color gris de hierro, dócil: no se ha hallado todavia en América y consta segun Haidinger de

plata	33.2
hierro	36.0
azufre	30.0
	99.2

Rosicler claro (ruby-blende, sulfoarseniuro de plata). En masas, diseminado y cristalizado mas comunmente en pirámides que en prismas y en dodecaedros metástaticos como el espato calizo, formando como en este las aristas de la base comun zigzaque y apuntado ademas obtusamente con tres caras puestas sobre las aristas obtusas; tambien en agujas, y en pequeños cristales agrupados en ramilletes. Cristales pequeños, lustrosos, a veces traslucientes. Color rojo de cochinilla que pasa por un lado al de carmin y por otro a un color intermedio entro el rojo y gris de plomo. Lustre de diamante. Estructura de grano mui pequeño. Raspadura roja de aurora y lustrosa, que pasa a la de cochinilla clara. Blando 2 a 3; dócil, Ps. 4.5 a 5.6.

Al soplete en el matraz se funde y se vuelve negro sin descomponerse: sobre carbon, despide un olor arsenical mui débil; pero mediante un fuego de oxidacion mui activo: sobre todo agregando un poco de sosa, se obtiene plata pura. Inatacable por el ácido muriático.

Su composicion:

	(1) De Chile.	(2) De Annaberg por Rose.	(3) De Chile.	(4) Freiberg.
Plata	63.85	64.67	66.33	63.88
Hierro. . . .	0.96	,, ,,	,, ,,	,, ,,
Cobalto . . .	0.19	,, ,,	,, ,,	,, ,,
Arsénico. . .	13.85	15.09	20.18	14.32
Antimonio . .	0.70	0.96	,, ,,	,, ,,
Azufre. . . .	18.00	19.51	13.11	21.80
Criadero. . .	1.60	,, ,,	0.40	,, ,,
	99.15	99.96	100.02	100.00

La muestra (1) viene del Carrizo, departamento de Huasco Alto y es de color rojo carmin claro, trasluciente, amorfo.

La otra (3) proviene de las minas de Ladrillos, en Copiapó, negra en la superficie, su raspadura de color rojo que tira a pardo de ladrillos; amorfa.

Sus compañeros mas constantes son el arsénico nativo, el arseniuro y sulfoarseniuro de hierro, el cobalto arsenical, la blenda, la plata sulfúrea, el espato calizo, etc.

Esta especie se halla mui a menudo en las minas de plata de Chile, las mas veces acompañada por el arsénico nativo. En este caso suele hallarse en forma de agujas mui pequeñas y cristalitos, dentro de los poros del arsénico, o bien en cintas mui angostas, embutidas entre las partes separadas del arsénico testaceo. Pero, tambien forma a veces masas homojéneas de estructura granuda que dan una raspadura de color pardo de ladrillos y son unas mezclas de rosicler y arsénico nativo.

La variedad (4) de Freiberg, analizada por Platner, tiene raspadura amarilla y forma algo distinta: por esto Dana la describe como una especie diferente de las anteriores y la llama *xanthocona*.

Rosicler oscuro (rothgültigerz: nochistle y petlanque de Méjico). En masas, diseminado, dendrítico y cristalizado. Su forma primitiva es un romboedro de 108.30'; entre las formas habituales se ven cuatro diversos romboedros segunda-

rios, otros tantos dodecaedros de triángulos escalenos y un prisma hexágono, terminado por las caras de los romboedros o por las pirámides de seis caras. De la combinacion de estas caras resultan formas mui complicadas. Es de color rojo de cochinilla y a veces gris de plomo oscuro; muchas veces negro en la superficie, pero en su fractura y raspadura es siempro rojo de cochinilla mas o menos oscuro y de mucho lustre. Es opaco, o trasluciente en los bordes, los cristales a veces traslucientes, lustre de diamante; blando, quebradizo; p. esp. 5.83 a 5.9.

Al soplete, chisporrotea algo sobre el carbon, se funde, arde y humea como el antimonio; en el tubo abierto da olor sulfuroso y un sublimado blanco; el glóbulo que queda despues de soplar algun tiempo es de plata; en el matraz se funde sin descomponerse. Inatacable por el ácido muriático.

Se halla en vetas con plata sulfúrea, agria, ductil, antimonial, etc.: entra en la composicion de los principales minerales de Cuanajuato, Zacatecas, etc., en Méjico, en las de Aullagas en Bolivia, y en las de Famatina en las provincias arjentinas. Las minas que en mayor abundancia producen este mineral en Chile son las de Tres Puntas, de donde se han estraido cantidades inmensas de rosicler oscuro, amorfo, de estructura hojosa imperfecta, o granuda; constituye la principal riqueza de los minerales de la Salvadora, la Alfinhallada y sobre todo de la Buena Esperanza, de donde he visto sacar masas de rosicler como de media vara de diámetro, casi puro.

Consta de

	(1) Bolivia.	(2) Chile.	(3) Méjico.
Plata	52.7	53.24	57.45
Antimonio	23.0	21.24	24.59
Azufre	14.9	16.92	17.76
Hierro.	1.7	0.67	,, ,,
Zinc.	2.8	0.40	,, ,,
Criadero	4.5	7.53	,, ,,
	99.6	100.00	99.80

(1) De Aullagas; amorfo, y en prismas de seis caras terminados por las caras del romboedro obtuso *.

(2) De Tres Puntas; amorfo, de estructura hojosa imperfecta:—por don Anselmo Herrera. Es de color negro algo rojizo, lustre metálico, su polvo rojo de cochinilla oscuro. St^2S^3+3AgS.

(3) De Zacatecas por Boettiger.

Rosicler negro (Sproedglanz erz, Stephanite, azul acerado de Méjico, plata agria compacta de del Rio). En cristales que segun Philips derivan de un prisma rombal de 107°, con un crucero doble del mismo ángulo, imperfecto, mui lustroso. Es mui agrio, quebradizo, de color negro de hierro; su polvo del mismo color sin el menor reflejo rojizo. Mui fusible; en un tubo abierto da mucho humo antimonial y olor a ácido sulfuroso. Mui atacable por el ácido nítrico aun a la temperatura ordinaria.

Composicion:

	(1) Andreasberg.	(2) Chile.
Plata	68.4	65.1
Antimonio.	15.8	18.8
Azufre.	16.5	15.4
Hierro.	0.1	,,
	100.8	99.3 *

(2) Viene de la mina de San Francisco en Chañarcillo; donde se halla en pequeños cristales lustrosos, rayados en la superficie, acompañados por la galena y rosicler oscuro.

Miarjiria. De color negro de hierro, lustre metálico, raspadura de un rojo de cereza. Su forma deriva de un prisma rombal oblícuo de 93°,56', cuya base forma con el eje un ángulo de 101° 6': p. esp. 5.2 a 5.4. Es un mineral mui escaso: segun del Rio se halla en las minas de Méjico no cristalizado y siempre tomado de hierro pavonado,

Consta segun Rose, la de Sajonia de

plata	36.4
antimonio	39.1
cobre	1.1
hierro	0.6
azufre	21.9
	99.1

Plata arsenical. No está suficientemente probada la existencia de esta especie en la naturaleza. La de Andreasberg, analizada por Klaproth, que es de color blanco de estaño, de estructura granuda, quebradiza, es, segun toda probabilidad, mezcla de arseniuro de hierro y antimoniuro de plata.

4.ª clase. *Polisúlfuros de plata, cobrizos.*

Plata sulfúrea cobriza (Kupfersilberglanz. Plata dócil de del Rio). Siendo el súlfuro de plata AgS isomorfo con el subsúlfuro de cobre Cu^2S, se hallan estos dos súlfuros combinados en todas proporciones en la naturaleza. De esto resultan varias especies minerales, todas de color gris de acero que tira unas veces a gris de hierro, otras veces a gris de plomo oscuro, a veces tomado de azulejo oscuro. En masas, diseminada, y una especie que consta de Cu^2S+AgS cristalizada: la forma de esta última es la misma que la de cobre sulfúreo simple. Estructura granuda de grano fino que pasa a veces a hojosa encubierta, mui imperfecta. Las de grano mui fino tienen fractura plana o desigual. Lustre metálico, algo empañado por fuera, raspadura lustrosa. Blandas; se dejan cortar con el cuchillo y toman lustre debajo del acero. Dóciles, reciben impresion con el martillo.

Al soplete se funden fácilmente; olor sulfuroso; algunas variedades esparcen tambien algo de olor arsenical y producen un poco de sublimado blanco en un tubo abierto.

Se parecen mucho al cobre sulfúreo y con dificultad se distinguen de este último por sus caracteres exteriores; pero se disuelven con facilidad en el ácido nítrico y sus disoluciones dan precipitado abundante por el ácido muriático.

La especie cristalizada es la única que se conoce en el antiguo continente. Esta no se ha hallado hasta ahora en Chile;

pero en su lugar, varias otras, que contienen de 12 hasta 30 por ciento de plata, se estraen de varias minas de esta República, particularmente, en las provincias de Aconcagua y Santiago, donde son mui escasas las especies minerales de plata pertenecientes a las tres clases anteriores.

Todas las especies de este mineral, aún las que forman masas que parecen como compuestas de eje de cobre mui puro, se hallan íntimamente mezcladas con un criadero algo arcilloso y ferrujinoso. El terreno en medio de que se encuentran es de pórfidos estratificados. Las minas de donde tengo muestras mas puras son: la de San José en Catemo, actualmente agotada y abandonada, la de San Pedro Nolasco de la provincia de Santiago, que no produce actualmente sino especies pobres en plata, y la de San Lorenzo, del departamento de San José, de donde, hace dos años, cantidades considerables de esta especie se han estraido y se estraen todavia. Esta última casi no produce otras especies minerales de plata que súlfuros de cobre con una lei de plata variable.

Hé aquí la composicion de algunas especies de Chile:

	(1) Catemo.	(2) Catemo.	(3) San Pedro Nolasco.	(4) San Lorenzo.	(5) San Lorenzo
Cobre	60.58	53.94	53 38	33.05	30.3
Plata	16.58	24.04	28.79	29.10	13.3
Hierro. . . .	2.31	2.09	,,	2.10	5.3
Azufre . . .	20.53	19.93	17.83	19.60	20.0
Arsénico. . .	,,	,,	,,	1.80	2.0
Criadero. . .	,,	,,	,,	14.50	26.4
	100.00	100.00	100.00	100.15	97.3

(1) y (2) especies puras, separado por el cálculo el criadero;—en medio de una ganga porfírica: de Catemo *.

(3) de San Pedro Nolazco: con espato perlado, galena y cobre gris arsenical; de estructura hojosa pequeña mui imperfecta. Siempre mezclada con un criadero gris ceniciento, arcilloso

que forma mas de la tercera parte del peso de los pedazos aún mas puros del mineral.

(4) y (5) de la mina de Gonzalez de San Lorenzo. Todas las variedades del mineral de esta mina contienen arsénico cuya proporcion pasa a veces de 4 a 5 por ciento. El exceso de azufre que dan estas dos análisis pertenece probablemente a un sulfoarseniuro de hierro que se halla mezclado con las especies principales. La primera de ellas (4) tiene su composicion atómica $AgS+2Cu^2S$ y la segunda (5) $AgS+4Cu^2S$.

Del Rio encontró minerales de la misma especie en Méjico, en Ramos; y tambien parece que los negrillos cobrizos del Perú son de la misma naturaleza.

Polibasita (plata agria hojosa de del Rio). En masas, diseminada y cristalizada. Esta última en tablas exágonas, rayadas a veces triangularmente con las caras laterales oblícuas, que corresponden a un romboedro: crucero por la base. Color gris negro de hierro: mucho lustre y raspadura negra: dócil. Se parece mucho al hierro espejado.

Sobre carbon, no se forma pegadura, huele algo a arsénico, y retiene azufre con mas tenacidad que la plata sulfúrea, dando un glóbulo gris oscuro.

Se ha encontrado en Méjico en Durango, Zacatecas, Guanajuato, etc.

Dos variedades de esta misma especie amorfa se han encontrado en las minas de Tres Puntas en Chile: la una que es *polibasita compacta*, coincide bien en sus caracteres con la que acabo de describir: es de color negro de hierro, mui lustrosa, de estructura compacta, fractura concoidea pequeña; mui agria y mas dura que la otra; se halla en pequeñas masas irregulares y diseminada; presenta a veces indicio de tablas exagonales. La segunda, es *polibasita escamosa*, de color gris de acero, menos lustrosa que la primera; de estructura hojosa pequeña y en escamas diseminadas en medio del criadero.

	(1) De Méjico.	(2) Tres Puntas.	(3) Tres Puntas.
Plata.	64.29	64.3	62.1
Cobre	9.93	9.0	6.0
Hierro	0.03	0.7	1.1
Antimonio . . .	5.09	4.2	9.5
Arsénico	3.74	4.1	,,
Azufre	17.04	16.1	15.3
Criadero	,,	1.6	6.0
	100.12	100.0	100.0

En las tres muestras la cantidad de azufre que corresponde a los súlfuros básicos es triple de la que pertenece a los súlfuros electronegativos; de manera que la fórmula jeneral de polibasila es

$$9\ (Ag.\ Cu^2)S+(St^2AS^3)S^3$$

La diferencia entre las dos últimas consiste en la proporcion de las dos sulfobases isomorfas y en que la segunda especie de Tres Puntas no contiene arsénico.

La muestra (1) es *cristalizada*, de Méjico analizada por Rose.

La segunda (2) es *polibasita compacta* de la Buena Esperanza en Tres Puntas: acompañada por la plata sulfúrea, la galena y el rosicler oscuro *.

La tercera (3) es *polibasita escamosa* de la Alfinhallada de Tres Puntas; mas abundante que la anterior y acompañada por la pirita.

Cobre gris platoso (Fahlerz, metal gris de del Rio). Tiene los mismos caracteres que el cobre gris antimonial (p. 107). Se halla en pequeñas masas, diseminado y cristalizado en tetraedros piramidales. Raspadura negra, sin lustre; es blando y algo dócil.

Se ha hallado en el cerro de Hualgayoc, en Perú; en Oruro y Aullagas en Bolivia, y tambien en Tres Puntas en Chile. Su composicion es variable.

Hé aquí unas tres especies que se encuentran en Chile y Bolivia.

	(1) De Aullagas.	(2) De Oruro.	(3) De Chile.
Cobre	23.8	27.1	18.0
Plata.	8.0	14.3	36.9
Hierro	4.7	6.6	3.7
Plomo	,,	,,	2.4
Zinc	10.0	0.6	5.2
Antimonio . . .	30.5	28.3	6.9
Arsénico	,,	,,	6.2
Azufre	22.0	21.0	20.7
	99.0	97.9	100.0

(1) De las minas de Aullagas en Bolivia, amorfo, en pequeñas masas irregulares, de color gris de acero, bastante lustroso.

(2) De Oruro; cristalizado, en cristales mui imperfectos; por fuera rayado con poco lustre; en la fractura mucho lustre, estructura granuda.

(3) De tres Puntas: amorfo íntimamente mezclado con un criadero inatacable por los ácidos que se halla en proporcion de 33 por ciento en las muestras que parecen homojéneas: poco lustrosa—color gris de acero.

5.ª *Clase de especies minerales de plata: polisúlfuros plomisos.*

Plata gris (schilfglaserz, weisgültigerz, freislebenite, plata gris clara, plata gris obscura de del Rio) varias especies minerales de plata plomizas pertenecen a este jénero, y contienen cantidades de plata mui variables: por esto reina cierta confusion en la descripcion de ellas.

La que se conoce en Alemania bajo el nombre de schilfglaserz

(plata sulfúrea en juncos) es de color gris de plomo que se acerca a gris de acero. Cristaliza segun Hausman en prismas de seis caras, terminados por unos biseles, o bien en prismas de cuatro caras oblícuos, cuyos ángulos laterales son de 91 ° y 89 °. Su fractura es en parte concoidea en parte desigual: p. esp. 6,194. Al soplete da reaccion de azufre, antimonio, plomo y plata.

Breithaupt describe otra variedad del mismo mineral en prismas rombales rayados fuertemente a lo largo como juncos, divisibles por la base y poco agrios; p. esp. 6.37.

Segun del Rio, la de Pabellon en Sombrerete se halla en prismas hexágonos de 9 líneas de largo, apuntados por doce caras, etc.: las caras laterales lisas; de color gris de plomo, casi resplandeciente; fractura concoidea pequeña; raspadura del mismo color, pero mui oscuro: blanda y dócil. Al soplete se reduce sin olor de ajo dejando en el carbon una pegadura blanca y amarilla.

Hállase tambien en Bolivia un mineral de esta especie en masas bastante puras y no mui pequeñas, de color gris de plomo claro amorfo, homojéneo, de bastante lustre que no se empaña con el tiempo, de estructura granuda fina; su raspadura casi negra metálica. Tiene los mismos caracteres que el schilfglaserz de Hausman y la plata gris clara de del Rio.

Otra especie distinta de estas pero parecida a la weisgültigerz de Freyberg, se halló en las minas de Carriso, departamento de Huasco Alto en Chile. Esta especie es tambien amorfa, bastante homojénea, íntimamente mezclada con carbonato de cal. Su color es de un gris de plomo oscuro; estructura granuda de grano grueso, fractura plana que pasa a desigual; menos agria que la anterior y de menos lustre. No contiene mas que 6.2 por ciento de plata mientras que la anterior contiene mas de 21 por ciento de este metal.

Segun esto, dos subespecies podremos establecer de plata agria: la una de *plata agria clara* idéntica con el schilfglaserz y la otra de *plata agria oscura* parecida al weisgültigerz.

Composicion:

	Plata agria clara.		Plata agria obscura.	
	(1) Freiberg.	(2) Bolivia.	(3) Freiberg.	(4) Chile.
Plomo	30.0	29.1	41.0	39.3
Plata	22.2	21.4	9.3	6.2
Cobre.	1.2	,,	,,	3.3
Hierro	0.1	1.0	1.8	1.2
Zinc.	,,	0.8	,,	1.1
Antimonio . .	27.7	26.7	21.5	27.5
Azufre	18.8	20.1	22.0	19.0
	100.0	99.1*	95.6	97.6

(1) Especie cristalizada, analizada por Woehler.

(2) Viene de las minas de Bolivia. La misma especie forma tambien masas porosas o cavernosas; el interior de los poros es negro, mientras que en la fractura, sobre todo en los bordes de las concavidades se ven hojas mui lustrosas, de color gris de plomo mui claro. Su compañero es el rosicler oscuro. Su fórmula de composicion

$$3\,(Pb\ Ag)S + S^2tS^3\ *$$

(3) de Freyberg: por Kloproth.

(4) de Carriso en Chile: sus compañeros son el rosicler oscuro el mispiquel, la blenda, el cobre gris, la galena; pero en la colpa que se ha analizado no se veia indicio alguno de estos minerales. Su formula

$$3\,(Pb, Ag, Cu^2)S + St^2S^3$$

A mas de estas especies de polisúlfuros plomizos, aparecen entre los minerales de Bolivia algunas especies que son al mismo tiempo cobrizas y plomisas: como, por ejemplo, la siguiente, analizada por don Antonio Ramirez en el laboratorio del Instituto:

plata	5.6
cobre	15.6
plomo	15.2
antimonio	47.4
azufre	14.6
hierro	2.5
criadero	0.2
	101.1

Es amorfa, de color gris de acero oscuro, estructura granuda fina, de poco lustre. Viene de las minas de Carachape donde la llaman *espejado*.

Existe tambien en las minas de Schapbach en Baden y en las de Mansfeld un *polisúlfuro de plata plomiso y bismutal*, llamado wismuthsilbererz que tiene color gris de plomo claro: se empaña al aire; agrio, amorfo, a veces cristalizado en agujas. Esta especie no se ha hallado hasta ahora en América: consta segun Klaproth de

plata	15.0
bismuto	27.0
plomo	33.0
hierro	4.3
cobre	0.9
azufre	16.3
	96.5

§ 2.° MINERALES (METALES) DE PLATA EN JENERAL, Y EN PARTICULAR LOS DE CHILE.

Siendo los minerales de plata, en el estado en que se sacan de las minas y se benefician, unas mezclas de las *especies minerales*, que se acaban de describir, el conocimiento de la composicion de esos minerales y de sus criaderos es tan importante, sea para el beneficiador, sea para los ensayadores, como el estudio de las mismas especies.

Tomando en consideracion la naturaleza de los minerales y de sus criaderos, con respecto al beneficio que requieren en grande, y á la utilidad que se puede sacar de ellos, se podrán

dividir en cinco clases los minerales de plata mas abundantes en Chile.

1.ª *Clase. Minerales de plata metálica.*—A esta clase pertenecen todos los minerales de Arqueros, la mayor parte de los de San Antonio y de Cabeza de Vaca en Copiapó etc., y los de Tuuas en el Huasco.

Arqueros.

Los minerales de Arqueros no contienen casi otra *especie mineral* de plata que la amalgama nativa; y esta se halla comunmente de grano tan grueso, que, cualquiera que sea la riqueza del mineral, las *harinas* (o la parte terrosa que se lleva la corriente del agua en los trapiches) tienen por lo regular 0,01 a 0,012 (120 a 140 marcos por cajon) de plata; y lo demas queda en la *solera*. De esto tambien resulta que, mientras en otros minerales, la parte menuda o mas desmoronadiza del mineral (los llampos), es mas rica que la parte dura, en los de Arqueros sucede lo contrario; y aunque el *metal de rancho* de estos últimos tenga 0,15 a 0,20 de plata (2,000 a 3,000 marcos por cajon), y el *metal de cancha* 0,008 a 0,015, los *llampos* tienen apenas 0,002 a 0,003 de plata. Mui rara vez se halla alguna mezcla de cloruro o de súlfuro de plata en estos minerales: excepto los de la parte superior de las vetas del Cerro Blanco del Rodaito y del Arrayan, donde a veces aparece en cantidad considerable la plata córnea, y excepto tambien algunos minerales de las labores mas hondas de la Descubridora, donde una parte de la plata se halla al estado de súlfuro mezclado con súlfuro de cobre y cobre abigarrado. En este último caso, el mineral cambia de naturaleza, y pertenece a la cuarta clase. La matriz de estos minerales es, como se ha dicho, casi enteramente compuesta de sulfato de barita mezclado con una pequeña cantidad de carbonato de cal, arseniato de cobalto y roca felspática.

San Antonio.

Los minerales de San Antonio se diferencian enteramente de los anteriores.—La plata se halla por lo regular en granos mas finos y aleada con un poco do cobre y de antimonio (paj. 210): en algunas partes entra tambien en composicion de los mismos minerales la plata sulfúrea, y a veces, aunque en mui pequeña proporcion, la plata córnea. La matriz es una roca arcillosa, cenicienta, con poco carbonato; pero los compañeros mas constantes son el súlfuro y el arseniuro de cobre, cuya

composicion se ha citado (pj. 110) Es de observar que, aun en las partes mas ricas del mineral, el súlfuro de cobre contiene mui poca plata (0,001 a 0,0015), y el arseniuro nada.

Los minerales de Tunas, que tienen mucha plata blanca a la vista, se hallan acompañados frecuentemente con el arseniato de cobalto y el arsénico nativo; estos minerales por el rosicler claro que suelen contener, pertenecen en gran parte a la clase de los minerales arsenicales.

Retamo. La mina del Retamo en Cabeza de Vaca (Copiapó) ha producido cantidades inmensas de plata nativa ramosa que no se hallaba acompañada casi por ninguna otra especie mineral de plata. Su criadero era sulfato de barita, carbonato de cal, y en parte materias arcillosas, y el compañero mas constante arseniato de cobalto. Hubo tiempo en que mas de dos mil marcos de plata se sacaba mensualmente de esta mina con unos pocos mineros y el metal no variaba de naturaleza. La bonanza duró por unos seis a siete años, y se agotó a poca hondura.

A mas de estas minas mui conocidas en Chile, se hallan tambien en algunas partes, en los cerros altos de los Andes, vetas que producen minerales de esta clase; entre otras, se pueden citar: la veta de Copacabana en el cerro de San Pedro Nolasco, unas vetas anchas en el cajon del plomo (Cerros de las Condes), en particular las del Serrano o Valenzuela, que dan un mineral enteramente compuesto de sulfato de barita, hidrato de hierro y cuarzo con una lei de 0,0006 (7 a 8 marcos por cajon); y en fin, los crestones de muchas vetas, que en hondura producen cobre gris y galena, y cerca de la superficie de la tierra dan un mineral de hierro hidratado negro, de cuarzo y carbonato azul de cobre, y de plata nativa diseminada en partículas mui finas u hojillas, con una lei que a veces sube hasta 0,0031 (40 marcos por cajon).

Pero los minerales mas abundantes de esta clase se hallan en el cerro de Pasco en el Perú, donde se citan masas inmensas de lo que llaman *cascajo*, que es una especie de cuarzo, con arcilla ocrácea amarilla y plata nativa, diseminada en proporcion tan pequeña y partículas tan finas, que la lei de estos minerales apenas llega a 0,0019 (27 marcos). Los *pacos* del mismo cerro, cuya lei media no pasa de la anterior, parecen, a

mas de la plata nativa, contener plata córnea, plata sulfúrea y plata roja.

2.ª clase. *Minerales de plata córnea.*—Se comprenden en esta clase los minerales en que la plata córnea predomina; tales son los mas minerales de Chañarcillo. Rara vez la plata córnea se halla en ellos sin ser acompañada con plata blanca y una cantidad, a veces insignificante, otras veces bastante considerable de plata sulfúrea y de rosicler. En jeneral, la plata nativa que se halla en ellos, es diseminada en partículas mui menudas u hojillas, de modo que toda se arrastra por la corriente del agua en los trapiches, y no queda nada en la *solera*. Se citan sin embargo masas considerables halladas cerca de la superficie de la tierra, compuestas de plata nativa y plata córnea, entre otras las del manto de los Bolados, la cual, despues de haber producido muchos quintales de mineral mui rico, dejó un núcleo de plata metálica que pesaba mas de 32 quintales.

Minerales de Chañarcillo.

Exceptuando estas masas, todos los minerales que se han sacado de las numerosas vetas del mismo cerro hasta la hondura de 30 a 40 estados, y en la parte elevada del cerro hasta la profundidad de mas de 80 estados, son en jeneral de cloruro y cloro-bromuro de plata, mezclado, con una arcilla ocrácea amarilla o rojiza, y unos carbonatos multíplices de cal, hierro, magnesia, manganesa y zinc. La variedad mas comun consta de lo que llaman *los pacos*; y suele por lo regular tener en su mezcla menos plata sulfúrea y rosicler que otros minerales de color negro, *los atabacados*, *los cenicientos*, *etc.*

Parece que, en jeneral, mientras *los pacos* y *colorados* contienen principalmente el *cloro-bromuro* diseminado en medio de los carbonatos y las arcillas, las demas variedades deben la mayor parte de su lei de plata al *cloruro*. Los primeros contienen a veces azogue, aunque en mui pequeña cantidad; y este metal debe hallarse en ellos al estado de cloruro o de bromuro, porque se disuelve con facilidad en el ácido muriático. Una de las colpas mas ricas que hayan salido de la Descubridora, compuesta en parte de un mineral *paco*, que formaba la costra del pedazo, y en parte del mineral *negro* que formaba el centro del mismo, dió en una análisis:

	La costra.	La parte central.
Cloro-bromuro . . .	0,650	—
Cloruro	—	0,559
Antimoniuro de plata	—	0,151
Mercurio	0,001	—
Antimonio (?)	0,002	—
Los carbonatos. . . .	0,175	0,145
Arcilla ocrácea . . .	0,172	0,142
	1,000	0,000

El antimoniuro contenido en este mineral, parece formar una especie distinta de las conocidas, y tiene

0,64 de plata,
0,36 de antimonio.

En jeneral, la composicion de los minerales de Chañarcillo es mas complicada de lo que indican sus caracteres esteriores. Un mineral mui particular bajo este respecto, homójeneo y de estructura granuda de grano cristalino, como son algunas variedades de caliza granuda, de color gris ceniciento oscuro. y de fractura plana, dió en una análisis

cloruro de plata		0.220
plata metátlica		0.082
antimonio	—	0.006
azufre		
carbonato de cal		0.397
carbonato de magnesia		0.018
carbonato de zinc		0.123
hierrro, alumina		0.072
arcilla inatacable		0.051
		0.978

Este mineral proviene de la parte superior de la Descubridora: a pesar de tener cerca de 24 por ciento de plata, no presenta nada a la vista, y se parece a cualquiera piedra estéril de los desmontes: solo frotándolo con hierro, se descubre lustre

metálico en la raspadura, por lo cual se reconoce la riqueza del mineral.

Otra variedad conocida en Charñarcillo bajo el nombre de *metal ceniciento*, consta de

cloruro de plata	0.062
plata metálica	0.007
carbonato de cal, de magnesia, de zinc	0.817
óxido de hierro	0.008
sílice jelatinosa	0.005
cuarzo	0.092

Pero, a mas de estos minerales de plata cornea y plata metálica cuya amalgamacion es tan fácil, se hallan en todas las minas de Chañarcillo muchas otras variedades; las que algunas veces deben una parte considerable de su riqueza a otras *especies* menos *dóciles* y menos conocidas que las anteriores. Estas especies son: 1.° *la plata sulfúrea* pura, denticular, a veces filamentosa, o bien en pequeñas partículas, diseminada; 2.° *el rosicler obscuro*, diseminado en partes mui menudas; 3.° *el rosicler claro*, a veces cristalizado en cristales hermosos, traslucientes; 4.° *la plata antimonial*; 5.° en fin, un súlfuro de composicion mas complicada, (o tal vez una mezcla de plata sulfúrea, blenda y rosicler obscuro), de una estructura granuda, de grano pequeño, cristalino, de lustre metálico y de color gris de acero obscuro. Este súlfuro que se encuentra en las mas minas, aunqne en pequeña cantidad, y parece mui homojéneo en su estructura, pero nunca cristalizado, consta de

plata —	0.497
zinc	0.166
antimonio	0.038
azufre	0.172
óxido de hierro y criadero arcilloso	0.127

Seria difícil valuar en qué proporcion se hallan en los minerales de Chañarcillo todas estas especies minerales de plata sulfúrea y antimonial, asi como las especies que ni se reducen por el hierro en las máquinas de amalgamacion, ni se amalgaman directamente con las especies anteriores de plata *metálica* y *córnea*. Esta proporcion aun varia de tal modo, que, mientras en la parte superior de las vetas, el rosicler y la plata

sulfúrea, apenas son visibles, estas especies aumentan en hondura, y a una profundidad de 70 a 80 estados, aparecen masas de arsénico nativo y de arseniuros con mucho rosicler y la plata antimonial. Con todo esto, ha sido considerable la cantidad de estas especies aun en la masa principal de los minerales que se han sacado en el cerro de Chañarcillo, desde la superficie de la tierra hasta la hondura en que empiezan a predominar los minerales arsenicales y antimoniales. Basta observar que, aunque ha habido minerales de una lei de 700, 800, y de 1,000 marcos por cajon, la mayor parte de los que se han beneficiado hasta ahora (en 1840), por el método de la reduccion en fondos de hierro, tenia 100 a 250 marcos; y tambien se beneficiaron algunos de 70 a 80 marcos. Se sabe que el hierro cuya accion es tan poderosa sobre la plata córnea, obra lenta y débilmente en la plata sulfúrea y de ningun modo en la plata roja, antimonial, etc. Por consiguiente, casi toda la plata que se halla en *los relaves* o *resíduos* de amalgamacion botados en la máquina, proviene de estas últimas especies. Ahora, analizado el comun de tierras que provenian como de mil cajones de estos resíduos, se ha hallado compuesto de

plata	0.0019	0,9869,
carbonatos	0,3950	
hidrato de hierro	0,1400	
arcilla y cuarzo	0,4500	

lo que corresponde a una lei de 23 marcos; se ha adquirido, por otra parte, la certitud de que estos relaves no tenian casi ningun vestijio de cloruro ni de bromuro de plata. Admitiendo pues por lei media de los minerales beneficiados por este método, 150 a 160 marcos por cajon, resulta que a lo menos la 7.ª o la 8.ª parte de la plata contenida en ellos, se hallaba al estado de plata sulfúrea, plata antimonial, plata roja, etc.

Los *metales* de Chañarcillo no son los únicos de esta República, que pertenecen a la clase de minerales de plata córnea. Las minas de Ladrillos y las de Agua Amarga han producido en tiempos pasados millones en esta especie, y sus criaderos han sido los mismos en todas partes. Tambien se encontraron aunque en pequeña cantidad, los mismos minerales en las provincias del Sur, y en particular en la de Aconcagua, cerca

de Quillota, y últimamente en el creston de una veta, en los cerros de la Dehesa, cerca de Santiago.

Las minas que en las Repúblicas vecinas mas se parecen a las de Chañarcillo, y han producido en abundancia minerales de la misma clase, son las de Huantajaya, en el Perú, (provincia de Tarapacá). Se puede citar la composicion de unas dos variedades que provienen de estas minas y tienen sus análogos en las de Chañarcillo. *Perú.*

	(1)		(2)
plata metálica —	0.402	—	0.110
plata córnea —	0,144	—	0,257
antimonio y arsénico —	—	—	0,011
carbonato de cal, magnesia, etc.	0,418	—	0,527
óxido de hierro, arcilla, etc.	0,036	—	0,095
	1,000		1,000

(1) De color gris de ceniza, negruzco, sin lustre, en masas—(por Berthier).

(2) Del mismo color que la anterior, de grano mui fino, algo amarillento en la fractura recien hecha; pero luego se vuelve mas obscuro: frotada con el hierro, toma en la raspadura un lustre metálico. Proviene de una mina situada a tres leguas de Iquique.

3.ª clase. *Minerales arsenicales, antimoniales* y, en jeneral, *minerales cuya riqueza principal consta de las especies pertenecientes a la* 3.ª 4.ª y 5.ª *clase.*—Estos minerales llamados comunmente en Chile *arsénicos, metales frios*, etc., se hallan en abundancia en algunas minas de las provincias septentrionales de esta República, y son de una composicion mui complicada y variable. Las especies minerales mas abundantes en ellas son las siguientes:

(1) *Arsénico nativo*—testáceo, compacto, granudo, a veces negro, poroso o escoriácco, liviano. Este último es el que suele ser mas rico, y en el cual se cria comunmente plata en hilos, filamentosa; y al contrario, el compacto, denso, mui pesado, sin ninguna mezcla de otras especies ni criaderos, se halla las mas veces estéril o de una lei de 10 a 14 marcos.

(2) *Arseniuro de hierro:*—Se distingue del anterior por el lustre metálico, gris de acero claro, que no se empaña ni se

ennegrece tan pronto como el del arsénico puro; y tambien por el resíduo de subarseniuro de hierro que da en el matracito, mientras el anterior se volatiliza casi del todo. El mas puro viene del Carrizo (en el Huasco Alto), y consta de

arsénico	0,703	
hierro	0,276	
azufre	0,011	
antimonio	indicio	
criadero	0,005	
plata	0,002	$Fe\ As^2$
	0,997	

(3) *Sulfoarseniuro de hierro* (*mispíquel*). Muchas veces cobaltífero, unas veces granudo, otras veces hojoso o fibroso, en masas o diseminado en su criadero. Se distingue del anterior por la gran cantidad de sublimado rojo de rejalgar que da en el matracito, y se condensa inmediatamente encima del sublimado metálico del arsénico. En cuanto a la lei de plata de esta especie mineral, y del anterior, se observa casi lo mismo que se ha dicho sobre el arsénico: es decir que, mientras mas densos, puros y pesados son estos minerales, menos plata tienen.

(4) *Rejalgar* o súlfuro rojo de arsénico, de color rojo hermoso; se ha encontrado en los minerales de Pampa Larga. Los mineros lo confunden a veces con el rosicler claro, del cual se distingue tanto por el color de su polvo que es amarillo, como por la propiedad de volatilizarse en el matraz o sobre el carbon, sin dejar ningun resíduo.

(5) *Arseniuro de cobalto.* A veces cristalizado en cubos con las esquinas truncadas; comunmente en masas y diseminado. Se distingue de los anteriores por el color azul hermoso que da al vidrio de borax en los ensayes al soplete. Un mineral de esta especie rico en plata, se halla en las minas de Punta Brava, y consta de

arsénico	—	0.4788
azufre	—	0.0004
cobalto	—	0.1180
hierro	—	0.0329
cobre	—	0.0312
plata	—	0.0079
niquel	—	indicio.
criadero	—	0.3160
		0.9852

Es una mezcla de triarseniuro de cobalto con el arseniuro de cobre, arseniuro de hierro y rosicler claro. Este mineral es de color gris de plomo; de estructura granuda; despide olor de ajo al golpe del martillo; y al soplete, en el matracito, da un sublimado metálico y otro negro, sin ningun indicio de rejalgar. En medio de la misma especie se cria tambien la plata filamentosa, como en el arsénico nativo.

(6) *Sulfo-arseniuro de cobalto* (*cobalto gris*).—Esta especie en las minas de plata es menos abundante que la anterior; y al contrario, se halla en cantidad considerable en algunas de cobre. Sin embargo, una muestra de este mineral, mezclada con sulfo arseniuro de hierro, dió en un ensaye 0.0193 (247 M. p. C.) de plata y provenia de las minas del Huasco Alto.

(7) *Arseniato de cobalto:* parecido, por su color, al rosicler claro; se halla las mas veces en agujas mui delgadas; y acompaña casi siempre a las dos especies anteriores. Muchas veces, como en Tunas y en Arqueros, se halla con el arseniato de cal, formando talvez con este último una *sal doble*. Se puede decir que este mineral es el compañero mas constante de esta y de las dos primeras clases de minerales de plata; pero nunca se halla en cantidad considerable.

(8) *Arseniuro y arseniato de cobre*, a veces el cobre rojo, el cobre sulfúreo y abigarrado (véanse los minerales de cobre). Estas dos últimas especies, como tambien el cobre gris, nunca se halla en cantidad considerable con el arsénico nativo, con los arseniuros de hierro y otras especies de esta clase.

(3) *Antimonio nativo*. Esta especie se ha visto solo en los minerales arsenicales del Carrizo (Huasco Alto); y se halla en

partículas o clavitos pequeños, de color blanco de plata, diseminados. Se parece mucho a la plata nativa; pero, no es difícil distinguirla de esta, porque el antimonio es de estructura hojosa, mui quebradizo, y produce humo al soplete, mientras la plata es dúctil, de contestura ganchosa, fina etc.—El antimonio nativo del Carrizo es perfectamente puro, sin ningun vestijio de plata ni de arsénico: conserva su color blanco y su lustre metálico, como el antimonio artificial.

(10) *Bismuto nativo.* Se parece al anterior por su estructura hojosa, su lustre metálico, y aun en parte por su color blanco; pero este color se halla algo tomado de amarillento, y en algunas partes de azulejo o de las colores del pecho de paloma. El que se halla con arseniuro de cobre en los *metales arsenicales* de San Antonio, es dócil, blando, de color blanco de plata, diseminado en hojillas, o partículas de estructura hojosa, de mucho lustre; y solo con el tiempo se empañan y se vuelven algo amarillentas.

(11) *La blenda, la pirita blanca y amarilla.*

Estas son las *especies* minerales metálicas que entran en la composicion de los minerales de plata arsenicales, llamados vulgarmente *arsénicos*, y en medio de los cuales la plata se halla diseminada al estado de las especies pertenecientes a las tres últimas clases arriba descritas; pero tambien rara vez estos minerales contienen toda la plata al estado de plata sulfúrea, sino que se ve en ellos diseminada la plata nativa, y a veces en pequeña cantidad plata clorurada. Esta última nunca se encuentra acompañada por los súlfuros, arseniuros o sulfo-arseniuros metálicos, menos por la plata sulfúrea y los rosicleres de la 3.ª clase de los minerales de plata.

Ya se ha dicho que, segun toda probabilidad, no existe en la naturaleza el arseniuro de plata puro, es decir, que este metal no se halla directamente combinado con el arsénico, sino por medio del azufre. En realidad, se puede admitir por regla jeneral, que siempre, cuando la lei de los minerales de esta clase pasa de 0,008 (como de 100 marcos), ya se ve a la simple vista, o al microscopio, en algunas partes del mineral la plata blanca, o el rosicler: con mayor dificultad se distingue en igual caso la plata sulfúrea, que se puede equivocar con otras especies del mismo lustre.

Las minas que producen en mayor cantidad minerales de esta 3.ª clase, son las siguientes:

Chañarcillo. Los minerales que provienen de la parte mas baja de las vetas de este cerro, son arsenicales o de plata sulfúrea; y las labores de donde se saca con mayor abundancia, son al mismo tiempo las mas hondas de todo el laboreo:—estas minas son la Descubridora, el Delirio y la de San José. Entre estos minerales podemos distinguir cuatro variedades principales.

(1) *Mineral de San José.*—El metal frio que de vez en cuando suele producir esta mina y las inmediatas a ella no contiene casi nada de arsénico: la mayor parte de la plata se halla al estado de súlfuro, y lo demas al estado metálico; las especies minerales que la acompañan, son la blenda y la pirita: el criadero es blanco o gris negruzco, sin arcillas ocráceas o rojizas; y consta como de dos partes de carbonatos por una de cuarzo. La lei del comun de unos minerales de esta especie de la parte mas honda del laboreo, es 0,024 (307 Mar. p. C.). Su composicion:

plata	0,025
hierro	0,026
zinc	0,017
azufre	0,024
carbonato de cal	0,574
criadero cuarzoso	0,334
	1,000

(2) *Mineral acerado de la Descubridora.*—Es de sulfo-arseniuro de hierro, con blenda, plata antimonial, plata metálica y plata sulfúrea. Su lei en unas muestras ha sido 0,0352 (450 M. p. C.), en otras 0,02198 (281 M. p. C.).

(3) *Arsénico de la Descubridora.*—Consta de arsénico nativo casi puro, negro en la superficie, lleno de hojedades, en las cuales se ven cristalitos de rosicler claro trasluciente. La parte mas rica, es decir, la que tiene mas rosicler y cuyo polvo es de color rojo mas o menos subido, dió en tres análisis hechas sobre diversas muestras,

plata	— 0,097	— 0,235	— 0,210
hierro	— 0,111	— —	— —
antimonio	— —	— 0,039	— 0,057
arsénico	— 0,755	— 0,644	— 0,703
azufre	— 0,037	— 0,071	— 0.030
criadero	— —	— 0,021	— —
	1,000	1,000	1,000

Tres Puntas. Antes del descubrimiento de las minas de Tres Puntas (provincia de Atacama), la produccion de los minerales arsenicales y antimoniales en Chile era tan limitada o la lei de los que se encontraban casualmente tan poca, que no se pensaba en los medios de beneficiar estos metales en grande. Las vetas de Tres Puntas apenas en la parte superficial han producido algun indicio de plata clorobromurada y de ioduro; mas, en lugar de estos minerales empezaron a salir desde luego venas de cloruro puro, trasluciente, fibroso y de plata sulfúrea en masas irregulares amorfas y cristalizada en pequeños cubos agrupados en ramos. A poca hondura desde la superficie desapareció el cloruro y se descubrió tanto en la Buena Esperanza como en la Alfinhallada rosicler oscuro (p. 225) en abundancia tan grande como nunca se habia visto en ninguna mina de Chile. Los compañeros mas constantes de este último eran la plata vírjen, plata sulfúrea, las dos polibasitas, el cobre gris sulfúreo. Mas tarde, principiando a bajar la lei del *comun* de minerales, aumentó la proporcion de arseniuro y sulfo arseniuro de hierro, de cobalto arsenical, galena, pirita, etc. El criadero ha sido siempre en parte arcilloso, en parte carbonatado, ceniciento; el de la veta Alfinhallada mui abundante en sulfato de barita.

Bajo todo respecto los minerales de Tres Puntas y las vetas de donde se estraen se parecen mas a la jeneralidad de las vetas y minerales de Bolivia que a los de Chile. Mas de cien mil marcos se sacaron en un año de mayor riqueza de la Buena Esperanza en metales de esta naturaleza; y como las mas contenian al misma tiempo proporcion considerable de plata metálica y algunas un poco de cloruro, se beneficiaban estos minerales primero en las máquinas de amalgamacion de Copiapó y se esportaban al estranjero los resíduos de amalgama-

cion que tenian, término medio, 80 a 100 marcos por cajon. (Véanse los Anales de la Universidad, 1855—p. 419).

Carrizo.—Los minerales análogos a los anteriores se han encontrado en las minas del Carrizo (en Huasco Alto).

Los acerados, que son de arseniuro o de sulfo-arseniuro de hierro, varian mucho de lei. Una muestra de arseniuro de hierro perfectamente puro, denso, lustroso, pesado, dió al ensaye solo 0,002 de plata (25 Mar.): el mismo arsénico mezclado con blenda y varios criaderos, de poco lustre y de grano fino, dió 0,0034 de plata (43 M.); en fin, otra muestra de sulfoarseniuro de hierro con blenda y con mucho criadaro, teniendo algunos clavos y granitos de plata nativa a la vista, se halló con una lei de 0,0728 (931).

Los minerales negros de arsénicos de la misma mina suelen tambien tener una lei mui crecida. Constan comunmente de tres partes, que son: un arsénico compacto, mui denso, pesado, a veces testáceo; otro negro, liviano, escoriáceo, concavidades llenas de cristalitos de rosicler claro; y en fin, el mismo rosicler en cristales mas grandes y en masas. La parte mas compacta es de arsénico nativo, que tiene

0.0115 de aptimonio
0.0041 de hierro,

y apenas algun indicio de plata, mientras que la parte escoriácea puede tener hasta la tercera parte de su peso de plata.

4ª clase. *Minerales de cobre platosos*. Hemos dicho, tratando de los minerales de cobre (paj. 123), que, en jeneral, las minas de cobre situadas en la segunda cadena de cerro, en un terreno estratificado, *segundario*, lejos de la costa, dan minerales que son casi siempre mas o ménos platosos. Entre estos minerales algunos se benefician por cobre en las hornos de reverbero, y se desprecia la plata que contienen como son los masminerales de cobre abigarrado y piritas del departamento de Combarbalá: otros se benefician, aunque mui imperfectamente, por plata, y se desprecia el cobre, como son algunos de cobre sulfúreo platoso de Catemo y de San Pedro Nolasco; en fin, hai otros como son los de cobre gris de Machetillo, de Rapel, de los Porotos, etc., que, por tener antimonio y arsénico, y ser revueltos casi siempre con galena, no podrian beneficiarse con provecho por el método comun del pais, en hornos de

reverbero, por cobre; ni tampoco por alguno de los métodos conocidos actualmente en Chile, se pudiera sacar de ellos toda la plata: por esta razon estos últimos se esportan en parte a Europa, y en parte se desperdician en los buitrones.

Para dar una idea de la lei de estos minerales y de la utilidad que con el tiempo el pais pudiera sacar de ellos, se va a citar el resultado de los muchos ensayes que se han hecho por la via seca, de las principales variedades de minerales de esta clase, en el laboratorio del colejio de la Serena.

(A) *Minerales de cobre gris.*

		En diez milésimas.	En marcos por cajon.
Copiapó.	Cerro blanco.—Cobre gris con galena de hoja ancha, criadero calizo,—mina abandonada	0,0056	72
	Id.—De la misma mina	0,0058	63
Huasco.	Carrizo (cobre gris) antimonial	0,0062	79
Coquimbo.	Machetillo.—Especie pura cristalizada	0,0250	320
	Id.—Cobre gris con criadero sin galena: metales de mejor calidad	0,0185	237
	Id.—Otra muestra, mezclada con galena	0,0146	187
	Id.—El comun de *metales*	0,0080	102
	Los Porotos.—Cobre gris mezclado con carbonato de plomo	0,0032	42
	Id.—Cobre gris especie pura	0,0060	77
	Andacollo.—Mina la Lajarilla.—Cobre gris arsenical de color gris de hierro obscuro con manchas de carbonato azul; lo mas puro	0,0025	32
	Id—Otra muestra de la misma mina	0,0009	11
	Cordillera de Aconcagua.—Cobre gris con pirita de hierro y criadero de sulfato de barita	0,0050	64
	Cordillera de Combarbalá, del Valle Hermoso—Cerro de Alcaparrosa	0,0014	18
Ovalle.	Rapel.—Manto de Valdivia.—Cobre gris antimonial; especie pura, sin ninguna mezcla de galena ni criadero	0,0292	374
	Id.—Otra muestra, con criadero, sin galena	0,0058	74

	En diez milésimas.	En marcos por cajon.	
San Pedro Nolasco.—Cobre gris arsenical; especie pura	0,0030	38	*Santiago*
Id.—Cobre gris antimonial, y arsenical puro	0,0020	26	
(B) *Minerales de súlfuro de cobre platoso.*			
San Antonio.—Súlfuro puro, sin ninguna mezcla	0,0166	84	*Copiapó*
Id.—Otra variedad	0,0010	13	
Id.—Mina de San José	0,0003	4	
Mina nueva en la estancia Lingáguas.—*Metal* que contiene 26 quintales 45 libras de cobre y mucha plata blanca en hojas mui delgadas	0,0030	40	*Huasco alto*
De la misma mina.—*Metal* de 13 quintales de cobre sin plata nativa	0,0020	26	
En el camino de Arqueros para el Huasco Alto, mina nueva; súlfuro de cobre mezclado con galena	0,0021	27	
Otra muestra de la misma naturaleza	0,0050	64	
Arqueros.—Súlfuro de cobre puro, de la Descubridora	0,0052	66	*Coquimbo*
Id.—Súlfuro en venas angostas, con baritina	0,0017	22	
Id.—Mina de la Marquesa, súlfuro casi puro	0,0034	43	
Id.—De la misma mina, otra muestra	0,0047	60	
Mina vieja de San Lorenzo; súlfuro casi puro	0,0008	11	*Combarbalá*
De la Culebra; súlfuro puro compacto	0,0028	36	
Mina del Remolino, súlfuro de cobre de estructura hojosa imperfecta; mui parecido a los súlfuros de cobre de San Pedro Nolasco	0,0097	111	
Otra muestra de la misma mina y parecida a la anterior	nada		
Catemo.—Especies puras.—Véanse en el § anterior; páj. 228.			*Aconcagua*
Id.—Mina de los Reyes.—Con criadero	0,0841	1076	
Id.—Mina de la Fortuna; súlfuro de cobre con galena	0,0080	102	
Mina nueva en las inmediaciones de Catemo;			

		En diez milésimas.	En marcos por cajon.
	súlfuro mezclado con mucho criadero porfírico.	0,0108	162
Santiago.	San Pedro Nolasco.—especies puras.—Véanse en el § anterior, páj. 228		
	Id.—Súlfuro mezclado con su matriz, sin galena	0.0102	130
	Id.—Mas limpio	0.0148	189
	Id.—Otra muestra, de la Palma	0,0088	102
	Id.—Otra mas impura	0,0038	48
	Id.—El comun de metales de esta clase	0,0036	46
	San Lorenzo.—Súlfuro diseminado en partículas mui pequeñas en medio del pórfido *abigarrado;* mina de los Farellones	0,0028	35
	Id.—El mismo súlfuro diseminado en una piedra compacta cenicienta, con pirita de hierro	0,0026	33
	Mina del Socavon en el Cajon de Maipo cerca de Injénio; súlfuro que contiene 0,011 de arsénico	0,0008	10
	Lampa.—Cobre sulfúreo granudo, lustroso	0,0015	18
Rancagua.	Puquios.—Súlfuro diseminado en un criadero cuarzoso	0,0005	64
	(C) *Minerales de cobre abigarrado y de cobre piritoso (metales de bronce morado y de bronce amarillo) platosos.*		
Combarbalá.	Los Sapos.—Cobre abigarrado; de un color violado y azulejo obscuro; de grano grueso; con una matriz negra; el mineral tiene 30 quintales de cobre por cajon	0,0014	17
	Id.—Otro parecido al anterior, con una lei de 41 quintales 77 libras por cajon	0,0018	23
	Mina del Cármen.—Cobre morado con plata nativa en hojillas mui delgadas	0,0018	23
	Mina la Famosa	0,0016	20
	Mina Santa Jertrudis	0,0020	26
	El Parral.—Cobre morado de mucho lustre, mezclado con súlfuro de cobre acerado	0,0038	49

	En diez milésimas.	En marcos por cajon.	
Id.—Parecido al anterior	0,0033	42	
Catemo.—Mina del Manantial; cobre morado parecido al de los Sapos, con mucha matriz de piedra	0,0007	9	*Aconcagua.*
Id.—Mina de los Mantos; parecido al anterior solo con mas criadero	0,0007	10	
Id.—La Fortuna;—mezclado con galena	0,0005	6	
Aculeo.—Cobre morado, de colores violados y morados mui hermosos; mezclado con un poco de galena y con mas de la mitad de su peso, de criadero cuarzoso	0,0008	11	*Santiago.*
Id.—Otro mas limpio, del mismo cerro	0,0003	4	

5.ª clase. *Minerales de plomo platosos.*—Los minerales de esta clase se hallan mas abundantes en Chile que los anteriores; y si no se saca hasta ahora casi ninguna utilidad de ellos, es porque su beneficio no se puede hacer por los métodos de amalgamacion conocidos en el pais, y requiere otros mas complicados, cuya introduccion no se ha realizado todavia. Una de las causas que influyen en esto, es sin duda, la falta de conocimiento de la verdadera *lei* de ellos, siendo esta lei tan variable, que en una misma mina, en los *metales* de la misma especie, la cantidad de plata aumenta o disminuye, sin que los caracteres exteriores del mineral cambien visiblemente.

Por estas razones he creido útil publicar el resultado de los ensayes que se han hecho, de diversos minerales que provenian de diferentes partes de la república, desde Copiapó hasta Santiago, con indicacion de sus principales caracteres mineralójicos. Pero antes de pasar a este asunto, se debe advertir que en esta inmensa masa de minerales plomisos de que se trata, hai algunos que, aunque tienen plomo a veces en proporcion considerable, se han de considerar como pertenecientes a la 1.ª o a la 2.ª clase; y como tales se pueden beneficiar por cualesquiera de los métodos de amalgamacion mas fáciles y sencillos. Estos minerales son los que contienen toda o casi toda su plata al estado nativo, de plata córnea, y todo su plomo al estado de carbonato, de sulfato, de arseniato etc. He aquí algunos ejemplos de lo dicho.

En una de las minas mas ricas de Chañarcillo, la Colorada, se halla a unos 30 o 40 estados desde la superficie, un mineral de carbonato de plomo, mezclado con carbonato de cal, hidrato de hierro, arcilla de color gris negruzco, y amarillento, cuya plata se halla al estado de cloruro, y que, por consiguiente, con seguridad se puede beneficiar como cualquiera otro mineral de plata córnea de la misma mina. Una muestra de este mineral dió en una análisis

cloruro de plata	0,1602	
carbonato de plomo	0,0730	
carbonato de cal etc.	0,4418	1,000
peróxido de hierro	0,1880	
arcilla y pérdida	0,1370	

En unas minas recien descubiertas y abandonadas, en la estancia de Chapilca, a unas 20 leguas de Elqui hácia la cordillera, se hallan minerales de plomo mui ricos en plata y tan *dóciles* al beneficio, que con facilidad se ha sacado casi toda la plata de ellos por el método de amalgamacion ordinario, sin hacer uso del *majistral* ni de algun otro ingrediente.— Estos minerales eran *de color;* se componian de carbonato, sulfato, molibdato y arseniato de plomo, con mui poca galena; y tenian por criadero sulfato de barita y varias arcillas ocráceas. Dos variedades del mineral, la primera (1) de color gris negrusco, mui densa, pesada y homojénea; la segunda (2) de diversos colores, mui heterojénea, cavernosa, dieron:

	(1)		(2)
cloruro de plata	0.0026	—	0.0138
plata —	0.0253	—	0.0003
carbonato de plomo	0.1343	—	0.1690
carbonato de cobre	0.0170	—	0.0100
sulfato de plomo	0.3770	—	—
sulfato de barita, peróxido de hierro	0.4438	—	0.8069
	1.0000		1.0000

Los minerales plamizos de bromuro de plata de San Onofre en Méjico, analizados por Bertheier (páj. 220), se hallan en el mismó caso.

Pasemos ahora a los minerales mas comunes, de plomo, sea

de galena (soroche, plomo de bala), sea de carbonato, metales, de color.

	En diez milésimas.	En marcos por cajon.	
Chañarcillo.—Mina San Félix: carbonato con galena—el comun	0,0080	102	*Copiapó.*
Galena pura, de espejuelo ancho	0,0110	140	
Id.—La Colorada; carbonato casi puro	0,0238	305	
Id.—La Carlota; galena de hojillas angostas con mucho criadero	0,0013	17	
Id.—Carbonato negro con arseniato	0,0080	102	
Bandurrias.—Galena pura de hojas anchas	0,0023	29	
Algarrobito.—Una mezcla de carbonato y galena	0,0025	32	
Zapallo.—Galena de hoja angosta con cobre morado.	0,0038	48	
Garin.—En el camino de los Púquios; una mezcla de galena de hojas anchas con carbonato	0,0156	199	
Galena de grano fino, mezclada intimamente con blenda	0,0008	9	*Huasco alto*
Otra igual, de grano mas grueso	0,0012	15	
Otra de hojas mui anchas	0,0004	4	
Chapilca.—Carbonato, sulfato con plata córnea y plata nativa	0,0109	139	*Elqui.*
Id.—El comun de los anteriores	0,0094	120	
Id.—Otro de la misma naturaleza	0,0033	43	
Id.—Otro mezclado con galena	0,0018	23	
Id.—Otro mezclado con molibadto	0,0144	184	
Los Porotos—Carbonato de plomo cobrizo	0,0033	42	
Id.—Carbonato negro con arseniato	0,0018	23	
Paiguano.—Galena pura de hojas anchas, curvas	0,0010	13	
Id.—Galena pura de hojas mui angostas	0,0005	6	
Id.—Carbonato de plomo amarillento	0,0007	9	
Machetillo.—Galena pura de hojas anchas	0,0010	13	
Id.—Galena pura fibrosa	0,0010	13	
Id.—Galena en contacto con el cobre gris	0,0020	26	

		En diez milésimas.	En marcos por cajon.
	Id.—En una misma muestra; de hoja ancha	0,0010	13
	de hoja angosta	0,0014	17
	Cordillera de Elqui.—Galena de hoja mui ancha	0,0015	19
Ovalle.	Rapel.—Manto de Valdivia; galena de grano fino lustroso, con algun vestijio de antimonio	0,0054	69
	Id.—De la misma mina; de grano mui fino	0,0071	90
	Id.—Otra de grano fino con mucha matriz	0,0051	65
	Mina nueva.—Galena de color gris de hierro obscuro	0,0011	12
Aconcagua.	Catemo.—Mina la Fortuna; galena granuda de grano fino lustroso	0,0003	4
Santiago.	San Pedro Nolasco.—Corrida de San Simon; galena granuda de grano fino, cuyo lustre se empaña mui pronto	0,0034	43
	Id.—Otra igual de la misma mina	0,0010	13
	Id.—Mina de las Zorras; galena granuda de grano mui fino, casi compacta	0,0003	4
	Id.—En las Vegas; galena de hoja ancha lustrosa de color gris de hierro obscuro	0,0010	13
	Id.—De la Palma; en hojas anchas que se cruzan en todos sentidos	indicio	
	San Francisco en las Condes.—Galena compacta, negra, con blenda y mucho criadero cuarzoso	0,0037	47
	Id.—Galena compacta casi pura con blenda	0,0039	50
	Id.—Otra de la misma especie, mas comun	0,0026	33
	Id.—Otra hojosa, de hojillas medianas con criadero	0,0010	13
	Cerros inmediatos a la capital—Galena casi compacta	0,0024	31
	Id.—La misma mezclada con otra de hojillas angostas	0,0021	27
	Id.—Galena de hojas anchas, planas, lustrosas	0,0005	6

§ 3.° CLASIFICACION DE LOS MINERALES CON RESPECTO AL MODO DE BENEFICIARLOS.

Clasificacion de los minerales de plata por los mineros americanos.

Los mineros y los beneficiadores de plata americanos distinguen comunmente entre los minerales de plata, cuatro clases de *metales*, que ellos llaman:

metales frios.
metales cálidos,
metales de plata blanca,
metales de soroche o de fundicion.

Esta clasificacion enteramente conforme con los principios de la clasificacion sistemática que se acaba de exponer, debe sus términos a los diversos métodos de amalgamacion, que se aplican a cada clase de *metales;* y para esplicar estos términos, como tambien para dar a entender la relacion que hai entre esta clasificacion de los mineros y la anterior, es forzoso entrar en algunos pormeuores sobre la teoria de la *amalgauacion americana*, siguiendo en esto la opinion jeneralmente admitida por los químicos modernos.

Nadie ignora que el mercurio es el ajente principal en este beneficio, empleado para recojer toda la plata contenida en el mineral, con la cual ha de formar una amalgama, y esta amalgama, separada de las tierras, lavada y destilada, da al beneficiador su plata en piña. Pero el mercurio no se amalgama con facilidad sino con la plata nativa mui dividida; cuesta tiempo y trabajo amalgamarlo con la plata súlfurea, mas tiempo todavia para unirlo con la plata córnea, y las dificultades aumentan todavia mucho mas cuando se trata de unir el mercurio con la plata contenida en los súlfuros dobles y pulisúlfuros metálicos. En todos estos casos, ménos el de la plata nativa, el mercurio, al reducir los súlfuros o los cloruros y clorobromuros, pasa él mismo al estado de súlfuro cloruro o bromuro y se pierde, ocasionando grandes perjuicios al minero. Cuando la plata es sulfúrea, sola o combinada con otros súlfuros, (rosicler, polibasita, cobre gris etc ,) no se conoce medio alguno para remediar a esta pérdida de mercurio o para abreviar el tiempo; mas, cuando la plata es córnea (cloruro o clorobromuro) es fácil disminuir dicha pérdida y abreviar el

beneficio mediante algun metal mas clorurable que la plata, como son el estaño, el plomo, el hierro o el zinc, los que quitaran el cloro y el bromo a la plata córnea y entregarán la plata al mercurio en el acto. Hai sobre todo medio de reducir la plata córnea y amalgamarla mui pronto si se emplea el hierro. Hai pues ventaja en clorurar todos los minerales de plata sulfúreos, ya sea antes de someterlos a la accion del mercurio, ya en presencia del mercurio, y el verdadero método americano consiste en conseguir este fin sin gastar mucho en fundiciones, hornos o combustibles.

La cloruracion marcha por este método en presencia del mercurio, simultáneamente con la amalgamacion. Se la produce el beneficiador americano mediante la sal y el sulfato de cobre o persulfato de hierro, conocidos bajo el nombre de *majistral*. Fijémonos en el primero, cuyo uso es mas jeneral y de accion mas enérjica.

El sulfato de cobre introducido en el mineral molido con la sal, bien mezclado y humedecido, da lugar a una descomposicion recíproca entre las dos sales; fórmanse sulfato de sosa y cloruro de cobre: el primero queda talvez inerte, mas el segundo obra desde luego sobre los súlfuros, y particularmente sobre el súlfuro de plata. De esta accion nacen en primer lugar, subcloruro de cobre, cloruro de plata y el azúfre que se acidifica por el oxíjeno del aire, y luego este subcloruro de cobre, obrando sobre otra cantidad de plata sulfúrea, da lugar a la formacion de cobre sulfúreo, cloruro de cobre, plata clorurada y plata metálica. Presente a todas las reacciones el mercurio absorve ante todo las partículas de plata metálica recien reducida o en el acto de reducirse, y ejerce su accion a un tiempo sobre la plata clorurada recien nacida, quitando el cloro y uniéndose con el metal: de lo que en último resultado se obtiene amalgama y subcloruro de mercurio. La primera se logra, el último se pierde si no emplea algun artificio el beneficiador para quitarle el cloro. En fin, el esceso de sal no hace otro papel que el de disolvente, para disolver por una parte, el subcloruro de cobre, y por la otra, el cloruro de plata, facilitando la accion entre ellos segun el antigeo adajio: corpora non agunt nisi soluta.

Todas estas reacciones se reproducen unas tras otras lenta

y gradualmente, prolongándose en ciertas ocasiones la operacion por mas de dos meses, durante lo cual se mueven y se revuelven las mezclas, para poner las diversas partes de mineral, de mercurio y de sales en contacto unas con otras; pero en este mismo tiempo tres accidentes mui perjudiciales pueden ocurrir en el beneficio.

En primer lugar, si hai exceso de sulfato de cobre (el majistral), se formará un exceso de cloruro de cobre, y este último, no solamente obrará sobre la plata sulfúrea y sus compuestos, sino tambien sobre el mercurio, de suerte, que una gran parte de este último pasará al estado de subcloruro, aumentándose mucho su pérdida.

En segundo lugar, si falta sulfato de cobre, faltará tambien cloruro de cobre, y en tal caso el mercurio, en lugar de obrar sobre el cloruro de plata, quedará primero inerte, y, en seguida, subdividiéndose por los continuos repasos y accion del aire y del agua, se oxidará en parte y en parte obrará sobre los súlfuros, formándose *deshecho*, que es una mezcla de mercurio sulfúreo suboxidado y subdividido metálico. La amalgamacion será lenta, pues el mercurio solo obra mas lentamente sobre la plata sulfúrea y sus compuestos que interviniendo en su accion la del cloruro de cobre.

En el primer caso hai exceso de materia clorurante, la seña del mal se nos revela por la presencia del subcloruro de mercurio, que aparece con su aspecto terroso y color blanco o blanquesino en la superficie misma del metal, y el remedio mas pronto para este mal consiste en agregar cal o ceniza que con sus bases mas enérjicas que el óxido de cobre destruirán el exceso de sulfato antes que este produjera todo su efecto; o bien, si el mal se ha hecho en gran parte y si se quiere impedir que se aumente la formacion de subcloruro de mercurio, agregan estaño y plomo mui dividido, en estado de amalgama, para que estos metales se apoderen del cloro.

En el segundo caso, predominando la accion del aire y de las materias sulfúreas, la seña del mal consiste desde luego en un aspecto claro y lustroso de la superficie del mercurio, apesar de la presencia de una cantidad notable de la parte metálica del mineral que permanece indiferente a la accion del mercurio, y, en seguida, en la aparicion de unas manchas negruscas en

su superficie y un tizne negrusco que se produce al refregar el mercurio. El remedio mas natural para este mal es de aumentar la cantidad de majistral.

En fin, las últimas investigaciones de Malaguti y Durocher comprueban que, cuando los minerales de plata sometidos a la accion del cloruro de cobre contienen mucha dósis de súlfuros metálicos, arseniuros y sulfoarseniuros, el cloruro de cobre antes de atacar la plata sulfúrea, obra sobre todos estos compuestos y los clorura, quedando el súlfuro de plata intacto: de manera que en tal caso resultaria gran consumo de majistral, gran pérdida de tiempo y de azogue y poco provecho. En estos casos el método americano ocurre a una *tuesta* o calcinacion de los minerales con sal y pirita de hierro, en la cual se destruyen los mencionados compuestos y se someten los resíduos de calcinacion al beneficio por el azogue como si fueran minerales de plata córnea.

Pero aún en este caso, si los minerales contienen mucho plomo sulfúreo o mucho cobre sulfurado, la presencia de estos metales causa dificultades tan grandes en la cloruracion por tuesta, y despues, puede ocasionar pérdidas tan considerables de azogue en las amalgamaciones, que en jeneral, los beneficiadores consideran los minerales sulfurados, arsenicales o antimoniales, los que tienen mas que 8 a 10 por ciento de plomo y mas que 4 por ciento de cobre, como minerales que no se pueden beneficiar con provecho por amalgamacion y piden un beneficio por fundicion y licuacion, o por fundicion y copelacion.

Entendido esto, ¿qué cosa significa en términos vulgares, aquella division de minerales en *metales frios y metales cálidos*?

Los beneficiadores que en jeneral conocen mejor el uso y el efecto del majistral que las causas de su accion misteriosa, fijando su atencion en que el majistral, mientras mejor es, es decir, mientras mayor proporcion tiene de sulfatos anhidros, sobre todo, de sulfato de peróxido de hierro, mas se calienta, cuando se moja con un poco de agua, creen que lo que mas influye en la amalgamacion de la plata, es este mismo calor desarrollado por el majistral, y no alguna otra accion del mismo majistral sobre los elementos que constituyen el mineral. Sabiendo a mas de esto, que todos los minerales que necesitan majistral para su beneficio, son los que pueden

beneficiarse *por tuesta*, llaman estos minerales *frios*, por la razon de que en su beneficio *piden calor*.

Viendo tambien que un exceso de majistral produce en los *cuerpos* un defecto que solo se puede remediar añadiendo plomo, cal, o ceniza, defecto que los beneficiadores llaman exceso de calor, dieron a los *metales*, que, en lugar de pedir para su amalgamacion majistral, piden hierro, plomo, ceniza o cal, el nombre de *metales cálidos*.

Ya hemos dicho que la plata que se amalgama mediante estos últimos ingredientes, es plata córnea; y la que no se puede amalgamar sino mediante una mezcla de majistral y de sal comun, es plata sulfúrea, plata sulfo-antimonial, sulfo-arsenical, etc.: luego, se sigue de todo esto que los minerales, que los beneficiadores americanos llaman *metales cálidos*, son los minerales de plata córnea (2ª clase); y los que llaman *metales frios*, son en jeneral los minerales (*o metales*) de las tres últimas clases. Solo entre estas, los prácticos hacen una distincion mui importante y racional, formando una clase por separado de *metales de soroche*, que son, por lo comun, minerales de plomo o cobre platoso.

Queda que agregar que, pudiendo la plata pura, plata metálica, unirse directamente con el azogue, sin que alguna otra afinidad impida esta union, es claro que la amalgamacion de los minerales de plata nativa no necesita majistral, ni hierro, ni plomo, ni cal, ni ceniza; y solo se ayuda mediante la sal comun, cuya accion acelera las amalgamaciones, sea limpiando la superficie de los dos metales, y disolviendo los cloruros, que se pudieran formar durante la operacion, sea sirviendo de conductor eléctrico a las masas que se amalgaman, y activando las afinidades entre la plata y el mercurio.

Recapitulando lo que acabo de decir, se ve que los minerales que los mineros y beneficiadores llaman comunmente:

Metales cálidos — son los de *plata córnea*; y se pueden beneficiar en máquinas de hierro, o bien por patio, valiéndose del plomo, etc.;

Metales frios — son los de plata sulfúrea, de rosicler, de plata antimonial, los súlfuros dobles

y multíplices: en una palabra, los metales de la 3.ª y 4.ª clase; y todos se benefician *por majistral*, *por tuesta*, *por cazo*, *por fundicion*;

Metales de plata blanca, no son ni *frios* ni *cálidos*; no piden ningun otro ingrediente mas que la sal; y comprenden toda clase de metales, que tienen su plata en estado metálico, en estado de amalgama nativa, o bien en aleaciones con oro;

Metales de soroche — son minerales de plomo o cobre platosos, que no se han podido beneficiar hasta ahora con ventaja, sino por fundicion.

En qué terrenos se crian los minerales de plata.

Lecho (*gissement*) *de los minerales de plata*.—Se han encontrado las minas de plata en Chile en toda la cadena de los Andes, desde Copiapó hasta las cordilleras de Rancagua; pero el lecho de estas minas se halla siempre en unos *terrenos segundarios*, *estratificados*, que principian comunmente a unas 10 o 12 leguas de distancia de la costa, y se estienden hasta lo mas alto de la cordillera. Estos terrenos constan unas veces de rocas calizas, o arcillosas, pizarreñas, con algunos restos orgánicos, con conchas y petrificaciones, otras veces, y esto es mas comun, de unos pórfidos arcillosos, abigarrados, que forman capas de diverso espesor, mantos y fajas. Las vetas corren comunmente de manifiesto en una altura, que casi siempre pasa de mil varas sobre el nivel del mar, y en algunas partes llega hasta dos y tres mil varas encima del mismo nivel. Los minerales varian de naturaleza segun la *latitud* y la distancia que separa las minas de la cumbre de la cordillera: en jeneral, los mas ricos se hallan en el Norte, los mas pobres en el Sur; la plata córnea abunda en aquellos, la plata sulfúrea cobriza en estos. Subiendo la lei de los minerales, a medida que nos avanzamos al Norte, parece que la cantidad de minerales disminuye; y que vice versa, disminuyendo la lei de los minerales, la plata se esparce en masas mucho mas considerables. Observando ahora el modo en que se hallan situadas las diversas minas de plata en una misma latitud, por ejemplo, en la parte septentrional de Chile, se ve que las vetas de plata córnea se hallan

mas a la costa que las de minerales arsenicales y antimoniales; que, despues de estas, aparecen, mas al oriente, vetas cobrizas, con minerales de cobre platosos; y que todavia mas a la cordillera, empiezan a aparecer las de plomo platosos. En semejante órden suelen encontrarse las mismas variedades de *metales*, unos despues de otros, en un mismo cerro, o en una misma veta, a medida que vamos bajando desde la superficie de la tierra hácia el centro. Los de plata blanca, de plata córnea, y de amalgama nativa se crian comunmente en la parte superior de las vetas, y rara vez bajan a mas de 60 estados: aparecen despues los *arsénicos*, los de plata sulfúrea y antimonial, el rosicler; y debajo de estos se hallan muchas veces los súlfuros cobrizos y la galena, las piritas, la blenda.

En cuanto al criadero o a la matriz de ellos, lo único que se puede decir, es que, en jeneral, mientras que en los *metales* de cobre predominan las arcillas y el cuarzo, en los de plata son los carbonatos, el sulfato de barita, y el hidrato de hierro, los que constituyen la mayor parte de los criaderos. Entre los carbonatos se debe citar sobre todo un *espato perlado*, que es un carbonato de cal, de manganeso, de hierro y magnesia, cristalizado muchas veces en romboedros mui pequeños, de lustre de perla, de color blanco, blanco amarillento, pardo o rojizo, cuyo mineral aparece casi jeneralmente en todas las minas de plata. La barita es tambien el compañero mas constante de los minerales de plata, y es mucho mas abundante que el anterior; algo escasos son el carbonato de hierro, y el carbonato doble de hierro y manganesa. En fin, unas rocas compactas, segun parece, felspáticas, a veces porfíricas o arcillosas, ocráceas, constituyen la parte pedregosa de los criaderos mas comunes de plata. *Matriz.*

§ 4.° PRODUCTOS DE LAS ARTES.

1. Productos del beneficio por fundicion;
2. Productos del beneficio por amalgamacion;
3. Aleaciones de plata con cobre, la moneda, la plata labrada.
4. Aleaciones de plata con oro. (Véase oro).

Cuando los minerales de plata contienen mucho plomo o cobre, *Fundicion.*

se benefician en grande como si no tuviesen otra cosa mas que estos dos últimos metales; y se estrae despues la plata, sea del plomo, sea del cobre, sea de los ejes ricos. Se puede consultar, respecto de los productos metalúrjicos del cobre y del plomo los artículos que tratan de ellos.

Los principales métodos de amalgamacion que se ponen en práctica actualmente en Chile son los siguientes:

1. Los minerales de plata córnea (metales cálidos) se benefician en unas tinas de madera con fondos de hierro, y la masa se menea con otras piezas de hierro movidas mediante una máquina; el beneficio dura 24 horas; y la pérdida de azogue es cuando mas 2 a 3 onzas por cada marco de plata, porque toda la plata córnea se reduce por el hierro y no por el azogue.

2. Los minerales de plata blanca, y en particular los de amalgama nativa de Arqueros se benefician *por patio*, solo con sal y azogue, agregando a veces, al fin de las operaciones un poco de *pir* o amalgama de plomo, para reducir el poco cloruro que los minerales tienen, o que pueden formarse durante la amalgamacion. El beneficio dura 6, 7, cuando mas 8 dias; y la pérdida de azogue no pasa de 4 onzas por cada marco de plata.

3. Los minerales arsenicales, antimoniales, de plata sulfúrea, de súlfuro de cobre plataso, etc. (metales frios) se tratan de diversos modos;

Unas veces se tuestan con sal comun o sin sal; despues se muele la materia calcinada, y se somete al beneficio por patio, como cualquier otro mineral.—Se entiende que la *tuesta* sin sal produce aquí un doble efecto: primero, destruyendo la combinacion de la plata con otros elementos, la dispone a unirse con el azogue; segundo, dando lugar a la formacion de los sulfatos de hierro y de cobre (por la pirita y por los súlfuros de cobre que se hallan comunmente en estos minerales), produce un verdadero majistral, el cual en el beneficio por patio, forma con la sal comun percloruros de hierro y de cobre, y mediante estos, se *clorura* la plata: en fin, se sabe que en la tuesta sin sal, toda la plata puede convertirse en sulfato de plata.

En otras partes de América se benefician estos mismos me-

tales por majistral, azogue y sal comun, sin tuesta, siguiendo el método mas comun del Perú y Méjico.

En otras en fin, se *clorura* la plata de estos minerales *por patio*, meneándolos con sal y majistral cobrizo en unos montones; y despues se verifica la reduccion del cloruro en unas tinas grandes mediante el hierro y el cobre, en presencia del mercurio.

En todos estos casos el beneficio dura mucho mas que en los métodos anteriores; se prolonga a veces en el Perú y en Méjico hasta 40 o 50 dias; y la pérdida de azogue sube hasta una libra por cada marco de plata.

Para evitar estas pérdidas y demoras, se esportan actualmente los mas *metales frios* de plata que produce Chile, en estado bruto; y algunos se funden con minerales de cobre o de plomo por ejes y se esportan estos ejes al estranjero.

El lavado o la operacion que tiene por objeto apartar la amalgama del lodo metálico, se efectúa tambien de varios modos: unas veces, en las mismas tinas donde se hace el beneficio, se lavan las tierras, y se recoje la amalgama; otras veces, se emplean para esto tinas a propósito, que tienen 2 a 3 varas de alto con un molinete adentro; en fin, en otras partes se verifica el lavado en unas *maritatas* o planos levemente inclinados, cubiertos de cueros; y entonces se apartan tambien las *lices* o la parte mas pesada de los lodos metálicos, la cual se detiene en el pelo de los cueros, y se halla comunmente mui rica en plata y azogue.

En fin, separada y bien lavada la amalgama, se exprime en unas mangas de lienzo, y se destila *per descensum* como en el método europeo. Sacada del horno la plata en este estado, se llama plata *piña*, y fundida despues en el horno de reverbero, toma el nombre de *plata en barra*.

Por consiguiente, los productos que mas interesan al beneficiador, en todos estas operaciones del método americano, son:

Metal molido.

(A) *Las tierras o harinas del beneficio*, es decir, los minerales molidos que se someten a la amalgamacion.—No se pierde nada en la molienda de los minerales, en los *trapiches* (o como llaman en Méjico, *tahonas* o *arrastres*). Solo se separan del *comun* de los lodos metálicos, la *plata grucsa*, la *amalgama*

nativa gruesa y algunas veces las partes masisas y gruesas de *plata córnea* y de *plata sulfúrea*, que quedan comunmente en la *solera*, por causa de la maleabilidad y del gran peso de estas sustancias. Los minerales de Arqueros dejan en la *solera* unos *relaves* tan ricos, que su análisis dió en una ocasion

plata	—	0,8070
mercurio	—	0,1305
arseniato de cobalto y algun indicio de súlfuros metálicos	—	0,0175
sulfato de barita	—	0,0450
		1,0000

y comunmente estos relaves no tienen mas que 7 a 8 por ciento de materias estrañas.

Las tierras que se someten a la amalgamacion por el método europeo en Freiberg, contienen comunmente 0,002 de plata (26 M.)

La riqueza media de todos los minerales de plata que se extraen de Méjico, y se amalgaman, es de 0,0018 a 0,0025 de plata (20 30 M. p. C.)—(Humboldt, ensaye político etc.)

La Veta Grande de Zacatecas, cuya produccion en 9 años ascendió a 1,554,941 marcos, dío en estos 9 años segun Burkart:

2,353,142	qls. de mineral de	0,0013 a 0,0025	(16 a 32 M.) de plata.
900,938	— —	0,0050 a 0,0100	(64 a 128 M.)
42,525	— —	0,0100 a 0,0200	(128 a 250 M.)
23,683	— —	0,0300 a 0,5000	(400 a 6000 M.)

Las dos últimas clases han sido beneficiadas por fundicion, y las dos primeras amalgamadas.

La riqueza de los minerales de plata del Cerro de Pasco, segun D. M. de Rivero, es de 10 a 12 marcos por cajon en los mas pobres (en los pacos); y esta riqueza sube muchas veces en los demas hasta 400 marcos.

En Chile, la lei de los *metales molidos* que se benefician por amalgamacion, es mui variable:—En Copiapó, rara vez y pocos se benefician que tengan menos de 0,006 (80 M.): las harinas del beneficio de Arqueros tienen comunmente 0,010 a 0,012 (130 a 150 M.); las de cobre gris de Machetillo 0,008

(100 M.); las de cobre sulfúreo de Catemo y las de San Pedro Nolasco 0,005 a 0,008 (64 a 100 M.).

(B) *Los relaves que se botan, o residuos de amalgamacion.*— Estos relaves contienen siempre plata y mercurio. La lei de plata pende por lo comun del método de amalgamacion que se ha aplicado al beneficio de los minerales, y de la prolijidad con que se han lavado las amalgamas. La plata se halla casi siempre en dos estados: la mayor parte de ella queda en estado de súlfuro, sulfo-antimoniuro, o sulfo-arseniuro; y la otra parte, en estado de una amalgama *seca*, dividida en partículas mui menudas, liv anas, que la corriente de agua arrastra. *Relaves.*

Los residuos de amalgamacion de Freiberg, en Sajonia, no tienen mas que 0,0002 (2½ M p. C) de plata.

Los de Coquimbo, que provienen de la amalgamacion de los minerales de amalgama nativa de Arqueros, tienen lei de 0,0005 a 0,00055 (6½ a 7 M); pero cuando estos minerales contienen súlfuro, como sucede con algunos de la parte inferior de la Descubridora, la lei de los residuos de amalgamacion sube a veces hasta 0,0015 (19 M.)

La liz blanca que se pega a los cueros de las *maritatas* en el lavado de los resíduos mas pobres, y en el lavado hecho con toda prolijidad, consta de globulitos mui menudos de amalgama, y dió en una análisis

plata	0,0015	(19 M.)
mercurio	0,0081	(52 libras p. C.)

La misma *liz*, pero salida de otro beneficio, volviéndola a lavar en una tablilla (por el método indicado p. 4), se encontró compuesta de:

mercurio en estado de óxido		0,0085
mercurio metálico	—	0,4874
plata	—	0,0131
sulfato de barita	—	0,4910
		1,0000

Ya se ha dicho (páj 240) que la riqueza media de los *relaves*, que se botaban en el beneficio de los minerales de Chañarcillo, hecho en fondos de hierro, era 0,0019. La lei de ellos varia segun la naturaleza de los minerales de cuyo beneficio provie-

nen: rara vez baja de 0,001; y suceden casos en que llega a 0,005.

Piña. (C) *Plata piña y plata en barra.* Ya hemos dicho que la plata piña es la que se obtiene directamente de la destilacion de las amalgamas. Como en esta operacion la plata no se funde, y queda como porosa, mucho mas liviana que la plata fundida, resulta que retiene siempre 3 a 4 por ciento de azogue con plomo (cuando en el beneficio se ha empleado el plomo), y a veces con indicio de cobre. Su lei por consiguiente varia de 0,960 a 0,970, y rara vez llega a 0,980.

Cuando el mineral deja, durante la molienda en la solera del trapiche, una cantidad considerable de plata gruesa, como sucede casi siempre con los *metales* de Arqueros, entonces se beneficia esta plata por separado, lavándola con azogue en una batea, y refregándola bien a fin de separar las piedras y partículas de tierras. Se hacen de ella por separado *piñas*, que son unas aglomeraciones de partículas de plata, las cuales nunca se habian amalgamado completamente, y aún se disgregan en los dedos. Esta especie de piña se llama comunmente *piña de relave*, mientras la otra, que proviene del beneficio por patio, o de cualquier otro beneficio, se llama piña de beneficio. Aquella retiene comunmente 5 a 6 por ciento de materias estrañas, y su peso específico es 9,18; mientras la otra no tiene casi nunca sustancias de la parte pedregosa de la matriz, pasa directamente a la copelacion, y su peso específico es 6,58. Analizadas las dos especies de piña, que provenian del beneficio de unos minerales de Arqueros, dieron

Piña de relave y piña de beneficio.

	Piña de relave.		*Piña de beneficio.*
plata — — —	0,945		0,965
mercurio con indicio de cobalto, de arsénico y de hierro —	0,036	mercurio	0,035
criadero insoluble en los ácidos	0,010	—	—
	0,991		1,000

La plata fundida o *plata en barra*, que proviene de la fundicion de las *piñas*, en Chile es casi fina; menos, cuando estas salen de un beneficio por plomo, y sobre todo, cuando se

emplea el plomo que contiene cobre, o cuando los minerales tienen cobre nativo o plomo, y se someten previamente a una tuesta. Con esas excepciones, la mayor parte de las barras ensayadas dieron lei de 0,993 a 0,997 (11 din. 22 gr. a 11 din. 23 gr.)

Aleaciones de plata con cobre. Estas aleaciones son casi tan dúctiles como la plata y tienen siempre mayor dureza y mayor elasticidad: por esto se emplean para moneda y para toda clase de obras y adornos.

La lei antigua de la moneda de plata en Chile, como en todas las Américas antes españolas habia sido de *diez dineros, veinte granos*: lo que corresponde a

plata	—	0,9026
cobre	—	0,0974
		,10000

La lei de la moneda actual de Chile es 0,900

En cuanto a la *plata labrada*, todas las aleaciones, cualquiera que sea su lei, están permitidas.

La lei de aleaciones autorizadas en Francia, es la siguiente:

para la moneda de plata		0,100	de cobre	0,900 de plata
para la de vellon	—	0,800	—	0,200
para la plata labrada (vaisselle)		0,050	—	0,950
para las alhajas (bijoux)		0,200	—	0,800
para la soldadura	—	0,120 a 0,330		0,880 a 0,670

SECCION 3.ª

Modos de ensayar.

§ 1.º DIVISION DE LAS MATERIAS QUE CONTIENEN PLATA, EN DOS CLASES; EXPRESION DE LA LEI DE ELLAS.

Con respecto a los modos de ensayar, se deben dividir las materias que contienen plata, en dos clases:

1.º Metales en que la plata se halla mezclada o combinada

con las sustancias que no pueden pasar a la copelacion: tales son los mas súlfuros, seleniuros, arseniuros, las aleaciones con antimonio, estaño etc., las escorias, fondos de copela, litargirios; las materias que contienen mucho hierro o alguna sustancia térrea etc.

2° Materias que pueden inmediatamente ser copeladas: como son las aleaciones de plata con plomo, y con cobre; el súlfuro, el seleniuro, la galena, el súlfuro de cobre, algunos arsenio-súlfuros y el cloruro.

En todos los ensayes de plata es preciso primeramente obtener este metal en aleacion con plomo, y copelar despues esta aleacion, para separar el plomo y otras sustancias estrañas que se puedan encontrar en la plata.

Antes de pasar a la descripcion de los diversos métodos de ensayar las materias que contienen plata, es de necesidad dar a conocer el modo como se espresa la *lei*, es decir la riqueza de estas materias.

Hai tres modos de espresar la *lei* o la *riqueza* de las materias que contienen plata:—El primero mas moderno, consiste en espresar esta *lei* en fracciones decimales de la unidad; y este modo es jeneral, se aplica a toda clase de materia, tanto a los *minerales*, como a las *pastas y aleaciones*.

El segundo modo, el que se usa jeneralmente en Chile y en toda la América, se aplica particularmente a los minerales y productos metalúrjicos, y consiste en espresar esta lei en número de marcos y onzas de plata contenidos en cada cien libras o cada quintal de materia, o en cada *cajon*, que se considera como peso de 64 quintales en Chile, y solo como peso de $62\frac{1}{2}$ quintales en el Perú.

Observacion.—Nada mas facil que reducir una *lei* espresada en fracciones decimales, en otra espresada en marcos y onzas por cajon. Supóngase que la lei del mineral en fracciones sea 0,002: esto quiere decir que en cada *unidad* de mineral hai dos milésimas de esta *unidad*, de plata: por cada mil libras (10 quintales) de mineral, dos libras de plata. Para reducir esta *lei* en marcos diremos que, habiendo en cada libra de mineral, $\frac{2}{1000}$ de una libra de plata, lo que corresponde a $\frac{4}{1000}$ de un marco (porque 1 libra=2 marcos

=16 onzas), resulta que en cada 100 libras o quintal de mineral, hai $\frac{4}{10}$ de un marco de plata, y por consiguiente, en un *cajon* que vale 64 quintales, hai 64×0,4M=25 marcos 5 onzas de plata. Ahora, para trasformar una *lei* espresada en marcos y onzas en otra en fracciones decimales, es preciso reducir el número de marcos y onzas a libras y fracciones decimales de una libra, y despues, dividir esto por 6400.

El tercer modo de espresar la lei de las materias que contienen plata, se aplica a las *pastas*, es decir, a las aleaciones de plata con cobre, de plata con plomo, de plata con plomo y cobre etc.—Este modo admitido jeneralmente en España y casi en toda América, tiene por base lo siguiente:—*mientras la lei entera de la plata fina se divide en el sistema decimal en mil partes iguales, la misma lei de plata fina por el método antiguo se divide en* 12 *dineros, y cada dinero en* 24 *granos*. Se entiende que en este caso los dineros y granos no son unos pesos determinados, sino partes de una unidad, y sirven para espresar en qué proporcion se halla la cantidad de *fino* o de *plata fina*, contenida en una pasta, con respecto a la cantidad total de la plata.

Hé aquí la tabla de comparacion de los dineros y granos con las fracciones decimales.

Dineros.	Decimales.	Granos.	Decimales.
1= 24	0,0833	24	0,0833
2= 48	0,1667	23	0,0799
3= 72	0,2500	22	0,0764
4= 96	0,3333	21	0,0729
5=120	0,4167	20	0,0694
6=144	0,5000	19	0,0660
7=168	0,5833	18	0,0625
8=192	0,6667	17	0,0590
9=216	0,7500	16	0,0556
10=240	0,8333	15	0,0521
11=264	0,9167	14	0,0486
12=288	1,0000	13	0,0451
		12	0,0417
		11	0,0382
		10	0,0347
		9	0,0312
		8	0,0278
		7	0,0243
		6	0,0208
		5	0,0174
		4	0,0139
		3	0,0104
		2	0,0069
		1	0,003472

Observaciones.—Si en defecto de tabla de comparacion, se quiere reducir la lei espresada en decimales en otra en dineros y granos, el cálculo se ejecuta por medio de una simple regla de proporcion.—*Ejemplo:* se pregunta, ¿cuántos dineros y granos dará una plata de 0,800 de *fino* o puro? Dígase: 1000 es a 12 como 800 es al número que se busca,=9,6; es decir que la plata dará nueve dineros y seis décimos de dinero. Pero, como no son décimos de dinero lo que se busca, sino granos; para convertir estas fracciones de dinero en granos, es menester multiplicarlas por 24, que es el número de partes en que se divide el dinero: y dividiendo

en seguida el producto que es 144, por 10, dará 14,4; resultando que la plata será de 9 dineros, 14 granos, 0,4.—Si se pregunta ahora ¿cuántas milésimas dará la plata de 11 dineros 9 granos? Se dirá: 12 es a 1000 como 11 dineros 9 granos son al número que se busca. Redúzcanse desde luego los 9 granos a fracciones decimales, multiplicándolos por 10, hasta que resulte un producto que pueda dividirse por 24; y póngase antes del cuociente tantos ceros como veces se habrá multiplicado por 10 el número de la fraccion. Se tendrá en este caso 0,375, que añadidos a los 11 dineros, hacen 11,375, los cuales multiplicados por 1000, darán 11,375; y este producto dividido por 12, dará 0,9479 por cuociente, o, mas sencillo, 0,948. La plata será pues de 0,948 de fino.

§ 2.° MATERIAS DE LA 1.ª CLASE, QUE NO PUEDEN COPELARSE DIRECTAMENTE.

Para separar la plata de las materias de la primera clase, y hacerla entrar en una aleacion con plomo, se emplean varios métodos, los cuales se ejecutan:

(A) *por fundicion, con flujo reductivo;*
(B) *por fundicion con flujos oxidantes;*
(C) *por escorificacion;*
(D) *por amalgamacion.*

(A) *Fundicion con flujo reductivo.*—Se funden con flujo reductivo, por ejemplo, con flujo negro todas las sustancias que contienen plomo, y en las que el plomo está al estado de óxido; como son los minerales de carbonato, de fosfato de plomo, etc., las escorias, los fondos de copela, los litarjirios, etc. Todas las materias que contienen súlfuro de plomo con plata, se ensayan por plomo, por medio de uno de los métodos que hemos indicado (páj. 187—193) para ensayar las materias plomizas de la 2.ª clase, teniendo cuidado de escojer el método que produce la mayor proporcion de plomo: porque la esperiencia ha probado que, aunque la mayor parte de la plata se reconcentra en las primeras porciones de plomo que se separan, queda siempre cierta cantidad de plata en los ejes o en las

escorias; esta cantidad es mui pequeña pero a veces notable, y tanto mayor cuanto mas plomo retienen estas materias.

Se pueden ensayar como por cobre todos los minerales de cobre oxijenados que contienen plata, y producen cobre puro o casi puro; porque el cobre aleado con plata pasa inmediatamente a la copelacion por medio del plomo.

Litarjirio. Se funden tambien con un flujo reductivo todas las materias que contienen plata sin plomo, pero mezclada o combinada con óxidos que no son reductibles, o bien con óxidos cuyos metales no pueden dañar a la copelacion como son los mas *metales cálidos*, o minerales de plata córnea, los pacos y colorados del Perú y Chile, y los de plata metálica o amalgamada, cuando no se hallan acompañadas por ningun súlfuro, arseniuro etc. En este caso, es preciso añadir cierta cantidad de litarjirio que pueda producir plomo metálico, con el cual debe alearse la plata. Se puede sustituir a esta mezcla de flujo reductivo y de litarjirio, otra de plomo metálico y un flujo cualquiera; pero la primera mezcla es preferible, porque el plomo que produce, estando diseminado uniformemente en toda la masa y al estado naciente, se apodera mejor de todas las partículas de plata.

El reductivo que se emplea ordinariamente en esta especie de ensayes, es el carbon puro o bien el flujo negro. Se le puede sustituir el almidon o bien otaas sustancias análogas que hemos citado tratando de los reactivos. La proporcion que se ha de emplear, debe variar segun las circunstancias, de manera que el plomo obtenido no sea demasiado rico en plata, y no se produzca demasiado plomo. Cuando el plomo que sale de un ensaye, es demasiado rico, se ha de temer que se pierda plata en las escorias: si al contrario se obtiene una gran proporcion de plomo, la copelacion de este plomo exijirá mucho tiempo, y se perderá mucha mas plata que si la cantidad de plomo fuese menor: la práctica dá a conocer las mejores proporciones, teniendo presente que una parte de carbon produce como 30 partes de plomo con litarjirio; y que una parte de flujo negro produce con el mismo litarjirio una parte de plomo.

Flujo. En cuanto a los flujos, se emplean el litarjirio, el flujo negro, la potasa, el carbonato de sosa o borax. El litarjirio es un flujo mui cómodo, porque ocupa poco espacio, se funde sin hervir, y produce escorias mui líquidas con toda clase de sus-

Litargirio.

tancias, pero corroe los crisoles e introduce en el ensaye la plata que tiene. La esperiencia ha probado que todas las piedras, arcillas y sustancias que contienen mucho hierro, se funden mui bien. empleando 8 a 12 partes de litarjirio. Si a mas de este se añade a la mezcla $\frac{1}{2}$ p. a 1 p. de flujo negro, o $\frac{1}{30}$ a $\frac{1}{25}$ de carbon por 1 p. de mineral, el ensaye en jeneral tiene buen éxito, y se obtiene $\frac{1}{2}$ p. a 1 p. de plomo con plata.

Flujo negro.

El flujo negro sirve de fundiente para todas las sustancias que no contienen demasiada alumina, o bien en las que no predomina la cal: 2 a 3 p. de este flujo bastan ordinariamente para fundir; y se añade entonces 1 p. de litarjirio para producir plomo.

Potasa.

La potasa bruta (conocida en el comercio con el nombre de potasa perlasa) produce el mismo efecto que los álcalis cáusticos. Los ensayadores del comercio suelen emplear este reactivo, porque se consigue mui fácilmente; y al mismo tiempo añaden al ensaye una cierta cantidad de carbon en polvo. El carbonato de sosa, purificado y fundido, o bien bicarbonato de sosa calcinado, son tal vez los mejores flujos para ensayes de plata, y a ellos dan preferencia Durocher y Malaguts.

Carbonato de sosa.

Borax.

El borax tiene tambien como el litarjirio la ventaja de ser un flujo universal, sobre todo, es bueno para fundir las materias que contienen mucha cal; pero necesita mucho cuidado para evitar la pérdida que pudiera provenir de la efervescencia.

Los ensayadores de Paris suelen ensayar las cenizas de los plateros del modo siguiente: se toman 25 gramos de estas cenizas todavia húmedas, y se mezclan con 15 gr. de litarjirio, 15 gr. de potasa y 15 gramos de barax. Se echa todo en un crisol, y se lo calienta, teniendo el crisol destapado mientras la materia esté hirviendo; despues, cuando ya cesa de hervir, se tapa el crisol, y se aumenta el fuego para que se funda completamente la mezcla. A veces, antes de retirar el crisol del fuego, echan sobre la materia fundida cierta cantidad de litarjirio. Ordinariamente no es necesario añadir reductivo alguno, porque estas cenizas están mezcladas con mucho carbon: en caso que fuesen blancas, sin carbon, seria preciso añadir flujo negro o carbon molido. Schlutter prescribe fundir los fragmen-

tos de crisoles mui ricos con 0,70 de litarjirio y 0,30 de plomo en gramitos, y despues volver a fundir las escorias con flujo negro, porque sucede casi siempre que estas escorias retienen plata.

Pérdida de plata.

Causas de la pérdida de plata en esta clase de ensayes. La plata puede perderse: 1.° en la fundicion, 2.° en la copelacion.

Suele perderse en la fundicion, cuando la materia no está bien fundida y las escorias no tienen fluidez suficiente; cuando no hai bastante plomo que pueda agarrar todas las partículas de plata diseminadas en la masa, o bien cuando en la reduccion se produce alguna sustancia volátil como el zinc que arrastra consigo plata.

Piérdese tambien plata en la copelacion, como luego se tratará de esto mas detenidamente, ya por volatilizacion, ya por oxidacion, ya por la introduccion de globulillos de este metal en la copela.

Un hecho averiguado por Durocher y Melaguti (a), el que puede echar mucha luz en esta materia, es el siguiente:—*en toda copelacion hecha sobre la cantidad de plomo que no excede* 30 *gr., con tal que la cantidad de plata contenida en él no pase de* 25 *miligramos, la pérdida de plata es tan pequeña que no es apreciable en la balanza; pero excediendo el peso de plata* 25 *mg., la pérdida principia a ser apreciable.* Los mismos químicos han visto que la cantidad de plomo puede aún aumentar mucho, hasta 100 gramos, sin que la pérdida de plata sea notable, cuando la proporcion de esta última es pequeña, por ejemplo de 2 a $2\frac{1}{2}$ miligramos.

Reglas para evitar la pérdida de plata.

En vista de esto resulta, que, para obtener la mayor proporcion de plata en un ensaye de esta clase de materias, podemos adoptar por reglas:

En primer lugar; hacer las mezclas mui fusibles para que la escoria sea la mas líquida posible.—Con este objeto emplean Durocher y Malaguti con preferencia flujo negro y carbonato de sosa y no añaden litarjirio sino en cantidad necesaria para producir plomo: se puede en tal caso prolongar la operacion y aumentar bastante la temperatura sin corroer el crisol.

(a) Véase la citada memoria sobre la asociacion de la plata, etc., páj. 10.

En segundo lugar; producir siempre mas bien exceso que falta de plomo, pudiéndose aumentarse el peso de este metal de 20 a 30 grs. sin ocasionar pérdidas.

En tercer lugar; tomar para el ensaye cantidad de materia cuya lei se quiere determinar, tanto menor, cuanto mayor sea esta lei: de manera que el plomo de copelacion no contenga mas de 2 a 3 centígramos de plata: así se tomará por ejemplo para ensayar 5 gramos de materia cuya lei no pasará de 0,005 y solo un gramo de materias ricas que tengan mas de 0,025 de plata.

Creo, sin embargo, indispensable advertir que el citado hecho, averiguado por Durocher y Malagutti, se refiere solamente al plomo puro y no al plomo cobrizo; pues en tal caso la pérdida de plata aumenta por la oxidacion del cobre, como luego volveré a este asunto a ocasion de los ensayes de segunda clase, hechos con flujos oxidantes.

Entiéndese tambien que si la fundicion con flujo reductivo nos da cobre platoso, tendremos que copelarlo como aleaciones de esta especie y correjir el resultado valiéndonos de la tabla de compensacion.

Fundicion con litarjirio.

(B) *Fundicion con reactivos oxidantes.*—Los reactivos oxidantes que se emplean en los ensayes de los minerales de plata, son el litarjirio y el salitre. Se sabe que el litargirio ataca todos los súlfuros, arsenio-súlfuros etc., oxidando todos los elementos de qne constan estos minerales, si se emplea en cantidad suficiente. Se reduce una cantidad de plomo proporcional a la cantidad de la materia oxidable, de modo que resulta del ensaye una escoria en la que predominan el óxido de plomo, y una aleacion de plomo y plata, que por lo comun contiene mui poca cosa de metales estraños, excepto cobre, y puede pasar inmediatamente a la copelacion. Este modo de ensayar es mui cómodo. Se mezcla el mineral con litarjirio; se coloca todo en un crisol, que se puede llenar casi enteramente, porque casi nunca hai efervescencia; se echa por encima una capa delgada de litarjirio puro; se calienta rápidamente, y se retira el crisol, luego que esté perfectamente liquida la materia. No se debe mantener por mucho tiempo el crisol en el fuego, porque el litarjirio tiene la propiedad de corroer la arcilla, y no tardaria en agujerear el crisol. La proporcion de litarjirio que se ha de emplear, pende de la naturaleza y de la propor-

Operacion.

Proporcion de litarjirio

cion de las sustancias oxidables contenidas en el mineral: debe ser, en jeneral, mui grande, porque se ha reconocido que, para que la plata no se pierda en las escorias, es necesario hacer de modo que no quede ningun vestijio de súlfuros en ellas; y se sabe que se necesita mucho litarjirio, para descomponer completamente los súlfuros metálicos (p. 30—31). Asi las piritas exijen hasta 50 p.; el sulfo-arseniuro de hierro, la blenda, el súlfuro de antimonio, la pirita de cobre, el cobalto gris, el cobre gris, 25 a 40 veces su peso; el súlfuro de bismuto 10 p.; la galena y el súlfuro de plata 4 a 5 p. de litarjirio. Se entiende que no se necesita tanto litarjirio para los ensayes de minerales que contienen mucho criadero, como para los que constan casi enteramente de sustancias metálicas. Asi ha probado la esperiencia que se ensaya mui bien la parte lavada de un mineral, o bien cualquier mineral que se beneficia en grande por amalgamacion, fundiéndolo con 10 o 12 p. de litarjirio.

Se pueden tambien ensayar por medio del litarjirio las aleaciones de plata con los metales mui oxidables, como son el hierro, el zinc, el antimonio, el estaño; pero para que la operacion tenga buen éxito, es preciso reducir las aleaciones en partículas mui finas, o en unos granitos; y a veces se necesita repetir la misma operacion con la nueva aleacion de plomo que se obtiene.

Fundicion con salitre y litarjirio.

El modo de ensayar que acabamos de describir, tiene en jeneral el inconveniente de producir demasiado plomo; asi, segun Berthier, las piritas producen $8\frac{1}{2}$ p. de este metal; la pirita de cobre y la blenda, 7 p.; el súlfuro de antimonio y el cobre gris, como 6 p. etc. Se evita este inconveniente efectuando en parte la oxidacion por el salitre.

Segun Durocher y Malaguti,

1 p. de pirita produce 9 a 13 p. de plomo.
1 de blenda " 7 a 9 p.
1 de cobre piritoso o abigarrado 8 a 10 p.
1 de cobre gris 6,6 a 10 p.
1 de súlfuro de antimonio 8 a 9 p.
1 de sulfoarseniuro de hierro 6 a 10 p.

Un exceso de salitre puede oxidar todas las sustancias combustibles y metálicas que se encuentran con la plata, y aun en algunas circunstancias cierta cantidad de plata misma; pero

cuando este reactivo no se halla en proporcion suficiente para oxidar todo, y al mismo tiempo hai en la mezcla litarjirio, el salitre es el primero que principia a obrar en los sólfuros; y despues que este ha producido todo su efecto, viene el litarjirio a obrar sobre las sustancias que quedan todavia por oxidarse, y pueden absorver el oxijeno. De esto resulta cierta cantidad de plomo, que se aléa con la plata, y aun impide la oxidacion de esta pequeña proporcion de plata, que se hubiera oxidado por el salitre, si no se formase la aleacion de plata con plomo. Se puede, pues, empleando una proporcion conveniente de salitre y litarjirio, extraer toda la plata de un mineral oxidable y obtener el metal aleado con una proporporcion de plomo tan pequeña como se quiera. En cuanto a la determinacion de la mejor proporcion del salitre, es preciso examinar la naturaleza del mineral, y variar esta proporcion segun las circunstancias: asi las piritas de hierro necesitan mas de 2½ p. de salitre para oxidar completamente todos sus elementos; el súlfuro de antimonio necesita 1½ p.: la galena, ⅔ p. Se puede, por otra parte, determinar la mejor proporcion de salitre del modo siguiente. Se hace fundir 1 p. de mineral con 30 p. a lo menos de litarjirio, y se pesa el plomo que resulta de esta fundicion: en seguida, habiendo determinodo aproximativamente por la lei de pla a que se supone en el mineral, cuanto plomo se necesita sacar del ensaye, para que el boton de plomo que se va a copelar no sea demasiado rico, ni la copelacion demasiado larga e incómoda, se saca por diferencia cuanto plomo se debe dejar en las escorias al estado de óxido, y como se sabe por experiencia que 1 p. de plomo necesita 0,25 a 0,30 de salitre para oxidarse, es facil calcular cuanto salitre se debe emplear para obtener la proporcion de plomo mas conveniente para el ensaye. Cuando hai azufre en el mineral, se produce sulfato de potasa, que sobrenada en las escorias; y solo esta parte de potasa que proviene de la descomposicion de la sal por los metales oxidables, es la que obra como flujo.

Proporcion.

Operacion.

Este modo de ensayar es aplicable a todos los súlfuros, arseniuros, sulfoarseniuros etc., y ocasiona menor pérdida de plata en los ensayes que la calcinacion de estos minerales y la fusion el mineral calcinado con flujos reductivos. A este modo de ensayar dan tambien preferencia Durocher y Malgutti y no

Ventajas e inconvenientes del método.

emplean para cada ensaye definitivo, sino 30 gr. de litarjirio, 1 a 2 p. de carbonato de sosa y 1 gr. de salitre por cada 5 gr. de plomo que quieren oxidar.

Ejemplo, para ensayar una pirita amarilla de Pontpean fundieron, primero 1 gramo de esta pirita con 30 gr. de litarjirio y 10 gr. de carbonato de sosa, de lo que obtuvieron 12,5 gr. de plomo. Este ensaye preliminar les indicó que 10 gr. de pirita darian 125 gr. de plomo. Tomando pues para el ensaye definitivo 9.7 gramos de esta pirita, emplearon 20 gramos de salitre para oxidar poco mas o menos 100 gr. de plomo e hicieron la mezcla siguiente:

9,7	gramos	de pirita
20,0	"	de salitre
25,0	"	de carbonato de sosa
30,0	"	de litarjirio

fundida esta mezcla dió 16,2 gr. de plomo.

La incertidumbre que en estos casos se presenta para la proporcion de salitre que se ha de emplear para cada especie mineral, proviene no solamente de la cantidad variable de criadero que se halla en el mineral, sino tambien de lo variable que es la composicion de varios polisúlfuros, sulfoarseniuros y sulfoantimoniuros en la naturaleza.

Blendas. Asi para las blendas casi puras los citados autores emplearon las mezclas siguientes:

		(1)		(2)	
mineral	—	10	"	10	"
salitre	—	14	"	12	"
litarjirio	—	24	"	30	"
carbonato de sosa		12	gramos	10	gramos

Piritas. la primera dió 18,88 gramos y la segunda 21,16 gramos de plomo.

Para la pirita

mineral	10	gramos
salitre	15	"
litarjirio	30	"
carbonato	10	"

Esta mezcla ha producido 19,8 de plomo, y ha de variar necesariamente para diversas especies de piritas magnéticas, cobrizas, arsenicales, etc.

Materias cobrizas.

Pero la distincion mas importante que se debe hacer para esta clase de ensayes es cuando se trata de ensayar materias mui cobrizas, como el cobre piritoso, cobre abigarrado, cobre sulfúreo, cobre gris. En estos casos, si el mineral contiene mui poco criadero y se funde con litarjirio solo, se obtiene, como ya queda dicho (p. 267) cantidad excesiva de plomo, y si se añade a la mezcla salitre, en proporcion suficiente para que queden cuando mas 12 o 15 gramos de plomo, el plomo que resulta de la fundicion es tan cobrizo, que no todo el cobre contenido en él pasa a la copelacion, y se necesita las mas veces volver a copelar el boton de metal, despegándolo de la copela: lo que ocasiona pérdidas considerables de plata.

En todo caso, la pérdida de plata en la copelacion es tanto mayor cuanto mas cobrizo es el plomo y cuanto mas rica en plata es esta aleacion.

El hecho es que, haciendo ensayes de materias mui cobrizas, segun el método arriba descrito, resulta que, copelado el plomo del ensaye preliminal, hecho sobre un gramo de mineral con exceso de litarjirio, sin salitre, se obtiene una lei siempre mas elevada que la que se saca del ensaye definitivo, hecho sobre 5 o 10 gramos de mineral y con adicion de salitre.

Advertencia para materias cobrizas.

Creo, por consiguiente, que para las materias sulfuradas o arsenicales mui cobrizas, ejes o minerales no se debe emplear sino litarjirio solo, sin adicion de salitre. Si la materia no produce mas de 3 a 4 p. de plomo, y es pobre, se podrá tomar de ella para ensaye 5 gramos y se fundirá con 12 a 15 veces su peso de litarjirio, añadiendo 5 a 10 gr. de carbonato de sosa; si se espera obtener, o el ensaye preliminal nos da proporcion mayor de plomo, operaremos sobre 4, sobre 3 o sobre 2 gr. de materia, es decir, sobre cantidad de ella tanto menor, cuanto mas litarjirio necesita y cuanto mas plomo produce. En todo caso es indispensable conocer con exactitud la lei de litarjirio que se emplea, y quitar del peso de la plata obtenida por copelacion el de plata debida al litarjirio.

Cuando la materia de esta clase cobriza, es mui rica en plata, como son a veces minerales de cobre sulfúreo platoso en

Chile, mayor lei se saca, y mas aproximada a la verdadera, operando sobre 1 o 2 gramas de materia que sobre 4 o 5, con tal que se emplee proporcion conveniente de litarjirio (30 a 40 gr.) sin salitre, y se tiene buena balanza para el ajuste del peso.

Fundicion con salitre solo.

En muchas ocasiones se hace mui ventajoso y cómodo este modo de ensayar las materias, que contienen plata. Supóngase que queremos determinar con mucha exactitud la proporcion de plata contenida en una galena mui pobre; se puede fundir una gran cantidad de esta galena, por ejemplo, 100 gr. o mas con 30 a 40 gr. de salitre y 100 gr. de carbonato de sosa, o mejor con 100 gr. de litarjirio: uno y otro de estos dos últimos reactivos no sirven para otra cosa mas que para fundir los criaderos, y templar la efervescencia, mientras la plata se reconcentra en una pequeña cantidad de plomo.

Fundicion con salitre y plomo

A veces se hace el ensaye con una cantidad de salitre mayor de la que se necesita para oxidar completamente el mineral; despues, cuando ya está bien fundida la mezcla, se introduce plomo metálico, teniendo cuidado de cubrir con este plomo toda la superficie de la materia fundida; para esto se emplea plomo reducido a granos o a unas hojas bastante anchas; o bien, se hace uso de una mezcla de litarjirio y de carbon, o de litarjirio y de galena. La lluvia de plomo metálico, que atraviesa las materias fundidas, se apodera de todas las partículas de plata diseminadas, y las reune en una aleacion. Sin embargo, no se debe siempre tener mucha confianza en este proceder; porque en caso que hubiera un esceso de salitre en contacto con algunas sustancias que pudiesen producir un peróxido capaz de *atacar* (de oxidar) la plata, como son las sustaneias, que contienen cobre, el plomo añadido reduciria la mayor parte de la plata que se habia convertido en óxido; pero puede suceder que tambien quede un poco de plata al estado de óxido sin reducirse.

Súlfuro de antimonio.

Se pueden citar por ejemplo los ensayes que se hacen por este método, del súlfuro de antimonio y de sustancias que tienen níquel.

100 p. de súlfuro de antimonio,
100 de carbonato de sosa,
140 de salitre.

se fundieron perfectamente bien; y todo el súlfuro se atacó sin proyeccion antes de fundirse.—Puesta despues en el baño una hoja de plomo que pesaba 40 p., se ha obtenido 30 p. de plomo con toda la plata que habia contenido el mineral.

Materias que contienen níquel.

El plomo que se obtiene fundiendo las sustancias que contienen níquel, con litarjirio, nunca es bastante puro para que pase inmediatamente a la copelacion, aún cuando se empleen 20 p. de litarjirio: este plomo retiene 0,04 a 0,05 de níquel, de arsénico y de azufre, que forman en la superficie del baño una costra, la cual no desaparece hasta el fin de la operacion, y hace ahogar el ensaye. Por esto, seria necesario escorificar el plomo antes de someterlo a la copelacion. Pero se puede haeer todavia mas pronto el ensaye fundiendo estas materias (por ejemplo, las que se recojen en el fondo de los crisoles, donde se prepara el esmalte o el azul de cobalto) con 10 p. de litarjirio y 2 p. de salitre, y cubriendo despues el *baño* con 1 a 2 p. de plomo estirado en una lámina: la oxidacion se verifica en totalidad por el salitre, sin efervescencia; y dando un fuerte golpe de fuego, se obtiene las escorias mui líquidas. El plomo que se obtiene, se apodera de toda la plata, y se copela sin dificultad. Se puede reemplazar las 2 p. de salitre con 3 p. de nitrato de plomo.

3.° *Escorificacion.*—La escorificacion, del mismo modo que la fundicion con el litarjirio, tiene por resultado producir una aleacion de plata y de plomo capaz de pasar a la copelacion, y una escoria mui fusible, que se compone de óxido de plomo y de todas las sustancias contenidas en el mineral, trasformadas en óxidos, excepto la plata. Pero en la fundicion, es el litarjirio el que hace oxidar estas materias; y de la reduccion del litarjirio proviene todo el plomo que entra en la aleacion; mientras que en la escorificacion todas las materias se oxidan por la calcinacion con el contacto del aire, y el litarjirio mismo se produce por la oxidacion en parte del plomo metálico, que se habia añadido. Para ejecutar esta operacion, se emplean unas cápsulas o tazas redondas de tierra refractaria, que se llaman *escorificatorias*, y se calientan en la mufla de un horno de copelacion. Se pueden hacer en un mismo tiempo tantos ensayes como escorificatorias quepan en la mufla; en Freiberg ponen hasta 30 de una vez.

Operacion. Antes de introducir las escorificatorias en el horno, se coloca en cada una de ellas un peso determinado de mineral reducido a polvo; se mezcla el mineral con plomo reducido a granos pequeños, y se calienta fuertemente por un cuarto de hora, teniendo la puerta de la mufla cerrada; fundido el plomo, se disminuye el calor, y se da acceso al aire, abriendo las puertas. Con la corriente que luego se determina, principia la calcinacion del mineral; y esta calcinacion se ejecuta sin que haya necesidad de revolver continuamente la materia, como se ha de hacer, cuando se calcinan algunas sustancias, que han de quedar al estado de polvo. Por efecto de la oxidacion se forman en el baño metálico unas escorias, que se llevan a los bordes, y aumentando sucesivamente acaban por cubrir del todo la superficie metálica: se dice entonces que hai *relámpago.* Estas escorias, que muchas veces al principio de la operacion se hallan duras y sólidas, se ponen despues mas y mas blandas, y al fin se vuelven enteramente líquidas, porque, a medida que la operacion avanza, la proporcion de óxido de plomo aumenta tambien considerablemente. Cuando se cree que la escorificacion está al concluirse, se sonda la materia con un corchete de hierro, se la ajita para agregar a la masa las partes duras o pastosas que pudieran pegarse al fondo del vaso o en los bordes; y luego despues se aumenta el fuego, a fin de liquidar las escorias lo mas completamente posible. Se reconoce que ya son bastante líquidas, cuando, sumerjiendo en la escoria un alambre de hierro enrojecido por el fuego, la estremidad del alumbre se cubre con una película tan lijera, que no pueda formarse ni una sola gota sólida en la punta. Esta condicion es indispensable para que los globulitos metálicos puedan todos reunirse en una sola esferilla. Cuando las escorias no son bastante líquidas, y esto proviene de que no se ha escorificado bastante el mineral, se debe continuar la operacion sin agregar cosa alguna; pero si esto sucede por falta de plomo o del flujo, es menester añadir entonces una nueva cantidad de estas sustancias, o mejor, volver a hacer el ensaye con proporciones mas convenientes. Concluida la operacion, se retira la escorificatoria de la mufla, y se echan las materias fundidas en un molde hemisférico de hierro: las partes metálicas caen al fondo; y como se enfrian repentinamente, no se pegan al molde, y

producen una esferilla cubierta de escorias. Estas se separan fácilmente con el golpe del martillo, y deben ser vítreas, mui homojéneas, de un color pardo amarillento o verdoso. Es preciso examinar si no contienen granallas metálicas. La esferilla metálica debe ser tan dúctil como el plomo puro; sin esto no pudiera pasar a la copelacion, y se necesitaria someterla a una nueva escorificacion. Si la operacion se prolonga demasiado, se ha de temer que el litarjirio que se forma, corroa el vaso, y lo agujeree: para que las escorificatorias resistan mejor a la accion del litarjirio, es bueno refregarlas interiormente con cal o peróxido de hierro. El plomo que sale de esta operacion, debe pesar como 15 gr., cuando se ensayan minerales de lei ordinaria; y la operacion no debe durar mas de una hora: muchas veces se efectúa en media hora.

En los ensayes, que exijen mucho cuidado, se distinguen tres períodos en la operacion; es decir, la *calcinacion*, la *fundicion*, y la *escorificacion*. Se principia por calentar mucho la mufla; pero se abre la puerta tan pronto como se halla fundido el plomo. Se vé entonces que el mineral, siendo mas liviano que el plomo metálico, sobrenada en la superficie del baño, y empieza a calcinarse: en este momento por el color de los vapores se puede reconocer la naturaleza de las sustancias que se oxidan. El azufre produce vapores de un pardo claro; el zinc, vapores blancos, espesos y una llama blanca, brillante; el arsénico, vapores de un color blanco parduzco; el antimonio, vapores rojos, etc. Cuando ya no se desarrolla humo, y desapareciendo el mineral, se descubre la superficie del plomo metálico, es prueba de que la calcinacion está terminada: este período ha de durar como 18 a 20 minutos. Se aumenta entonces por un rato el fuego, para hacer entrar las escorias en una fusion completa. Se reconoce que ya están fundidas, por las señas siguientes: al momento que se abre la mufla, la esferilla de plomo se pone de un color rojo blanquiecino con una cintura gris negrusca; se elevan del baño unos vapores de plomo de un blanco claro, y la escoria está formando un anillo al rededor del baño metálico: es precisamente el tiempo en que principia el tercer período. Se enfria el horno como durante la calcinacion, y se continúa la escorificacion del plomo, hasta que el baño se cubra enteramente con óxido fundido:

este último período dura ordinariamente por quince minutos. Al fin, se vuelve aumentar el fuego por 5 a 6 minutos, y se echa la materia fundida en el molde.

Ventajas. La escorificacion se aplica a todas las materias que contienen plata, sin ninguna excepcion; y al mismo tiempo es el modo mas exacto de ensayar: es tambien un método mas cómodo, cuando tenemos que hacer muchos ensayes de una vez, y podemos tener continuamente una mufla bien caliente en un injénio, donde se benefician los minerales de plata.

Cuando las materias que se ensayan, tienen mucha piedra, el óxido de plomo que se forma por la calcinacion, se combina con esta piedra, y la hace fusible, mientras la plata se combina con lo restante del plomo. Si estas materias son metálicas, los metales óxidables absorben el oxíjeno del aire; y los óxidos que de esto resultan, forman con el litarjirio, que se produce al mismo tiempo, un compuesto, que se funde luego que la cantidad de litarjirio aumenta hasta cierto punto; y si la escorificacion se ha hecho de un modo conveniente, no queda metal alguno con el plomo, ménos la plata, y un poco de cobre, que nunca puede impedir la copelacion.

Lo que hai de particular en la escorificacion, es que, por pequeña que sea la proporcion de plomo que se añade, nunca al fin de la operacion queda indicio alguno de oxisúlfuros en la escoria. En realidad, estos oxisúlfuros, aunque se pudiesen formar durante la operacion, se descompondrian siempre por la calcinacion: se sigue pues de allí que mui rara vez sucede que las escorias tengan plata. Ahora, con respecto a la proporcion del plomo, basta emplear solo la cantidad necesaria, para liquidar las escorias, y formar una esferilla de peso conveniente para copelar. Hemos visto que al contrario, cuando se ensayan los súlfuros y los arsenio-súlfuros por el litarjirio, es preciso emplear 30 a 50 p. de litarjirio por una de mineral, para evitar que las escorias contengan unos oxisúlfuros en combinacion; porque en este caso retendrian al mismo tiempo una cantidad notable de plata.

Plómo y borax. Todas las escorificaciones pueden ejecutarse añadiendo solo plomo; sinembargo se ha reconocido que la operacion se efectua mas pronto, y los vasos se agujerean mas difícilmente, empleando al mismo tiempo borax. Esta sal disuelve los óxi-

dos a medida que van formandose; y al mismo tiempo obra sobre el criadero, y constituye con estas materias unas escorias, que se ponen líquidas desde el principio de la operacion, lo qne no sucede cuando se hace uso solo del litarjirio, porque este no se halla en proporcion suficiente para liquidar las escorias, sino cuando ya está adelantada la escorificacion. La proporcion de plomo y de borax que se necesitan para efectuar la escorificacion, varia mucho segun la naturaleza de las sustancias que se enseyan; y se debe aumentar tanto mas cuanto mas difíciles de fundir son los óxidos, que se forman en la escorificacion. En los casos mas comunes se emplean 16 p. de plomo y 1 p. de borax vitrificado, pero algunas veces se necesitan hasta 32 p. de plomo y 3 p. de borax: una gran proporcion de borax es útil, sobre todo, para las materias que contienen mucha cal, mucho óxido de zinc o de sstaño.

Proporcion de plomo.

Hai sustancias que se escorifican mui fácilmente con una pequeña cantidad de plomo. Asi, la galena y el súlfuro de cobre no necesitan mas que 2 p. de plomo; sin embargo, se emplean algunas veces mas de 8 p. de plomo, cuando el mineral contiene mucho criadero. El cobre gris arsenical se escorificaria mui bien con 6 a 7 p. de plomo; pero es mas seguro emplear un poco mas de este metal. Resulta de los esperimentos hechos en Hartz, que para escorificar el antimoniuro de plata, si se agregan 8 p. de plomo, se pierde 1/140 de plata en las escorias; agregando 16 p. de plomo, se pierde 1/200 poco mas o menos de plata; pero añadiendo a las 16 p. de plomo 3 p. de borax, las escorias no contienen plata, y el ensaye es perfectamente exacto. Es mui difícil separar el estaño de la plata por la *via seca*: para esto, el mejor modo consiste en calcinar la aleacion en una escorificatoria, en añadir despues 16 p. de plomo y 3 p. a lo menos de borax, y continuar la operacion, como de costumbre: algunos ensayadores aconsejan de añadir $\frac{1}{2}$ p. de limadura de hierro, diciendo que de este modo se verifica con mayor facilidad la escorificacion.

4.° *Amalgamacion.*—Hai cierto número de materias que contienen plata, y se pueden ensayar por el modo de *amalgamacion;* tales son las que se benefician en grande por el mismo método, es decir, las que contienen plata nativa, cloruro, súlfuros o arsenio-súlfuros de plata, y no contienen plomo ni

cobre. Sin embargo, pocas veces se emplea este modo de ensayar, porque es largo, incómodo y menos exacto que los que hemos descrito. Hai casos en que puede ser útil valerse del método de amalgamacion, por ejemplo, cuando se quiere saber cómo se porta un mineral, que se quiere beneficiar en grande por este método.

Inconveniente.

Calcinacion.

Cuando la plata se halla diseminada en el mineral en estado nativo o en estado de cloruro, se puede someterla inmediatamente a la amalgamacion; pero, cuando se halla en estado de súlfuro, o bien, cuando la acompañan otros súlfuros, por ejemplo, las piritas arsenicales, como sucede muchas veces, es preciso hacer pasar el mineral por una operacion preliminal, antes de amalgamarlo: esta operacion consiste en calcinar el mineral con el contacto del aire, con sal comun, a una temperatura moderada, hasta que dejen de desarrollarse vapores sulfurosos o arsenicales, del mismo modo que se ejecuta esa operacion en grande, en Europa: se tritura despues el mineral reducido a polvo impalpable; y se mezcla con azogue por muchas horas, facilitando la combinacion con un calor suave, o bien regando de cuando en cuando la mezcla con agua caliente: se lava por decantacion, para separar el criadero; despues se destila la amalgama con la mayor precaucion, en un pequeño matraz; y se calienta fuertemente el resíduo en una copela en la mufla; para despedir las últimas porciones de azogue. Cuando el resíduo está en mui corta cantidad, es preciso, para que no se pierda nada, y para que forme una sola esferilla, envolverlo en una hoja de plomo, y pasarlo a la copela. Cuando al contrario se obtiene una cantidad considerable de amalgama, es preciso exprimirla en una piel de gamuza antes de destilarla, para separar el exceso del mercurio.

Operacion.

Si el mineral contuviese plomo, cobre atc. estos metales se hallarian en la mayor parte con la plata en la amalgama: entónces, para determinar la plata con exactitud, seria preciso copelar el residuo de la distilacion de la amalgama con una proporcion conveniente de plomo.

§ 3.º MATERIAS DE LA 2.ª CLASE—COPELACION.

La *copelacion* es una de las operaciones mas injeniosas que se han inventado: se conoce desde un tiempo inmemorial, y tiene mucha semejanza con la *escorificacion*. Las dos tienen por objeto el separar la plata o el oro de las diversas sustancias estrañas mediante el plomo; pero en la copelacion las escoria se absorben por la materia del vaso llamado *copela*, miéntras en la escorificacion quedan en el baño: de modo que en aquella, estando siempre el plomo descubirto y en contacto con el aire, logramos oxidar no solo todas las sustancias estrañas, sino tambien el plomo; y al fin no queda otra cosa mas en la copela que la plata o el oro, o bien estos dos metales aleados. Ahora, exijiendo la copelacion, como condicion indispensable, que las escorias tengan la propiedad de atravesar la copela, y de absorberse en ella, se ve porqué esta operacion no se aplica sino a un corto número de sustancias, miéntras la escorificacion se aplica a todas. El plomo y el bismuto son los únicos metales cuyos óxidos cuando puros, tienen la facultad de penetrar la materia de las copelas: pero mediante uno u otro, los diversos óxidos los que hallandose aislados, formarian en la superficie de la copela escorias infusibles, adquieren la propiedad de atravesarla. Por esto, cuando tenemos que copelar alguna sustancia, es menester principiar por combinarla con plomo o bismuto en proporcion conveniente, para que los óxidos de estos metales puedan arrastrar consigo en la copela todas las sustancias estrañas oxidadas durante la operacion. Esta proporcion, como se verá mas adelante, varia segun las susttancias y segun las circunstancias.

Se efectua la copelacion en los *hornillos de mufla* descritos paj. 21. La temperatura de estos hornillos varia segun su tamaño, la altura de la chimenea, la disposicion de las rejas etc.: no es tampoco ignal en las diversas partes de la mufla. Asi, una mufla ordinaria, la que en el fondo da 21° p. de calor, no prodnce mas que 12° en el madio, y solo 8° por delante. En los hornillos que sirven comunmeute para los ensayes de la moneda de plata, el fondo de la mufla tiene 24° p. de temperatura.

Copelacion de las aleaciones de plata y cobre.—Los ensayadores distinguen dos especies de ensayes de las aleaciones de plata y cobre: cuando se trata de ensayar una aleacion en que predomina la plata, la operacion toma el nombre de *ensaye de plata;* y cuando se ensaya una aleacion en que predomina el cobre, se llam *ensaye de vellon.*

El objeto de la operacion es de determinar cuanta plata hai en un peso conocido de aleacion de plata y cobre. No pudiendo el óxido de este último atravesar la copela, si no se halla unido con una cantidad conveniente de óxido de plomo, se vé que, miéntras mas cobre hai en la aleacion que se quiere ensayar, mas plomo se debe agregar al ensaye. Las proporciones mas convenientes para toda clase de aleacion, han sido determinadas por la experiencia; con esto se ha formado la siguiente tabla, que se debe al Sr. d' Arcet, y se ha adoptado por todos los ensayadores.

TABLA

de las cantidades de plomo que se agregan a las aleaciones de diversas leyes de plata.

LEI.	PLOMO.	LEI.	PLOMO.	LEI.	PLOMO.
	milésimas		milésimas		gramos.
1000	300	989	660	979	1.380
999	300	988	720	978	1.460
998	300	987	780	977	1.540
997	550	986	840	976	1.620
996	550	985	900	975	1.720
995	550		gramos.	974	1.790
994	550	984	1.000	973	1.830
993	550	983	1.080	972	1.930
992	550	982	1.160	971	2.000
991	550	981	1.220	970	2.070
990	600	980	1.300	969	2.140

LEI.	PLOMO.	LEI.	PLOMO.	LEI.	PLOMO.
	gramos.		gramos.		gramos.
968	2.210	933	4.690	898	7.060
967	2.280	932	4.760	897	7.090
966	2.350	931	4.830	896	7.120
965	2.420	930	4.900	895	7.150
964	2.510	929	4.970	894	7.180
963	2.580	928	5.040	893	7.210
962	2.650	927	5.110	892	7.240
961	2.720	926	5.180	891	7.270
960	2.790	925	5.250	890	7.300
959	2.860	924	5.320	889	7.330
958	2.930	923	5.390	888	7.360
957	3.010	922	5.460	887	7.390
956	3.080	921	5.530	886	7.420
955	3.150	920	5.600	885	7.450
954	3.220	919	5.670	884	7.480
953	3.290	918	5.740	883	7.510
952	3.360	917	5.810	882	7.540
951	3.430	916	5.880	881	7.570
950	3.500	915	5.950	880	7.600
949	3.570	914	6.020	879	7.630
948	3.640	913	6.090	878	7.670
947	3.710	912	6.160	877	7.700
946	3.780	911	6.230	876	7.730
945	3.850	910	6.300	875	7.760
944	3.920	909	6.370	874	7.790
943	3.990	908	6.440	873	7.820
942	4.060	907	6.510	872	7.850
941	4.130	906	6.580	871	7.880
940	4.200	905	6.650	870	7.910
939	4.270	904	6.720	869	7.940
938	4.340	903	6.790	868	7.970
937	4.410	902	6.860	867	8.000
936	4.480	901	6.930	866	8.030
935	4.550	900	7.000	865	8.060
934	4.620	899	7.030	864	8.090

LEI.	PLOMO.	LEI.	PLOMO.	LEI.	PLOMO.
	gramos.		gramos.		gramos.
863	8.120	828	9.170	793	10.140
862	8.150	827	9.200	792	10.160
861	8.180	826	9.230	791	10.180
860	8.210	825	9.250	790	10.200
859	8.240	824	9.280	789	10.220
858	8.270	823	9.310	788	10.240
857	8.300	822	9.340	787	10.260
856	8.330	821	9.370	786	10.280
855	8.360	820	9.400	785	10.300
854	8.390	819	9.430	784	10.320
853	8.420	818	9.460	783	10.340
852	8.450	817	9.490	782	10.360
851	8.480	816	9.520	781	10.380
850	8.510	815	9.550	780	10.400
849	8.540	814	9.580	779	10.420
848	8.570	813	9.610	778	10.440
847	8.600	812	9.640	777	10.460
846	8.630	811	9.670	776	10.480
845	8.660	810	9.700	775	10.500
844	8.690	809	9.730	774	10.520
843	8.720	808	9.760	773	10.540
842	8.750	807	9.790	772	10.560
841	8.780	806	9.820	771	10.580
840	8.810	805	9.850	770	10.600
839	8.840	804	9.890	769	10.620
838	8.870	803	9.910	768	10.640
837	8.900	802	9.940	767	10.660
836	8.930	801	9.970	766	10.680
835	3.960	800	10.000	765	10.700
834	8.990	799	10.020	764	10.720
833	9.020	798	10.040	763	10.740
832	9.050	797	10.060	762	10.760
831	9.080	796	10.080	761	10.780
830	9.110	795	10.100	760	10.800
829	9.140	794	10.120	759	10.820

LEI.	PLOMO.	LEI.	PLOMO.	LEI.	PLOMO.
	gramos.		gramos.		gramos.
758	10.840	723	11.540	688	12.240
757	10.860	722	11.560	687	12.260
756	10.880	721	11.580	686	12.280
755	10.900	720	11.600	685	12.300
754	10.920	719	11.620	684	12.320
753	10.840	718	11.640	683	12.340
752	10.960	717	11.660	682	12.360
751	10.980	716	11.680	681	12.380
750	11.000	715	11.700	680	12.400
749	11.020	714	11.720	679	12.420
748	11.040	713	11.740	678	12.440
747	11.060	712	11.760	677	12.460
746	11.080	711	11.780	676	12.480
745	11.100	710	11.800	675	12.500
744	11.120	709	11.820	674	12.520
743	11.140	708	11.840	673	12.540
742	11.160	707	11.860	672	12.560
741	11.180	706	11.880	671	12.580
740	11.200	705	11.900	670	12.600
739	11.220	704	11.920	669	12.620
738	11.240	703	11.940	668	12.640
737	11.260	702	11.960	667	12.660
736	11.280	701	11.980	666	12.680
735	11.300	700	12.000	665	12.700
734	11.320	699	12.020	664	12.720
733	11.340	698	12.040	663	12.740
732	11.360	697	12.060	662	12.760
731	11.380	696	12.080	661	12.780
730	11.400	695	12.100	660	12.800
729	11.420	694	12.120	659	12.820
728	11.440	693	12.140	658	12.840
727	11.460	692	12.160	657	12.860
726	11.480	691	12.180	656	12.880
725	11.500	690	12.200	655	12.900
724	11.520	689	12.220	654	12.920

LEI.	PLOMO.	LEI.	PLOMO.	LEI.	PLOMO.
	gramos.		gramos.		gramos.
653	12.940	617	13.660	581	14.475
652	12.960	616	13.680	580	14.500
651	12.980	615	13.700	579	14.525
650	13.000	614	13.720	578	14.550
649	13.020	613	13.740	577	14.575
648	13.040	612	13.760	576	14.600
647	13.060	611	13.780	575	14.625
646	13.080	610	13.800	574	14.650
645	13.100	609	13.820	573	14.675
644	13.120	608	13.840	572	14.700
643	13.140	607	13.860	571	14.725
642	13.160	606	13.880	570	14.750
641	13.180	605	13.900	569	14.775
640	13.200	604	13.920	568	14.800
639	13.220	603	13.940	567	14.825
638	13.240	602	13.960	566	14.850
637	13.260	601	13.980	565	14.875
636	13.280	600	14.000	564	14.900
635	13.300	599	14.025	563	14.925
634	13.320	598	14.050	562	14.950
633	13.340	597	14.075	561	14.975
632	13.360	596	14.100	560	15.000
631	13.380	595	14.125	559	15.025
630	13.400	594	14.150	558	15.050
629	13.420	593	14.175	557	15.075
628	13.440	592	14.200	556	15.100
627	13.460	591	14.225	555	15.125
626	13.480	590	14.250	554	15.150
625	13.500	589	14.275	553	15.175
624	13.520	588	14.300	552	15.200
623	13.540	587	14.325	551	15.225
622	13.560	586	14.350	550	15.250
621	13.580	585	14.375	549	15.275
620	13.600	584	14.400	548	15.300
619	13.620	583	14.425	547	15.325
618	13.640	582	14.450	546	15.350

LEI.	PLOMO.	LEI.	PLOMO.	LEI.	PLOMO.
	gramos.		gramos.		gramos.
545	15.375	529	15.775	513	16.175
544	15.400	528	15.800	512	16.200
543	15.425	527	15.825	511	16.225
542	15.450	526	15.850	510	16.250
541	15.475	525	15.875	509	16.275
540	15.500	524	15.900	508	16.300
539	15.525	223	15.925	507	16.325
538	15.550	522	15.950	506	16.350
537	15.575	521	15.975	505	16.375
536	15.600	520	16.000	504	16.400
535	15.625	519	16.025	503	16.425
534	15.650	518	16.050	502	16.450
533	15.675	517	16.075	501	16.475
532	15.700	516	16.100	500	16.500
531	15.725	515	16.125		
530	15.750	514	16.150		

Los ensayes de plata por la via seca se hacen unas veces sobre un *gramo* (20 granos cast.), otras veces sobre un medio gramo (10 granos), segun la lei de la aleacion, es decir, segun la mayor o menor proporcion de cobre contenido en ella. Así, desde la plata de lei de 1000 milésimas o plata pura, hasta la de 800 milésimas inclusivamente, se toma un gramo de pasta para el ensaye; y se toma solo medio gramo de ella, cuando tiene menos que 800 milésimas. En este último caso se emplea tambien solo la mitad del peso del plomo que se tomaria, si el ensaye se hiciese sobre 1 gramo; lo que, por ejemplo, para la lei de 500 milésimas haria bajar la cantidad de plomo a 8 gramos y cuarto, en lugar de 16 gr. 500 indicados en la tabla:—se entiende que, concluido el ensaye, se han de doblar los resultados de la operacion, a fin de que el número de milésimas se refiera al peso principal, es decir, al gramo.

Descripcion de la operacion.

La primera cosa que se ha de hacer, cuando tenemos que determinar la lei de una aleacion de cobre, por ejemplo, de

una barra de plata o de una moneda, es *aproximar* o determinar aproximativamente la lei; y esto es indispensable, porque las cantidades de plomo que se agregan, corresponden, como hemos dicho, a las diversas *leyes* de las pastas. El exámen de las propiedades fisicas y sobre todo mucha práctica dan a conocer esta lei aproximativa: así, la aleacion tendrá tanta mas plata, cuanto mayor sea su peso específico, y cuanto mas blanca sea, mas dúctil y menos sonora; por la misma razon se reconoce que la lei es baja, cuando la plata es liviana, amarilla, dura y sonora. Si esto no es suficiente, se puede hacer uso de *la piedra de toque;* o bien se hará calentar un pedacito de esta aleacion hasta el calor rojo, y en este caso, si la pasta tiene mucho cobre, se volverá negra.

Aproximacion de la lei.

Piedra de toque.

La piedra de toque conocida en la mineralojía con el nombre de *piedra lídia*, es una piedra negra, inatacable por los ácidos, y mas dura que los metales: de modo que, frotándola con la plata, quedan en la piedra vestijios de este metal; y por el color de la raya se juzga de la lei de la plata. Pero, para determinar aproximativamente esta lei, se hace uso de unas *puntas o barritas*, de comparacion (touchau) de una lei conocida: se componen para esto cinco *puntas* desde 700 hasta 800 milésimas de fino (desde 8 dineros 9 granos y medio hasta 9 dineros 14 granos y medio), de modo que la diferencia entre ellas no sea mas que de 20 milésimas (6 granos de fino). Cuando se quiera ensayar, por ejemplo, unas alhajas de plata, que hayan de llevar la marca de segunda lei, que es de 800 milésimas, se tocan en la *piedra;* se forma luego junto a las señales que han dejado, un toque con la liga de comparacion, y se juzga por el color si son de la misma lei, o si se direfencian. Como la mayor parte de estas pequeñas alhajas están blanquecidas, es necesario, para no engañarse, quitar por medio de un primer toque la capa superficial de que no debe hacerse uso, y hacer otro que es el que ha de examinarse. Cuando la piedra de toque es de un negro subido y puro, y se han formado *toques* bien cargados, la diferencia de color de las señales de plata viene a ser mui notable en una diferencia de menos de 20 milésimas de lei (6 granos), principalmente si se los examina con un lente.

Exijiendo la operacion *del toque* mucha práctica, y pudiendo

engañar la vista, mejor es, siempre que se trate de una exactitud rigorosa, hacer primero un ensaye sobre un decígramo (2 granos) de pasta, y hacerlo pasar a la copelacion con 10 veces su peso, es decir, con 1 gramo de plomo. El resultado de este primer ensaye multiplicado por 10, dará una lei bastante aproximada, para que se pueda, en el segundo ensaye, emplear la cantidad de plomo que esta lei exije. *Ensaye preliminar.*

Supongamos, por ejemplo, que la aleacion ensayada dió en este primer ensaye aproximativo, 90 milésimas, la lei de la aleacion seria de 900 milésimas. Buscando esta lei en la tabla de las cantidades de plomo que corresponden a cada lei de plata, se ve que lo que corresponde a 900 milésimas, son 7 partes o 7 gramos de plomo, y por consiguiente se necesita tomar para la copelacion 1 gramo (20 granos) de plata y 7 gramos (140 granos) de plomo.

Verificada esta primera operacion, que tiene solo por objeto el determinar aproximativamente la lei y la cantidad de plomo que se va a emplear, se saca de la barra o pieza de plata que se quiere ensayar, la cantidad necesaria para hacer dos ensayes; y se achata el pedazo sobre un yunque, teniendo cuidado de despejar de la superficie del pedazo, cualquiera sustancia estraña que hubiese. Hecho esto, y ajustada bien la balanza, se pesa en ella con la mayor exactitud posible, un gramo de aleacion, cortando primero los pedacitos de ella con unas tijeras, y ajustando al fin el peso por medio de una lima: se debe evitar, en cuanto sea posible, de cortar pedacitos demasiado pequeños, que pudieran perderse o saltar, causando errores considerables.

Se envuelve todo en un pequeño cuadro de papel fino, teniendo cuidado de hacerle presentar la menor superficie posible, a fin de poder introducirlo sin peligro en la copela. Se calienta el horno gradualmente; y cuando se cree que tiene bastante calor, lo que sucede por lo regular al cabo de una hora, y se conoce por el color rojo blanquecino que toman las copelas puestas en la mufla, se introduce en una de ellas el plomo que se necesita para la copelacion. La copela debe estar como al tercio de la mufla, contando de la puerta por atras. El plomo no tarda en fundirse, se cubre de una película de color gris de óxido de plomo; y este se funde tambien dejando la super- *Copelacion.*

ficie del baño brillante. Se dice entónces que el plomo está descubierto; se pone en el mismo momento el ensaye por medio de unas tenacillas; y el todo no tarda en entrar en una fusion completa. Mirando con cuidado, se comienza a apercibir en la superficie del baño unos puntitos mas luminosos que el resto, los cuales van en aumento a medida que la operacion se aproxima a su fin. Es entónces cuado la atencion del ensayador debe aumentarse, porque es mui importante que el ensaye no tenga ni demasiado calor ni demasiado frio. En el primer caso, se perderia la plata, porque una pequeña porcion pudiera volatilizarse, y otra, por causa de la gran fluidez de la materia y de la dilatacion de los poros de la copela, pudiera introducirse en este vaso: en el segundo caso, hubiera que temer que el ensaye retuviese un poco de aleacion. Aunque es imposible dar en un libro los conocimientos precisos sobre el grado del calor que conviene, y que solo la experiencia puede enseñar, hai sin embargo señales que pueden servir de guia al ensayador, las cuales se van a describir.

Luego que el ensaye está fundido, principia a desarrollarse del baño un humo de óxido de plomo; y por el modo como este humo sale de la copela, se conoce el grado de calor de la mufla: si este humo se eleva casi perpendicularmente hácia la bóveda de la mufla y con fuerza, es prueba de que el ensaye tiene demasiado calor; y es necesario acercarlo mas a la puerta: si al contrario, este humo no tiene fuerza para levantarse, y vuelve a caer sobre el suelo de la mufla, en este caso el ensaye tiene demasiado frio; es preciso introducirlo mas en la mufla, o bien, si esto no basta, poner en cada uno de sus costados un carbon encendido: si en fin el humo se levanta serpenteando sobre la superficie del baño, es prueba de que el ensaye se halla a una temperatura conveniente. Al cabo de algunos minutos tenemos otro medio mas seguro para juzgar del grado de temperatura que tiene la mufla, observando el color de la parte del fondo de la copela, que acaba de ser abandonada por el baño; si este fondo es de un rojo pardo, el ensaye tiene el calor conveniente; si es de color rojo, blanquizco, casi del mismo color que el baño, hai demasiado calor; si al contrario, es casi negro, es preciso aumentar el fuego. Yendo bien el ensaye, y estando poco mas o menos al medio de su curso, se

lo acerca un poco hácia la puerta de la mufla; y cuando esté al concluirse, lo que se reconoce por el grueso y la intensidad de los puntos luminosos, que se pasean sobre toda la superficie, y por el volúmen del ensaye, se lo coloca totalmente en la parte anterior de la mufla y sobre una capa de polvo de copelas frias, a fin de facilitar el enfriamiento de bajo en alto, lo que es necesario para impedir la *vejetacion*. Teniendo en este momento la puerta de la mufla abierta, y observando el ensayo con mucho cuidado, se ve que luego van desapareciendo aquellos *puntos luminosos*, y el boton pierde su lustre: pero al instante aparecen, y principian a serpentear en todos sentidos, en un movimiento rápido y contínuo, unos anillos matizados con todos los colores de íris: se dice entonces que el ensaye presenta *colores de íris*. Mui pronto desaparecen estos colores, y el boton vuelve por segunda vez a empañarse; en este momento es preciso aproximar la puerta de la mufla, o introducir la copela un poco mas adentro, a fin de que con el aumento de fuego, puedan separarse o introducirse con mayor facilidad en los poros de la copela, las últimas partículas de plomo y de cobre. Esto se verifica, cuando el boton, despues de haber quedado por algun tiempo empañado, se aclara de repente, con la desaparicion de una especie de nube que parecia cubrir su superficie: esta luz no dura mas que un instante, y se llama *relámpago*, *fulguracion* o *esplendor*. Para que el ensaye tenga buen éxito, y el boton quede *cristalizado*, es necesario que el tiempo en que aparece el relámpago, despues de la desaparicion de los *colores de íris*, sea limitado, ni demasiado largo, ni demasiado corto. Este tiempo varía segun la temperatura mas o menos elevada del horno, y sobre todo, segun la contextura mas o menos compacta de las copelas; ha de variar tambien segun la lei del ensaye que se hace: así los ensayes de plata de 900 milésimas necesitan 30 a 35 segundos para producir relámpago, desde el momento en que desaparecen los *colores de íris*, mientras los ensayes de 200 milésimas han de hacer relámpago en 12 a 15 segundos. En las copelas demasiado compactas el relámpago se verifica con mucha facilidad, y sobre todo, mui pronto; pero los ensayes tienen *aspecto frio*; y para obtenerlos *cristalizados* en estas copelas, es preciso concluirlos con mucho calor.

El relámpago no es el mismo para todas las leyes de la aleacion: así, la plata de lei de 900 milésimas necesita de 30 a 35 segundos desde el momento en que desaparecen los colores del íris, mientras que los ensayes de 200 milésimas no necesitan mas que de 12 a 15 segundos.

El ensaye habiendo hecho relámpago, y la plata hallándose pronta para solidificarse, es preciso juntar la puerta de la mufla, y dejarla así uno o dos minutos, para evitar la *vejetacion*, que no dejaria de verificarse si el enfriamiento fuese rápido.

Concluido el ensaye, se lo retira gradualmente, despues de haber dejado por algun tiempo la copela puesta de canto, de modo que el ensaye mire al fondo de la mufla. Despues se despega el boton de plata, apretandolo fuertemente con las tenazas, y se lo limpia perfectamente por debajo con una *brocha o grata*, y se pesa: si el gramo o 1000 miligramos sometidos al ensaye, han perdido 100 miligramos, es evidente que la aleacion ensayada contiene 900 milésimas de *fino* y este número espresa la lei de la aleacion: esta lei siendo multiplicada por 12, las dos primeras cifras indican el número de dineros de la lei española; y lo que queda, siendo multiplicado por 24, las dos primeras cifras del producto darán el número de *granos*.

Pérdida y compensacion.

Apesar de todas las precauciones que se toman en la copelacion, el peso del boton no da casi nunca la verdadera lei de la aleacion; porque no se puede evitar que se introduzca en la copela una cierta cantidad de plata, cantidad que varia, y es tanto mas considerable, cuanto mayor es la temperatura, mas porosa la copela, y mayor la cantidad de plomo que se emplea. Resulta de esto que los ensayadores necesitan determinar con mucha exactitud las pérdidas que experimentan sus ensayes, y hacer una tabla de compensacion que les indique cuantas milésimas se han de añadir al peso del ensaye, para saber la verdadera lei de plata. Se han hecho estas tablas combinando a propósito en diversas proporciones la plata fina y el cobre perfectamente puro, pasando despues sucesivamente esta aleacion a la copelacion, y apuntando las pérdidas que se experimentan.

TABLA

de compensacion para los ensayes de plata, adoptada en el laboratorio de los ensayes de la comision de las monedas y medallas de Paris.

LEYES EXACTAS.	LEYES OBTENIDAS POR LA COPELACION.	Pérdidas o cantidades de fino, que se deben añadir a las leyes correspondientes, obtenidas por la copelacion.
1000	998,97	1,03
975	973,24	1,76
950	947,50	2,50
925	921,75	3,25
900	896, ,,	4, ,,
875	870,93	4,07
850	845,85	4,15
825	820,78	4,22
800	795,70	4,30
775	770,59	4,41
750	745,48	4,52
725	720,36	4,64
700	695,25	4,75
675	670,27	4,73
650	645,29	4,71
625	620,30	4,70
600	595,32	4,68
575	570,32	4,68
550	545,32	4,68
525	520,32	4,68
500	495,32	4,68
475	470,50	4,50
450	445,69	4,31
425	420,87	4,13
400	396,05	3,95
375	371,39	3,61
350	346,73	3,27
325	322,06	2,94

LEYES EXACTAS.	LEYES OBTENIDAS POR LA COPELACION.	Pérdidas o cantidades de fino, que se deben añadir a las leyes correspondientes, obtenidas por la copelacion.
300	297,40	2,60
275	272,42	2,58
250	247,44	2,56
225	222,45	2,55
200	197,47	2,53
175	172,88	2,12
150	148,30	1,70
125	123,71	1,29
100	99,12	0,88
75	74,34	0,66
50	49,56	0,44
25	34,78	0,22

OBSERVACIONES.—1.ª La práctica sola puede indicar a qué temperatura debe estar el horno en el momento en que se comienza el ensaye: sin embargo es de observar que hai ventaja en tenerlo siempre mui caliente, porque es mas fácil enfriarlo en caso de necesidad, sea abriendo mas la puerta de la mufla, sea introduciendo en ella copelas frias, que hacerle tomar el grado de calor conveniente, si se principia el ensaye con una temperatura demasiado baja, puesto que una vez comenzada la operacion, la puerta de la mufla debe quedar abierta. No basta que el horno esté a la temperatura necesaria, es menester todavia que esté bastante guarnecido de carbon y de carbon encendido: se añaden por esto de tiempo a otro unos gruesos carbones durante el curso de la operacion, manteniendo el horno lleno de combustible, a fin de que la temperatura de la mufla no cambie.

Calor del horno.

2.ª Antes de introducir las copelas en la mufla, es preciso tenerlas por algun tiempo en la puerta del hornillo, a fin de secarlas bien, y calentarlas gradualmemte; sin esta precaucion la mas pequeña presion de las tenazas puede romperlas. Las copelas que han quedado enrojecidas algun tiempo en la

Secar las copelas.

mufla, y en seguida se han enfriado, ya no pueden servir, porque calentándose de nuevo, se abren en todos sentidos.

3.ª Una copela puede absorber su peso de plomo: si se necesita hacerle absorber mas plomo que lo que ella pesa, se puede dar vuelta a otra copela, y colocar encima de esta, aquella en que se hace la copelacion. *Cuanto plomo puede absorver la copela.*

4.ª El plomo que se emplea en la copelacion, no debe contener plata, o a lo menos no debe tener mas de un medio milígramo de plata en 10 gramos: en caso que no se pudiese conseguir plomo sin plata, seria menester copelar una cantidad de este plomo igual a la que se ha empleado en el ensaye, y restar de la lei del ensaye la que se sacase por la copelacion del plomo. *Lei del plomo.*

5.ª Tampoco el plomo debe contener cobre, y en caso que lo tuviese, seria preciso emplear una cantidad de este plomo, mayor que la que indica la tabla; y con esto, el ensaye quedaria mas tiempo en la mufla, y por consiguiente experimentaria mas pérdida de plata. *Plomo cobrizo.*

6.ª Chaudet aconseja de introducir la plata al instante en que el plomo se halla bien fundido, y no antes: porque, segun el citado ensayador, si se introdujese el ensaye en el momento en que el plomo está todavia derritiéndose, el óxido que se forma en tal caso, es tan fácil de reducirse que, puesto en contacto con el papel del ensaye, puede causar proyeccion de partículas de plata, por el ácido carbónico, que se forma. Parece que el mismo óxido una vez fundido no se reduce con tanta prontitud. *En que momento se introduce el ensaye.*

7.ª Cuando la cantidad de plomo que se emplea, es mayor que la que está determinada por la práctica e indicada en la tabla, el ensaye quedando en el fuego mas tiempo del que exije la lei de la aleacion, esperimenta una pérdida de plata mas considerable que la que está indicada en la tabla de compensacion. Si al contrario, esta cantidad de plomo es menor que la que conviene a la lei del ensaye, la plata contendrá cobre, y la lei que se saque por el ensaye, será mayor que la verdadera. *Proporcion de plomo.*

8.ª Las copelaciones hechas con exceso de plomo, producen casi siempre *vejetacion;* los botones no tienen brillo; y en lugar de presentar una forma hemisférica, son casi redondos, *Exceso o falta de plomo.*

y adhieren mui poco a la copela; sobre todo, si no se aumenta mucho el calor al fin de las operaciones. Al contrario, los ensayes que no han tenido bastante plomo, no producen *relámpago*; dan unos botones achatados, con unas manchas negras de óxido de cobre en la superficie, y adhieren fuertemente a la copela.

Ensaye ahogado.

9.ª Cuando, al fin de la copelacion, por algun descuido baja de repente la temperatura, el ensaye se solidifica, y la operacion se pára: se dice entonces que el ensaye está *ahogado en el plomo:* porque efectivamente se halla cubierto por este metal en parte oxidado. Estos ensayes necesitan despues un calor mui intenso para fundirse; y nunca dan resultados exactos.

Globulitos de plata, que quedan en los bordes de la copela.

10.ª Sucede a veces que durante la copelacion algunos globulitos de plata quedan en la parte de la copela, que el baño acaba de abandonar: es menester tener cuidado de unirlos al ensaye, inclinando un poco la copela, y haciendo que toquen el baño para que los absorba.

Señas de un buen ensaye.

11.ª Se ha dicho que, para que el ensaye salga cristalizado, es preciso que el relámpago se verifique en un tiempo limitado, desde el momento en que desaparecen los colores de íris. En realidad, cuando este tiempo no ha sido demasiado largo ni demasiado corto, el boton que se obtiene, es redondo, lustroso, cristalizado por debajo, se despega fácilmente de la copela, y es blanco, granudo por debajo.

Cuando el relámpago aparece demasiado pronto, rara vez se obtiene un boton redondo; se ven en su superficie partes lustrosas, y otras como empañadas, blancas; adhiere comunmente un poco menos a la copela, y a veces tiene pequeños agujeros por debajo, lo que prueba que no ha tenido bastante calor al concluirse.

Cuando al contrario el relámpago tarda demasiado en aparecer y el ensaye queda fundido a pesar de que se halla abierto la puerta, el boton que se obtiene entonces, es de un blanco oscuro, tiene manchas negras de óxido de cobre en su superficie y depresiones, adhiere fuertemente a la copela, es negro por debajo, y muchas veces vejeta.

El tiempo del relámpago.

12.ª Se puede abreviar el tiempo en que se ha de producir el relámpago, abriendo de repente la puerta, o golpeando

lijeramente sobre la tablilla del hornillo; y tambien se puede prolongar este tiempo, cuando se ve que el relámpago está al producirse demasiado pronto, (lo que se reconoce por el poco movimiento con que el boton está ajitado), aproximando un poco la puerta a la mufla. En todo caso el ensayador debe procurar obtener ensayes *cristalizados:* porque es probable que la plata, como el oro, no tiene la propiedad de cristalizarse, sino cuando está perfectamente pura.

Vejetacion.

13. ☞ Cuando el ensaye se concluye demasiado caliente, o cuando se enfria rápidamente, sale de su superficie con diferentes formas, y las mas veces en agujitas, una cierta cantidad de plata, la cual en este momento salta a veces fuera de la copela, y se pierde. Este fenómeno se llama *vejetacion*, y no se debe tener mucha confianza en los resultados del ensaye que presenta este fenómeno, menos cuando ha habido poca vejetacion y solo en la parte inferior del boton de plata cerca de la concavidad de la copela, y cuando se ven en la misma superficie de la copela las partículos de plata, que se arrojaron en este caso. Segun Lúcas, este fenómeno se debe al desarrollo repentino de una cierta cantidad de oxíjeno, que retiene siempre la plata fundida; y por esto, se evita muchas veces la vejetacion, cubriendo la copela inmediatamente despues del *relámpago*, con un pedazo de carbon encendido, el cual absorbe el oxíjeno.

Necesidad de repetir los ensayes.

14. ☞ Habiendo, por lo que se ha dicho, tantas causas de errores en la copelacion, y siendo esta operacion lejos de ser matemáticamente exacta, es de toda necesidad hacer siempre dobles ensayes, es decir, tomar dos gramos de plata, uno para cada ensaye, y pasarlos a la copelacion en dos copelas al mismo tiempo. Si no hai tiempo para hacer copelacion doble de cada ensaye, a lo menos es indispensable repetir las que presentan alguna duda; y en esto, la *vejetacion*, sobre todo, es lo que ha de determinar al ensayador a hacer de nueve su ensaye. En ningun caso se debe contar con los ensayes de una misma aleacion, que dan resultados mui diferentes entre sí.

Plata ligada con platina.

15. ☞ Segun Vauquelin, una cantidad mui corta de platina hace cristalizar la plata, propiedad que en rigor bastaria para hacer sospechar la presencia de platina; pero hai otra

seña mas cierta, que no deja duda alguna en esta parte, y es la disolucion del boton en el ácido nítrico. En efecto, cualquiera que sea la cantidad que haya de este metal, en la plata, el ácido toma un color oscuro, y deja despues de la disolucion un precipitado de polvo negro, causado por una porcion mui sútil de platina.

Plata con paladio.

16. ☞ Segun Chaudet, la plata de lei de 900 milésimas puede contener hasta 10 milésimas de paladio, sin que los caractéres que se observan en la copelacion, puedan dar a conocer la presencia de este último metal: pero el mejor modo de conocerlo, consiste en disolver el boton en el ácido nítrico de 22 ° ; porque aun cuando no hubiese mas que 1 milésima de paladio en la plata, la disolucion tomaria un color amarillento, quedando siempre mui clara.

Copelacion mediante el bismuto.

17. ☞ Se ha dicho que se podia en lugar del plomo emplear el bismuto para la copelacion de las aleaciones de plata: pero mui rara vez se pone en práctica este método, por causa de que siendo mui volátil el bismuto, el baño metálico hierve, y las mas veces saltan pequeñas gotillas de plata que se pierden. A mas de esto, siendo las aleaciones de bismuto mas fusibles que las de plomo, y adquiriendo mayor fluidez aquellas, se introducen con mayor facilidad en los poros de las copelas, arrastrando consigo una cierta cantidad de plata. Se advierte tambien que el bismuto, que se halla comunmente en el comercio, no sirve para la copelacion, porque tiene sustancias mui volátiles, como arsénico, azufre etc., que pueden causar proyecciones y pérdidas de la plata.

Copelacion de algunos minerales.

Súlfuro de plata. Se puede copelar inmediatamente el súlfuro de plata sin añadir plomo, haciendo uso de unas copelas, que se hacen a propósito con ladrillos molidos y vidrio; pero es mejor ejecutar la copelacion en una copela ordinaria, añadiendo plomo.

Galena. Se puede ensayar la galena que contiene plata, sometiendo el mineral a una copelacion inmediata, aun cuando el mineral contiene 2 a 3 por ciento de pirita, de blenda o de cuarzo. Esta operacion se pudiera efectuar aun

sin añadir plomo; pero en este caso, es de temer que el sulfato de plomo que se forme, cubra el baño, impida la oxidacion, o adhiera al boton de plata. Por esto, mejor es añadir 3½ a 4 p. de plomo, comprendido en este peso el de la hoja de plomo, en la que se debe envolver el mineral que se ensaya. *Adicion de plomo.*

Para evitar cualquiera pérdida que pudiese resultar de la propiedad que tiene la galena de chisporrotear en el fuego, es preciso reducirla a polvo mui fino, y molerla en un mortero de ágata. Se toma 1 o 2 granos de este polvo, se le envuelve en una hoja de plomo, se introduce todo en una copela bien caliente y se cierra la mufla: al instante el mineral empieza a bajar, se funde, y el sub-súlfuro que se forma, sobrenada en la superficie del plomo. Cuando toda la masa ha adquirido la temperatura de la copela, se abre la mufla, y se da aire, pero graduando la corriente, para que de esta suerte no sea demasiado viva la combustion; porque en este caso habria pérdida de algunas partículas de mineral que saltarian del baño. Se ve entonces mucho humo, y queda por algun tiempo la superficie del baño como cubierta de una costra espesa, sólida, convexa, la cual poco a poco va bajando y adelgazándose. Cuando el humo empieza a disminuir, y se aclara, entonces se puede aumentar la temperatura, y se ha de calentar mucho mas que en la copelacion ordinaria, a fin de que el litarjirio que se forma, haga fundir, y arrastre en la copela la mayor parte del sulfato de plomo que se habia formado al principio de la operacion. El plomo se descubre mas y mas, al fin adquiere una superficie limpia y brillante: desde entonces la copelacion se efectua como la del plomo puro, y no ofrece nada de particular. *Operacion.*

De todos los métodos que se dan para el ensaye de las galenas por plata, la copelacion directa es la que da la mayor proporcion o mayor lei de plata: es tambien el método que exije menos tiempo y trabajo. *Ventajas de este método.*

Asi, por ejemplo, en una serie de ensayes citados por Durocher y Malaguti:

2 gramos de galena de Sala copelados con 12 gramos de plomo perfectamente puro, dieron 0.0170 de plata, lo que corresponde a una lei de 0,0085 en plata.

2 gramos de la misma galena fundidos con 3 gramos de flujo

negro, 0,20 de limaduras de hierro y 10 gramos de carbonato de sosa, produjeron en la copelacion 0gr.0155 de plata.

En fin, 2 gramos de esta misma galena fundidos con 1 gramo de salitre, 15 gramos de litarjirio y 10 gramos de carbonato de sosa dieron en la copelacion de 3,70 de plomo que provino de esta fundicion, 0,0157 de plata, lo que corresponde en este caso a una lei de 0,0078, y en el anterior a 0,0077.

Mineral de súlfuro de cobre. Se puede copelar el súlfuro de cobre directamente, añadiendo solo 12 p. de plomo. La operacion se efectua mui pronto; se forman desde luego unas escorias en la superficie; pero dando calor, las mas veces estas escorias desaparecen. Ahora, empleando en lugar de 12 p., 14 a 15 p. de plomo, la copelacion marcha con la mayor facilidad, y no queda ningun indicio de escorias en la copela. En todo caso, la copela se pone negra, pero no se raja.

La copelacion directa de cobre sulfúreo puro o casi puro hecha sobre 1 gr. de mineral, y con adicion de 12 a 15 gr. de plomo, da mejor resultado que el ensaye hecho sobre 5 gr. del mismo mineral, fundiéndolo con litarjirio y salitre.

Plata gris, cobre gris. Entre los minerales que se conocen bajo los nombres de *plata gris* y de *cobre gris*, hai algunos que se pueden copelar directamente: pero, como sucede que las copelas se rajen por el antimonio que se halla las mas veces en estos minerales, es mejor principiar por una escorificacion, añadiendo 4 a 6 p. de plomo.

Cloruro de plata. El cloruro de plata pasa mui fácilmente a la copelacion; pero no se puede evitar que una parte del mineral se infiltre en la copela, antes que se reduzca por el plomo, y que otra pequeña cantidad del mismo cloruro se volatilize: 1 gr. de cloruro perfectamente seco y envuelto en una hoja de plomo de 10 gr. de peso, pasa a la copelacion, dejando en los poros de la copela 0,22, es decir, cerca de la cuarta parte de plata que contiene. Para que el cloruro de plata se reduzca por el plomo, es menester que las dos materias esten íntimamente mezcladas, antes que se sometan a la accion del calor: así, si se funden en un crisol 3 gr. de cloruro, mezclados con 10 gr. de granalla de plomo, envueltos en 8 gr. de hoja de plomo, se obtiene un boton de plomo, que a la copelacion da 2,gr.259 de plata; y por consiguiente no se pierde mas que 0.009, es decir,

menos que 0,004 de plata. Sin embargo, es mejor sustituir en este caso al plomo, una mezcla de litarjirio y galena o una mezcla de litarjirio y carbon, porque de este modo se mezclan mejor las sustancias, y se evita la volatilizacion del cloruro.

§ 4.° ENSAYES DE LAS ALEACIONES DE COBRE Y DE PLATA, POR LA VIA HUMEDA.

Ventajas

El modo de ensayar las aleaciones de cobre y de plata por *la via húmeda*, inventado por Gay-Lussac, tiene la ventaja de dar resultados de una exactitud casi matemática, y de ser, al mismo tiempo, casi tan expeditivo como la copelacion: por esto, es el único método adoptado en los laboratorios de garantia y de la moneda en Francia.

¿En qué consiste el procedimiento?

Este método consiste en determinar la lei de las materias que contienen plata, por la cantidad de una disolucion de sal marina, necesaria para precipitar exactamente la plata, contenida en un peso determinado de aleacion. El método se funda en la operacion siguiente: se disuelve la aleacion en el ácido nítrico, y despues se añade una disolucion de sal marina, cuya densidad o el grado de saturacion está conocido: por esta sal se precipita inmediatamente la plata al estado de cloruro, el cual no es soluble en el agua ni en el ácido nítrico. Precipitada de este modo, la cantidad de plata no se determina por el peso del cloruro, porque el método seria demasiado largo y de poca seguridad, sino por el peso o mejor decir, por el volúmen de aquella disolucion, que se necesita para precipitar exactamente la plata disuelta en el ácido nítrico. Se reconoce que toda la plata se ha precipitado, cuando el licor no se enturbia, ni produce el menor indicio de precipitado al añadir una nueva gota de disolucion de sal marina: 1 miligramo de plata se hace mui sensible en un peso de licor de 100 gramos: se puede tambien distinguir la presencia de $\frac{1}{2}$ miligramo, aun de $\frac{1}{4}$ miligramo en la misma cantidad de licor, con tal que, antes de añadir una nueva cantidad de sal, se deje bien sentarse el precipitado, para que el licor quede perfectamente claro. Ajitado vivamente por uno o dos minutos el licor que se habia enturbiado con la sal, y despues dejándolo por algun instante en reposo, la disolucion se vuelve bastante clara, para que, si hai exceso de sal,

se pueda distinguir un precipitado visible por la adicion de 1 miligramo de plata.

Disolucion normal.

Suponiendo que el ensaye se haga sobre un gramo de plata pura, la disolucion de sal marina debe ser tal, que se necesiten 100 gramos de ella en peso, o bien 100 centímetros, cúbicos (1 décimo de litro) en volúmen, para precipitar toda la plata. Esta cantidad de disolucion se divide en 1000 partes, que se llaman *milésimas*. La lei de una aleacion se da por el número de milésimas de esta disolucion de sal marina, necesarias para precipitar toda la plata contenida en un gramo de aleacion. La disolucion que tiene este grado de saturacion, se llama *disolucion normal*.

Preparacion de la disolucion normal.—La experiencia indica que se necesitan 100 p. de sal marina para precipitar de sus disoluciones 184.25 p. de plata: luego 1 gramo de plata perfectamente puro necesitará 542.74 milígramos de sal marina *seca* y *fundida*. Si, ahora, esta cantidad de sal debe hallarse en cada decílitro de disolucion normal, 100 litros de esta disolucion tendrán que contener 542 gramos 740 milígramos de sal *seca* y *fundida*.

Prepárase esta cantidad de disolucion del modo siguiente: Se vierte sobre una cantidad indeterminada de sal comun agua, en cantidad que no sea suficiente para disolver toda la sal, y se deja por 24 horas esta agua con sal, ajitándolo el todo de tiempo en tiempo. Se filtra, en seguida, el licor claro, y se guarda en un vaso bien tapado con tapa esmerillada. De este licor se toman 100 gramos, pesados en una buena balanza, y habiéndolo evaporado en una cápsula de porcelana o de platina se pesa el resíduo. Supóngase que este último pese 24 gramos; entonces para saber cuanto de este licor hemos de emplear para 100 litros de disolucion *normal* haremos la proporcion siguiente:

$$24 : 100 :: 542.74 : x = 2k.261gr.4$$

Tendremos pues que mezclar 2 quilógramos 261.4 gramos de esta disolucion saturada con 100 litros de agua ordinaria, para preparar un licor tal que cada 100 gramos de este licor precipitarán 1 gramo de plata pura. La mezcla se hace en una tina cuya descripcion se dará luego y se ajita con un ajitador

a propósito. Luego se procede al ensaye de este licor, tomando 1 gramo de plata pura y disolviéndolo en 10 gramos de ácido nítrico de 22 grados. A esta disolucion de plata se agrega una pipeta que mide 100 gramos de disolucion normal recien hecha y se reconoce si todo este gramo de plata se ha convertido en cloruro sin dejar algun exceso de sal o de plata en el licor. Procédese en tal caso del mismo modo que se describirá mas adelante (p. 312) para hacer los ensayes de las aleaciones.

Supóngase que, preparado de este modo el licor, es decir, el que proviene de la mezcla de los 2 quilógramos 261.4 gramos de disolucion saturada de sal comun, con 100 litros de agua, se halla *demasiado débil*, faltándole 5 milésimas: quiero decir, que cada decílitro o 100 gramos de ella precipita solo 995 milígramos de plata; en tal caso, para saber cuanta disolucion saturada de sal hemos de agregar al licor preparado, haremos la proporcion siguiente:

Gr. Pl.	q. Disol.	Gr. Pl.	Gr. Disol.
995 :	2.264 : :	5 :	x=11.36

Tendremos pues que agregar 11 gramos 36 centígramos de disolucion de sal y volveremos a ensayar de nuevo el licor.

Si este licor, en lugar de hallarse *débil* de 5 milésimas, se hallase demasiado *fuerte* de la misma cantidad, tendríamos que agregar agua, y para saber cuanta necesitaríamos añadir, haríamos la proporcion siguiente:

Gr. Pl.	Litr. Agua	Gr. Pl.	Gr. Agua.
1005 :	100 : :	5 :	x=497.51

Es decir, que tendríamos que agregar 497 gramos 51 centígramos de agua.

Considérase como bien preparado el licor cuando no presenta mas que $\frac{1}{2}$ milésima de diferencia en mas o en menos.

Disolucion décupla.

Modo de preparar la disolucion décupla.—Esta disolucion se destina para terminar el ensaye y se vierte por cantidades que representan, cada una, 1 milésima de plata. Se usa este licor cuando se ha tomado para el ensaye un peso de aleacion mayor que lo que corresponde a la lei aproximada de ella. Veremos luego que hai mayor ventaja en terminar el ensaye, añadiendo mas y mas de disolucion de sal, que añadiendo disolucion de plata en los casos en que la sal se hallase en esceso. Para pre-

parar la disolucion décupla se pesa con toda exactitud posible 100 gr. de disolucion normal y 900 de agua: hecha la mezcla, se guarda en un frasco bien tapado. Cien gramos de disolucion normal representan 1000 milésimas de plata; cien gramos de disolucion décupla representan 100 milésimas de metal: luego 1 gr. de esta última corresponde a 1 milésimo de plata.

Cuando tenemos la disolucion normal hecha, nada mas fácil que con ella preparar la décupla. Pero cuando se prepara por la primera vez la disolucion normal y todavia no se ha rectificado este licor, se prepara la disolucion décupla que se necesita para esta misma rectificacion, pesando en una buena balanza con mucha prolijidad 1 quilógramo de agua destilada y disolviendo en ella 542 milígramos con $\frac{3}{4}$ de milígramos de sal *seca* y *fundida*. Se prepara esta última combinando directamente sosa pura con ácido clorhídrico puro, evaporando este licor y fundiendo el resíduo en un pequeño crisol de platina.

Disolucion de nitrato de plata.

Preparacion de la disolucion de nitrato de plata.—Cuando la aleacion que se ensaya no tiene precisamente la lei que se ha supuesto en ella, resultará que en el licor en que hemos precipitado la plata mediante la disolucion normal, quedará un pequeño exceso de esta. Para determinar la cantidad que excede, se emplea una disolucion de nitrato de plata por cantidades tales que cada una represente 1 milésima de plata. Esta disolucion se prepara disolviendo 1 gramo de plata perfectamente pura en la cantidad mas pequeña posible de ácido nítrico y añadiendo a esto tanta agua destilada que el todo pese exactamente 1 quilógramo. Cada gramo de este licor representará 1 milésima de plata, y se destruirá por 1 gramo de disolucion décupla.

El aparato y los útills.

Descripcion del aparato y de los útiles.—El aparato principal consta de esta misma tina cilíndrica de cobre que mide un poco mas de 100 litros, en la cual se guarda la disolucion normal. Esta tina se coloca a unos seis piés sobre el piso y de su fondo parte un tubo horizontal de cobre que lleva una llave. Unese este tubo con un otro igual, encorvado, que baja verticalmente y tiene como un pié de lonjitud; en su extremidad se ajusta una pieza cilíndrica de plata provista de dos llaves y unida con una pipeta de vidrio que mide exactamente, desde su extremidad inferior hasta una raya marcada en la parte de arriba,

100 gramos de licor normal. De las dos llaves que lleva dicha pieza de plata, la una, superior, sirve para dar paso al líquido que viene de la tina; y la otra, inferior, para detener a voluntad este líquido en la pipeta, o dejar que baje mui lentamente, permitiendo que entre de afuera en esta pipeta, con mucha lentitud el aire: de manera que, abriendo esta llave y cerrando la primera, baja mui despacio el licor por el tubo de la pipeta y se observa el momento en que su nivel llega a la mencionada raya. Se mantiene esta pipeta, por medio de un sujetador de madera clavado en la muralla, en una situacion vertical y se la preserva de todo movimiento.

2. Debajo de la pipeta está colocada una pequeña mesa sobre la cual rezbala una carretilla de hoja de lata, barnizada, que sirve para colocar en un instante, debajo la extremidad inferior de la pipeta, el gollete del frasco en que se hace el ensaye. Esta carretilla tiene 8 ½ pulgadas de largo sobre 4 de ancho, y sobre su fondo quedan soldados: 1.° un pequeño vaso cilíndrico, en que se coloca el frasco del ensaye; 2.° una cubeta ovalada destinada a recibir el licor que se derrama durante las manipulaciones; y en fin, 3.° una especie de embudo, en cuya extremidad vuelta arriba, y a la altura de la extremidad inferior de la pipeta, se halla una esponja destinada a recibir la última gota del licor, como lo haremos notar al describir el procedimiento. Esta carretilla debe tener una marcha fácil y arreglada entre dos reglas de madera que le sujetan.

3. A mas de este aparato se necesitan tres pipetas de vidrio, graduadas de modo que segun necesidad se puedan agregar al ensaye 1 o 2 milésimas de disolucion décupla o de la de nitrato de plata.

4. Un ajitador redondo de hoja de lata barnizada, que pueda recibir diez frascos en los lugares cuyos números corresponden a los de los frascos. Este ajitador esta colgado, por su parte superior, de un resorte clavado en la muralla, y en su parte inferior, tiene un otro resorte arrollado en forma de espiral, por medio del cual, tirándolo por abajo, se dá al ajitador un movimiento mui fácil y suave.

5. Un *baño maria* de cobre estañado para doce frascos de ensaye, etc.

¿Cuánta aleacion se toma para cada ensaye?—El volúmen de *Peso del ensaye.*

la disolucion normal que se toma para cada ensaye, es decir, el que cabe en la pipeta hasta la raya, siendo siempre el mismo, no se puede tomar un peso constante de aleacion para los ensayes de diferentes aleaciones; sino que este peso debe variar segun la lei que se supone, y este peso debe ser tal que corresponda a 1 gr. de plata fina.

Para no emplear la disolucion de nitrato da plata que produce comunmente licores difíciles de aclararse, se prefiere aun tomar un peso de algunas milésimas menor que el que se supone en la aleacion: y el cálculo es fácil de ejecutar. Siendo por ejemplo la *lei* prescrita para la moneda de Francia, o la moneda actual de Chile, 900 milésimas de *fino* con 3 milésimas de tolerancia en mas y otro tanto en menos, es claro que en 1000 p. de moneda puede haber solamente 897 milésimas de fino. Por consiguiente se hará el cálculo, suponiendo en la moneda que se ensaye el *mínimun* de la lei, y diremos: si para tener 897 milésimas de fino, se necesitan 1000 de aleacion ¿cuánto de esta misma aleacion se debe tomar para el ensaye, para que dé 1000 milésimas de fino? El cuarto término es 1114.82 y se pesarán 1115 milígramos de aleacion para el ensaye. Ahora, siendo la lei de la antigua moneda de Chile 902, diremos

902 : 1000 ; : 1000 : x=1108.6

y se tomará para los ensayes de la antigua moneda de Chile 1109 milígramos. En cuanto a las obras de los plateros que se permite hacer en Francia solo de dos especies, una de 956 y otra de 800, con una tolerancia de 5 milésimas, se tomarán para los ensayes 1058 milígramos de una y 1257 mg. de la otra.

Operacion. *Descripcion del procedimiento.*—Supóngase que se trata de ensayar un peso fuerte de Chile de este año; tomaremos unos 1115 milígramos de este peso y los introduciremos en el frasco que lleva su número. Se vierte, en seguida, por medio de una pipeta de capacidad conocida, 5 a 6 gramos de ácido nítrico de 32°, y se pone el frasco en el bañomaria que se coloca sobre un hornillo bien encendido. Tan pronto como el metal se haya disuelto, se saca el frasco, se le deja por un momento que se enfrie y se espele de su interior el vapor amarillo nitroso, por medio de un pequeño fuelle a cuya estremidad se adapta un

tubo de vidrio encorvado que se introduce adentro del frasco y se sopla lijeramente. Colócase luego el frasco en la mencionada carretilla; y puesto el indice de la mano izquierda en la estremidad inferior de la pipeta, se abre, primero la llave inferior que da el paso al aire, y en seguida, la otra de mas arriba por la cual viene la disolucion normal de la tina. Con esto, se llena mui pronto la pipeta y cuando se ve que el licor ya se halla un poco encima de la raya, se cierra la llave inferior y se quita el dedo. Entonces se hace pasar la carretilla de la derecha a la izquierda hasta que la estremidad de la esponja toque la estremidad inferior de la pipeta. Mediante esta precaucion se quita a la pipeta la gota de líquido que está al caer y la cual no debe entrar en el ensaye. En este momento se destapa el frasco del ensaye, y se da paso al aire por la llave inferior; siendo el conducto por donde entra el aire en esta llave mui estrecho, baja el licor mui lentamente y se espera el momento en que el nivel de este licor llegue a la raya marcada en el tubo de la pipeta. En este mismo instante, con un empujon lijero que se da a la carretilla, se la pasa mas a la derecha, de manera que, cuando esta carretilla topa contra un sujetador que no le permite seguir su camino, ya el gollete del frasco está precisamente debajo la extremidad inferior de la pipeta. Abrese entonces totalmente la llave inferior por donde entraba el aire y se deja caer la disolucion normal en el ensaye, sin que se separe la última gota, la cual por lo comun no se separa sino mucho despues de haberse vaciado el frasco. Se vuelve a tapar el frasco y se la lleva al ajitador que se pone en movimiento por uno o dos minutos. Al cabo de un minuto y medio, el precipitado de cloruro de plata ya está por lo comun reunido y el licor claro. Sacamos el frasco, lo destapamos, y en el licor mismo se vierte por medio de una de las pequeñas pipetas de que se hizo mencion al describir el aparato, 1 gramo de disolucion décupla, indicado por una raya grabada en esta pipeta. Este gramo representa, como ya queda dicho, una milésima de plata, y si se enturbia el licor, se vuelve a tapar el frasco y a ponerlo en el ajitador. Repetido el movimiento, se le agrega al ensaye un segundo gramo de disolucion décupla y se continuará repitiendo la misma operacion, hasta que al agregar un gramo de licor décuplo no se perciba ningun efecto en el ensaye.

Supongamos que se agregaron 4 gramos de dicho licor para llegar a este resultado; es claro que no entrará en el cálculo la última milésima de licor que no ha producido ningun efecto y es de suponer que de la tercera o la penúltima, la mitad solo se invertió en la precipitacion del pequeño exceso de plata que quedaba y no la totalidad; tendremos por consiguiente solo dos milésimas y media que agregar a la totalidad de licor normal que hasta la *raya* cabia en la pipeta grande y cuya cantidad representa 1,000 milésimas de plata. En otras palabras, precipitamos de nuestro ensaye, por medio de las dos disoluciones normal y décupla, 1002.50 milígramos de plata fina; y como esta plata proviene de 1115 miligramos de aleacion, diremos: si en 1115 p. de aleacion hai 1002.50 p. de plata, en 1000 de aleacion ha de haber

$$x = \frac{1002.50}{1115} 1000 = 899.1$$

Es decir, la lei de aleacion que ensayamos es de 899.10 milésimas.

Ahora, si el primer gramo de disolucion décupla que añadimos al ensaye no causa ningun efecto, es decir, no enturbia el licor, prueba que la lei de la aleacion es inferior a 896,86 milésimas. En este caso emplearemos la disolucion décupla de nitrato de plata, de la cual añadiremos primero 1 gramo para destruir el gramo de disolucion décupla de sal comun que se habia empleado. Se pondrá el frasco en el ajitador y se lo moverá para que se aclare el licor, y en seguida se agregará una por una las milésimas de disolucion décupla de plata, para saber cuantas milésimas de *fino* faltaban a la lei 896.86. Supóngase que, en todo, 5 gramos de disolucion décupla de nitrato de plata hemos agregado, y solo el último queda sin producir efecto. Es natural que de estos 5 gramos tendremos que quitar el primero, el último y la mitad del penúltimo y nos faltarán todavia 2 ½ milésimas a la cantidad de plata que hemos supuesto en la aleacion, y en tal caso, para hallar la verdadera lei de ella, formaremos esta proporcion.

1115 : 997.5 :: 1000 : x.

Es natural que cuando la lei de la aleacion se diferencia mucho de la que hemos supuesto, se prolongará la operacion de

manera que el ensayador no tendria tiempo ni paciencia para continuarla añadiendo milésima por milésima de disolucion décupla y ajitar a cada adicion el ensaye: por esto es que este método sirve mas bien para verificar la exactitud de un ensaye aproximado o de una lei supuesta, que para ensayar alguna aleacion de lei enteramente desconocida.

Suelen tambien abreviar mucho la operacion los ensayadores espertos, juzgando, por la intensidad del precipitado, que al agregar el primer gramo de disolucion décupla se forma en el licor, si antes de ajitarlo se puede desde luego añadir uno o dos gramos mas, evitando de este modo pérdidas de tiempo que se necesita para aclarar los licores.

Correcciones relativas a la temperatura

Como el grado de saturacion de una disolucion de sal pende de la temperatura, resulta que en la misma medida de disolucion no siempre hai la misma cantidad de sal: y por consiguiente, variando la temperatura, se ha de hacer una correccion en la lei que se obtiene directamente; Gay-Lussac ha tratado de hacer para esto una tabla de correcciones aplicables a todos los grados de temperatura; pero comunmente no se hace uso de esta tabla, y se prefiere en el laboratorio de la moneda de Paris, hacer todos los dias por la mañana (antes de principiar las operaciones) un ensaye sobre un gr. de plata fina por medio de las disoluciones décimas, sea de sal marina, sea de nitrato de plata. De este modo se sabe cuantos miligramos de plata fina se precipitan por la disolucion normal; y por el resultado que se obtiene, se conoce la correccion que se ha de hacer en todos los ensayes que se practiquen en el mismo dia.

La práctica ha probado que la presencia de una pequeña cantidad de metales estraños en una aleacion, no influye sobre la proporcion de sal marina, que se necesita para precipitar la plata. Pero, parece que este método no se pudiera aplicar a las aleaciones de plata, que contuviesen una proporcion considerable de cualquier metal, excepto el cobre. Así, D'Arcet ha reconocido que no se pudiera de este modo determinar la lei exacta de unas aleaciones de plomo y de plata: esto proviene de que los cloruros solubles ejercen en jeneral una accion notable sobre la solubilidad del cloruro de plata. Tampoco no se pudiera obtener resultados exactos con aleaciones que contienen un poco de mercurio; porque, siendo poco soluble el cloruro de

este metal, se precipitaria con el de plata; y esto se conoceria por la propiedad que tendria en este caso el precipitado, de no ennegrecerse con la luz.

§ 5. ENSAYES DE PLATA POR LA VIA HUMEDA, MEDIANTE EL IODURO DE ALMIDON.

En los Anales de minas de 1856 (t. X, p. 83), Pisani propone emplear para los ensayes de plata por la via húmeda, ioduro de plata soluble, preparado por el método del doctor Quesneville. Este procedimiento está fundado en la propiedad que tiene el ioduro de almidon de perder inmediatamente su color, cuando se vierte en una disolucion de azotato de plata. La cantidad de ioduro de almidon, descolorido por un volúmen dado de disolucion de plata, es siempre proporcional a la cantidad de plata contenida en este volúmen: por consiguiente, para determinar la cantidad de plata en un licor que se quiera ensayar, bastará introducir en él por pequeñas cantidades, una disolucion *normal* de ioduro de almidon, hasta que un lijero exceso de este reactivo produzca una débil coloracion, sensible.

Hé aquí de qué modo Pisani determina rápidamente la proporcion de iodo en el ioduro de almidon:—"disuelve un gramo de ioduro en agua fria y añade, con una bureta dividida en centímetros cúbicos y décimos de centímetros, una disolucion *titulada* de azotato de plata, que contiene 0g,005 de plata por cada centímetro cúbico. Se vierte esta disolucion hasta que el licor pierde enteramente su color azul, y por la cantidad de plata que se emplea para producir este efecto, se sabe cuanto iodo hai en el ioduro de almidon. Supóngase que contiene 4 p. 100 de iodo; en tal caso 5 gramos de ioduro disueltos en un litro de agua contendrán 0g,200 de iodo que corresponden a 0g,171 de plata y cada centímetro cúbico de este licor corresponde a 0g,000171 de plata.

Obtenida de este modo aproximativamente la *lei* de la disolucion normal, se la determina Pisani con exactitud del modo siguiente. Introduce en una copa 1 a 2 cent. cúbicos de disolucion de azotato de plata, que contiene 0g,005 de plata en cada centímetro cúbico, y agrega a esta disolucion un poco de

carbonato de cal, para tenerla siempre neutra. Vierte en seguida, con una bureta graduada en mitades de centímetros cúbicos, licor de ioduro de almidon, ajitando el todo continuamente. Al principio pierde el ioduro su color rápidamente y el licor toma un color amarillo claro por el ioduro de plata que se forma; pero al fin de la operacion cambia de repente su color y tira algo a parduzco. Párase la operacion mientras todavia persisten restos de un matiz azulejo verdoso; y para apreciar mejor el momento en que precisamente desaparece el color, se aconseja poner, al lado de la copa en que se hace el ensaye, otra en que se vierte ioduro de almidon con un exceso de azotato de plata. Esta segunda copa servirá para comparar su color con el del ensaye y se ve cuantas divisiones de ioduro de almidon se han empleado para producir esta coloracion débil. Repítese la misma operacion cinco o seis veces hasta que se obtengan los resultados exactamente iguales.

Supóngase que el término medio de estas experiencias dá 56 cent. cúb. por cada 0g,010 de plata, un licor en que tuviéramos 0g,005 de plata exijiria 28 cent. cúb. y un otro que tuviera 0g,001 necesitaria solamente 5,"6. Un error de una mitad de centímetro que se emplease de mas, correspondiendo a 0g,00017 de plata, seria insignificante.

Añádese carbonato de cal, para saturar el ácido nítrico libre, el cual obraria siempre un poco sobre el ioduro de almidon, y tambien para apreciar mejor el cambio del color de la disolucion al fin de la operacion; pues mediante el carbonato de cal, se hace mas sensible la coloracion del mas pequeño exceso de ioduro de almidon.

Para analizar por este método una aleacion de plata y cobre toma Pisani 0g,500 de ella y la disuelve en el ácido nítrico puro; en seguida añade agua en cantidad suficiente para tener 100 cent. cúb. de licor y toma solamente 5 cent. cúb. de este licor, que introduce en una copa y lo satura con carbonato de cal. Vierte luego ioduro de almidon y repite del mismo modo el ensaye una decena de veces para obtener la lei de la aleacion, con 2 milésimas mas o menos.

Si se quisiera operar sobre mas que 5 centím. cúb. seria necesario emplear una cantidad de ioduro de almidon mui considerable. En tal caso prefiere el autor obtener, primero, una lei

aproximada operando sobre 2 centím. cúb., y en seguida, toma 50 centím. cúb. del mismo licor, precipita cantidad conocida de plata por una disolucion normal de cloruro de sodio, filtra el licor, y acaba el ensaye por medio del licor normal de ioduro de almidon.

El mismo arbitrio propone siempre que la cantidad de plata que se quiere apreciar pasa de 0g.020. Pero otra dificultad mas grave se presenta, cuando tenemos que determinar proporcion de plata mui pequeña en presencia de una cantidad de cobre mui grande, pues entonces el color de la disolucion debido al cobre no permitiria que se apreciase bien el cambio del color debido al ioduro de almidon.

Libre de este último inconveniente, seria un ensaye cualquiera de minerales de plomo o de aleaciones de plomo platoso solamente: para esta clase de ensayes Pisani aconseja preparar un licor normal mas débil y tomar otras precauciones para cuyos detalles se puede consultar la memoria de Pisani en los citados Anales de Minas.

Apesar de que, segun lo que se acaba de esponer, este método parece ofrecer dificultades e inconvenientes que no presenta el método de Gay-Lussac, y es mas bien un procedimiento analítico, que operacion aplicable al *arte de* ensayador; creo sin embargo que por la prontitud con que se procede, puede el método de Pisani servir para ensayes preliminales por la via humeda, siempre que el ensayador quisiera emplear el método de Gay-Lussac para ensayes definitivos de cualesquiera minerales y pastas de plata.

CAPITULO IX.

ORO.

SECCION 1.ª

Propiedades mas importantes de oro.

Este *metal* es el mas maleable y mas dúctil de todos los metales: es mas blando que la plata y menos tenaz que el hierro, el cobre, la platina y la plata. Su p. esp. segun Berzelius es 19.40 a 19.65. Se funde a 32° p., es decir, es menos fusible que el cobre, y casi fijo en la mas alta temperatura de los hornos. No se oxida a ninguna temperatura ni descompone el agua. El ácido nítrico puro no lo ataca si su grado de concentracion es inferior a 32°; el que marca al areometro 32 a 35° ejerce apenas cierta accion sobre el metal, pero el mismo ácido de 35 a 40° ataca notablemente el oro a la temperatura de ebulicion. Es tambien algo atacable el oro por el ácido nitroso, y completamente inatacable por el ácido sulfúrico. Se disuelve con la mayor facilidad en una mezcla de ácido nítrico y ácido clorhídrico, bromhídrico o iodhídrico. Disuélvese tambien en una mezcla de ácido clorhídrico y crómico o en cualquiera otra mezcla de la cual puede resultar cloro. Para disolver el oro se sucle tomar en las artes 4 p. de ácido nítrico y 1 p. de sal amoniaco: puede tambien emplearse en lugar de esta sal algun cloruro alcaliuo, o bien en lugar de la mezcla de dos ácidos, hacer una de ácido muriático y de algun nitrato. El oro no es atacable por los álcalis ni por el salitre; tampoco por el azufre; pero sí por los persúlfuros alcalinos. En este último caso se forma el súlfuro de oro que se combina con los súlfuros alcalinos, tanto por la via seca como por la via húmeda. El fósforo y el arsénico se combinan directamente con el oro mediante el calor: tambien es atacable este metal por el cloro gaseoso mediante el calor o bien por el cloro en disolucion. Es un metal electro negativo y su equivalente 1243.013.

El oro forma dos *óxidos*: el sub-óxido Au^2O, se obtiene descomponiendo, sin auxilio de calor, el protocloruro por un álcali

fijo, y el peróxido, descomponiendo del mismo modo el percloruro. Ambos se reducen fácilmente por el calor. El peróxido Au^2O^3 forma *auratos* con los álcalis y tierras alcalinas, y produce con el amoniaco materias explosivas. Mezclando una disolucion de oro con una de cloruro de estaño, se forma el precipitado de color rojo purpúreo llamado *púrpura de casio*, que, segun parece, es una mezcla de oro y de deutóxido de estaño.

Forma tambien el oro dos *cloruros*, de los cuales el protoclhoruro Au^2Cl^2 se forma cuando se hace calentar con cuidado el deutocloruro a una temperatura que no pase de 200 a 230 °; el percloruro, Au^2Cl^6, cuando se evapora la disolucion de oro en agua rejia, a una temperatura moderada en bañomaria. Los dos se reducen por el calor, por la luz y por las sustancias orgánicas etc. El percloruro tiene gran tendencia para combinarse con los mas cloruros formando cloruros dobles.

El oro precipita al estado metálico de sus disoluciones por gran número de sustancias, particularmente, por el hidrójeno sulfurado, el carbono, el azoe, por las materias animales o vejetales, por los mas metales, por los ácidos sulfuroso, fosforoso y nitroso; por los fosfitos y sulfitos, como tambien por las sales de subóxido de mercurio, y de protóxido de hierro, por el ácido oxálico y oxalato de amoniaco.

Aleaciones. El oro se alea en todas proporciones con el hierro y se puede soldar el hierro con el oro; se alea tambien con el cobalto y el níquel. Tiene sobre todo mucha afinidad con el cobre, con el antimonio y la plata. El zinc, el bismuto y el plomo hacen disminuir la ductilidad de oro: una media milésima de plomo en el oro altera notablemente su ductilidad. Aléase tambien el oro en todas proporciones con la platina. El oro se amalgama fácilmente (p. 205): el amalgama que contiene 7 p. de mercurio por 1 p. de oro, sirve para dorado.

SECCION 2.ª

Minerales y productos de las artes.

§ 1.° ESPECIES MINERALES.

El oro se halla en abundancia, diseminado en la naturaleza; pero, donde quiera que se encuentre, se halla junto en pequeña

cantidad. Este metal constituye mui pocas especies minerales, y estas especies son:

1.° *El oro nativo*, que comprende las aleaciones de oro con plata y cobre;

2.° *El oro aleado con ródio*;

3.° *El oro gráfico*;

4.° *El plomo oro-telural*;

5.° *El sulfo-telururo de oro y plomo o telururo hojoso.*

1.° *Oro nativo* sea *puro* sea *platoso*. Siempre diseminado en granos, pepitas, hojillas, agujas, y cristalizado en cubos, octaedros, dodecaedros, y otras formas, que derivan del octaedro regular. Su color varia y es tanto mas pálido y blanquizco, cuanto mayor es la proporcion de plata que contiene; su P. esp. es tambien variable de 12 a 19. Es blando, dúctil, flexible, lustroso en la raspadura.

Boussingault ha analizado 12 variedades de oro nativo, las mas de América meridional, y ha admitido sicte combinaciones diferentes, en proporciones fijas, atómicas de oro y de plata.

Hé aquí las principales de estas especies.

	Mal paso. (1)	Rio-sucio. (2)	Hojas anchas (3)	Trinidad. (4)
oro —	0,8824	0,8794	0,8450	0,8240
plata —	0,1176	0,1206	0,1550	0,1760
	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

	Guano. (5)	Transilvania. (6)	Santa Rosa. (7)
oro —	0,7368	0,6452	0,6493
plata —	0,2632	0,3548	0,3507
	1,0000	1,0000	1,0000

(1) Oro de lavadero de Mal-paso, cerca de Mariquita (Nueva Granada): en granos aplastados de un amarillo obscuro. Su p. esp. 14,706.—Tiene como 8 átomos de oro por 1 át. de plata.

(2) Oro de lavadero de Rio-sucio, cerca de Mariquita, en granos irregulares, de un amarillo obscuro. Su p. es. 14,690.

(3) Oro de lavadero, de Hojas-anchas (provincia de Antioquía): en hojas de un amarillo rojizo. Tiene 6 át. de oro por 1 át. de plata.

(4) Oro de lavadero de la Trinidad, cerca de Sta. Rosa de Osos, de color obscuro. Tiene 5 át. de oro por 1 át. de plata.

(5) Oro nativo de Guano, cerca de Marmato (Nueva Granada) de un amarillo de laton.

(6) Oro de Transilvania en cristales cúbicos de un amarillo mui pálido.

(7) Oro de lavadero de Sta. Rosa de Osos, (provincia de Antioquía) de un amarillo pálido que tira a verde. Su p. esp. es 14,149.

G. Rose ha analizado gran número de variedades de oro de Asia y de Europa por un método que consiste en atacar el metal por el agua réjia, y reducir el oro por el ácido oxálico. (Véase la descripcion de este método al fin del capítulo). De estas análisis resulta: 1.° que la plata y el oro, siendo metales isomorfos, se hallan combinados en todas proporciones en la naturaleza; de modo que la proporcion de la plata subiendo desde 0,001 hasta 0,360, la del oro baja en la misma proporcion; 2.° que las mas variedades tienen a mas de la plata, un poco de cobre y de hierro, cuyos metales Rose considera como aleados con el oro; y la proporcion de los dos no pasa de 0,004.

Analizadas por el mismo método nueve variedades de oro de Chile dieron:

	Punitaque. (1)	Casuto. (2)	(3)	Guaicu. (4)
Oro.	0,9162	0,8660	0,8404	0,8569
Plata.	0,0779	0,1320	0,1539	0,1375
Cobre.	0,0023	0,0004	0,0010	0,0004
Hierro	0,0021	0,0018	0,0009	0,0020
	0,9985	1,0002	0,9962	0,9968
Quilates	22 Qs.	20 q. 19g.	20 q. 4 g.	20 q. 13g.

	Andacollo. (5)	(6)	(7)	Morado. (8)	Caren. (9)
Oro . .	0,9600	0,9315	0,9180	0,9671	0,8290
Plata .	0,0310	0,0672	0,0785	0,0329	0,1710
Cobre .	0,0016	0,0015	0,0017	—	—
Hierro.	0,0013	0,0003	0,0018	—	—
	0,9939	1,0005	1,0000	1,0000	1,0000
Quilat.	23 q. 1 g.	22q. 8 g.	22 q. 1 g.	23 q. 5 g.	19 q. 21g.

(1) Oro de lavadero de Punitaque: oro grueso de color amarillo subido, limpio en la superficie; los mas granos aplastados, otros como fibrosos, con pequeños granitos de cuarzo en el interior. El oro aunque reducido a láminas las mas delgadas posible, dió 0,001 de cuarzo.

(2) Oro de lavadero de Casuto:—en pedacitos de 1 a 2 decígramos de peso mui porosos, con manchas negras en la superficie y una arcilla ocrácea en los poros. Este oro se conoce bajo el nombre de *oro crespo* en el comercio, y tiene la reputacion de ser mas pobre que el *oro liso* (3); pero esta opinion proviene de que en la fundicion de este oro se experimenta mayor pérdida que en la del otro, por causa de la arcilla que se halla encerrada en sus concavidades. Este oro proviene del *manto*

amarillo, y se halla acompañado con pedacitos redondos de hidrato de hierro y de granito.

(3) *Oro de lavadero de Casuto*: oro llamado *oro lizo* en pepitas, que tienen comunmente 2, 3, hasta 8 y 10 gramos de peso, y son de una superficie mui lisa, llana, con esquinas redondas. Proviene de la parte mas honda del terreno de acarreo, del *manto* llamado *manto azul*, compuesto de una arcilla azuleja, que se deslie con facilidad en el agua, y en medio de la cual no se ven fragmentos de hidrato o de óxido de hierro y de cuarzo como en los mas lavaderos, solo se ven rodados mui grandes de granito. En la misma localidad se han encontrado *pepas* de oro de mas de 1 libra de peso.

(4) Oro de lavadero de Guaicu (provincia de Talca); de grano grueso, en pedacitos de diverso tamaño, desde 1 hasta mas de 80 centígramos de peso, de color amarillo obscuro, y de superficie áspera, llena de porosidades.

(5), (6), (7). Provienen de los lavaderos de Andacollo, que se esplotan desde tiempos inmemoriales. El oro (5) es oro extremadamente menudo, de color amarillo mui lindo, mezclado con algunos granitos de oro negros en la superficie y otros de cuarzo y de óxido de hierro. El mas puro, despues de haberlo hecho dijerir en el ácido muriático para separar el óxido de hierro, dió todavia en la citada analísis 0,004 de cuarzo en polvo mui ténue, impalpable. Este es el oro que, siendo pegado a los granos de arena y en gran parte embutido en ellos, escapa al primer lavado, y se extrae comunmente de los montones de tierra que quedan despues por muchos años espuestos al contacto del aire, durante cuyo tiempo se descomponen los granos felspáticos, se reducen a polvo; y el oro se disgrega de ellos en el agua. La 2.ª variedad, (6) proviene de una pepita redonda como de 4 gramos de peso, de color amarillo claro, y de superficie mui limpia y pareja. En fin la tercera variedad (7) es oro llamado *oro negro*, que se halla comunmente en granos gruesos y en pepitas, con una superficie desigual, manchada, y a veces enteramente cubierta con una sustancia negra, mui pegada al oro, la cual no es otra cosa mas que hidrato de hierro. Esta sustancia no contiene ningun indicio de cobre, y se disuelve con facilidad en el ácido muriático.

(8) y (9). *Oro de vetas*—Como todos los minerales de vetas de oro se benefician en Chile por azogue, y el azogue que se emplea en el beneficio, contiene siempre plata y otros metales estraños, resulta de esto que no se deben considerar los resultados de las citadas análisis hechas del *oro en pella*, es decir, del oro que resulta de la destilacion de las amalgamas, como composicion del oro que se cria en las vetas, sino como lei de las pellas de oro que se encuentran en el comercio. Estas análisis han sido hechas por incuartacion, copelacion y el método de apartar por la via húmeda, sin investigar la presencia del cobre y del hierro.

Resulta de las citadas análisis del oro del lavadero:—1.° que todo oro de lavadero en Chile contiene unas 2 a 3 milésimas de cobre y de hierro, como todas las variedades de oro del antiguo continente: nos hemos asegurado que estos metales no se hallan en estado de óxidos mezclados con el oro, haciendo dijerir de antemano en el ácido muriático y con ayuda del calor, todo oro de lavadero, antes de someterlo a la análisis; y se ha visto tambien que el licor muriático que provenia de estas operaciones preliminares, nunca tenia cobre: 2.° Se vé tambien que los mismos lavaderos dan oro de mui diversa lei: se observa aun, en algunas ocasiones, que los granos del mismo tamaño y de la misma forma se diferencian en el color: lo que denota diversas leyes y composicion del oro:—de modo que, para investigar si el oro y la plata se combinan en proporciones atómicas fijas o en todas proporciones, seria preciso analizar solo pedazos enteros o cristales, y no el oro en polvo o en fragmentos menudos, que son unas mezclas de diversas aleaciones de oro.

Se observa, a mas de esto, que en Chile el oro asi como la mayor parte de los otros metales y minerales nunca se encuentran en cristales, y el oro no presenta en su forma indicio alguno de simetria, mientras en otras partes del mundo se hallan cristalizados: lo que nos hace ver que la misma causa que ha influido para impedir la cristalizacion de las otras materias, se ha opuesto a la del oro.

En fin, citaremos la composicion de algunas especies, que se diferencian mucho de las mas comunes.

		(1)	(2)	(3)
oro	—	0,2800	0,7800	0,9896
plata	—	0,7200	0,0948	0,0016
cobre	—	—	0,1180	0,0035
hierro	—	—	—	0,0005
		1,0000	0,9928	0,9952

(1) Oro de Schlangenber—analizado por el Dr. Fortia;
(2) — analizado por Tomson;
(3) Oro de lavadero de Schabravskoy cerca de Ecaterineburg;—por G. Rose.

Parece que el oro perfectamente fino no se ha encontrado nunca en la naturaleza.

Boussingault ha notado que las aleaciones nativas de oro y plata tienen siempre un p. esp. menor que el p. esp. medio de los dos metales, sacado de las proporciones en que se hallan aleados; y lo que hai de mas particular en esto, es que, las mismas aleaciones siendo fundidas, su p. esp. aumenta mucho, y se acerca al medio.

2.° *Aleaciones de oro y de rodio.* Del Rio ha encontrado entre los minerales de oro de Méjico aleaciones de oro y de rodio, que tienen el mismo color que el oro nativo y cantidades mui variables de rodio, cuya proporcion media es 0,34. Estas aleaciones se disuelven bien en el agua réjia.

3.° *Oro gráfico* (*metal escrito*). Rara vez en masas; mas bien en pegaduras y cristalizado en prismas rombales de 106 a 107°, a veces tan delgados como agujas, y se atraviesan unos a otros en ángulos de 60 y 120°, imitando la escritura oriental. Es de color gris de acero claro, que con el tiempo se obscurece; lustre metálico, raspadura del mismo color y algo mas lustrosa; estructura granuda de grano fino, fractura desigual. Es blando, quebradizo; su p. esp. 5,723. Al soplete, sobre carbon, se funde con facilidad en un globulillo gris; calcinando este globulillo, se produce un humo blanco, que se pega al carbon; y despues, soplando por mas tiempo, desaparece, desarrollando una luz verde o azuleja. Despues de calcinado, queda un grano metálico dúctil, de color amarillo claro. En el tubo abierto, despide un olor picante; se forma cerca del

ensaye humo gris de teluro metálico, y mas arriba humo blanco de óxido de teluro, fusible. Es atacable por el ácido nítrico; y consta segun Klaprotk de:

oro	0,30
plata	0,10
teluro	0,60

Es mui escaso; se cria con cuarzo, pirita, blenda y cobre gris. Hasta ahora solo se ha encontrado en Offenbanya y Nagyag en Transilvania.

3.° *Plomo oro-telural* (*metal hojoso de Nagyag*). En masas, diseminado y cristalizado en tablas hexágonas de superficie lisa y lustrosa, y que se cruzan a veces en figura celular. Es de color gris de plomo negruzco que tira mucho a negro de hierro, lustre metálico, por dentro lustroso: su estructura hojosa perfecta, las mas veces curva, de simple crucero paralelo a las caras mayores de las tablas. Es blando, dócil, tizna algo, un poco fusible; su p. esp. 8,918. Al soplete, sobre carbon, se funde, forma una pegadura amarilla, y queda un grano de oro y plata dúctil. En el tubo abierto, humea con olor sulfuroso, formando un sublimado gris de telurato de plomo encima de la prueba, y mas arriba un sublimado blanco de ácido telúrico, que es mui fusible. Klaproth sacó

oro	0,090
plata	0,005
plomo	0,540
cobre	0,013
teluro	0,322
azufre	0,032

Berthier ha analizado otra variedad de la misma especie, compuesta de

oro	0,067	telururo de oro	0,197
teluro	0,130	súlfuro de plomo	0,729
plomo	0,631	súlfuro de antimonio	0,062
antimonio	0,045	súlfuro de cobre	0,012
cobre	0,010		
azufre	0,117		1,000

1,000

Es por consiguiente una mezcla de telururo de oro con tres súlfuros. Su p. esp. 6,84. Es atacable por el ácido nítrico aún débil.

Hasta ahora no se han encontrado estas especie minerales en ninguna otra parte del globo que en Nagyag en Transilvania; se hallan acompañadas con el oro nativo, súlfuro de manganesa, blenda parda y cobre gris.

4.° *Metal amarillo, oro blanco, plata telural, o telururo hojoso.* Se halla diseminado en agujas, a veces en prismas rectángulos de cuatro caras; comunmente en hojas delgadas. Es de color amarillo, entre amarillo de laton y blanco de plata. Cristales por fuera resplandecientes y lustrosos. Estructura hojosa, crucero paralelo a las caras anchas del prisma; fractura transversal, desigual, de grano fino. Es blando, dócil, quebradizo. P. esp. 10,678. Atacable por el ácido nítrico. Al soplete se porta como el anterior. Klaproth sacó

oro	0,2675
plata	0,0850
plomo	0,1950
teluro	0,4475
azufre	0,0050
	1,0000

Es mui escaso;—se halla con los anteriores en Nagyag en Transilvania.

§ 2.° MINERALES (O METALES) DE ORO.

Produccion del oro.

Ya hemos dicho que el oro se halla extremadamente diseminado en la naturaleza. Toda la costa del Pacífico, la mesa central de Méjico, la de Minas Geraes en el Brasil, el declive oriental de los cerros de Ural y una infinidad de localidades en los dos continentes, suministran todos los años al comercio cerca de 100,000 marcos de este precioso metal, en cuya produccion Chile ocupaba antes el tercer lugar. En efecto, el Brasil era el pais que al principio de este siglo producia la mayor cantidad de oro (28,000 M.); venia despues Colombia, y en particular Nueva Granada, cuya produccion anual subia a 19 o 20 mil

marcos; y en Chile se extraia mas de 11,000 M. anualmente, miéntras ahora la estraccion anual de oro en esta República apénas pasa de 3,000 M.—El pais, que produce actualmente (en 1842) mayor cantidad de oro, es la Rusia: en realidad, desde el descubrimiento de las minas de Ural en 1814, se extraen todos los años en ese pais como 230 pud (18 a 19 mil marcos) de oro. En 26 de marzo de 1826 se halló en los lavaderos de Zlato-Ust una pepa de oro que pesaba 24 libras 12 onzas.

Si se exceptua una cantidad mui pequeña e insignificante de minerales *telurados*, que se extraen de algunas minas de Transilvania, y que se hallan actualmente casi agotadas, el oro en toda esta estension de minas y terrenos auríferos, se halla siempre en estado metálico, siempre aleado con plata, y jamas combinado con azufre, arsénico, antimonio, o algun otro cuerpo *negativo* no metálico. La distincion, por consiguiente, y la clasificacion de los minerales de oro, provienen: 1.° de la diversa naturaleza de los terrenos en que se halla este metal; 2.° de la diversidad de sus criaderos. *Clasificacion.*

Con respecto a los terrenos en que se encuentran estos minerales, se distinguen dos clases de ellos, que son:

(A) *Oro de lavadero,*
(B) *Oro de vetas.*

(A) *Oro de lavadero.* Esta clase de minerales de oro consta de unas capas de arena, guijarro, cascajo, arcillas, y a veces piedras rodadas mui grandes, que constituyen un *terreno de acarreo* o *aluviones* en la superficie de unas rocas graníticas de cuya destruccion provienen. En medio de estas capas o mantos, como dicen los mineros, el oro se halla diseminado en granos, hojillas, cristales, y a veces en pedazos grandes, redondeados, que se llaman *pepitas.* Lo que acompaña comunmente el oro, y hace muchas veces distinguir el manto aurífero de los mantos estériles, son unos pedazos de hidrato de hierro, de cuarzo, de hierro espejado (arenilla) con granitos esquinados de felspato, hojillas de mica y pequeños granitos de cuarzo, en una palabra, fragmentos de las mismas rocas y vetas en medio de las cuales el oro se cria. En otros parajes, como en la costa de Chocó, en los lavaderos de Minas Geraes, y en los de Siberia, los mismos terrenos contienen platina, diamantes, záfiros y *Arenas auríferas.*

otras piedras jemas. Las arcillas que unen todo esto, y son mas abundantes, se deslien con facilidad en el agua; provienen, segun parece, de la descomposicion del mismo felspato, que jeneralmente constituye el elemento principal de las rocas auríferas; y son estas arcillas unas veces ferrujinosas, coloradas, como, por ejemplo, en los lavaderos de Andacollo, de Casa Blanca, de Punitaque, de Catapilco, etc.; otras veces de grano mui fino, blancas, verdosas o azulejas, como en Casuto.

En jeneral, las arenas auríferas se distinguen de las arenas estériles de los rios y de las playas, por su grano mas esquinado, grueso, que indica la proximidad de los cerros y de las vetas, de cuya destruccion provienen; se distinguen tambien de la arena *terciaria*, que comunmente cubre los llanos, o constituye capas mui gruesas en los valles y en las embocaduras de los rios y en la costa, por ser esta última casi siempre caliza, muchas veces terrosa, o de grano mas redondo, con fragmentos de conchas y mariscos, mientras la verdadera aurífera en Chile, no contiene restos orgánicos, ni hace efervescencia con los ácidos.

Los terrenos de lavaderos de Chile se hallan siempre en medio de los cerros graníticos; forman mesetas de poca estension y a diversas alturas; son por lo comun mas elevados que los llanos terciarios de la costa, y siempre se hallan rodeados de unos cerros donde se trabajan o se habian trabajado vetas de oro. Estos terrenos tienen comunmente 20, 30, hasta 40 varas de grueso, y a veces cubren apenas la roca, o llenan unas quebradas angostas, mui hondas, como son los del Hierro Viejo (Petorca). En medio de estos terrenos el oro se halla diseminado de un modo mui irregular; y a veces se halla en todo el grueso de los *aluviones:* sin embargo, parece que la mayor riqueza o el verdadero *manto*, se halla siempre en la parte mas baja del terreno de *acarreo*, en donde este descansa en la roca firme, en el granito mismo. Como al mismo tiempo es por donde se filtran comunmente las aguas subterráneas, resulta de allí que casi siempre el laboreo de estos mantos se halla inundado por las aguas, que sirven al mismo tiempo al lavado y extraccion del oro.

Hai lavaderos en que todo el oro que producen, es oro grueso, unas veces en pepitas redondas, lisas, otras veces en peda-

citos porosos, (crespos). En este caso se hallan los principales lavaderos de Casuto, cuyo *manto* azul, asi llamado por el color de las arcillas que lo constituyen, se halla en contacto con la misma roca firme, granítica, y en medio de unos rodados inmensos graníticos. Otros lavaderos, como los de Andacollo, producen mucho oro menudo de una lei mui subida, y casualmente se hallan pepas grandes. Los mismos lavaderos, como ya se ha dicho, producen oro de diversa lei.

Lei del las arenas auríferas.

Si se exceptuan los granos gruesos de oro, diseminados de un modo mui desigual, y que por esto no pueden entrar en el avalúo de la lei de las arenas auríferas, que constituyen la masa principal de los *mantos*, el comun de estas arenas en Chile rara vez tiene mas de una onza de oro por 64 quintales.—En este caso se hallan las mas arenas auríferas de Andacollo, las de las inmediaciones de Valparaiso, de Casa Blanca etc. Hai sin embargo tierras en que el oro es tan menudo, tan pegado a los granitos de arena, y encubierto a veces con hidrato de hierro, que, aunque no presenten casi nada a la vista, dan sin embargo una lei mui subida en los ensayes por fundicion. Se pueden, por ejemplo, citar unas arenas auríferas de Casa Blanca, de color rojo de ladrillos, de grano mui pequeño pero esquinado, cuyo *comun* bien molido y revuelto da a veces hasta $\frac{42}{100}$ de libra (42 castellanos) de oro por cajon.

Es digno de notar que, aun en los paises donde las arenas auríferas se benefician en grande, y producen riquezas inmensas, como, por ejemplo, en los lavaderos de Rusia, o bien en los del Brasil, la lei media de estas arenas no es mayor que la que se observa en Chile. Asi, en una memoria comunicada a la reunion de los naturalistas en Iena, (en 1826) por el jeneral Tscheffkin, se ve que la lei media de las tierras auríferas de Ekaterinenburg en Rusia, no pasa de $\frac{72}{96}$ zolotnik por 100 pud (lo que corresponde a una lei de 0,0000071=$4\frac{1}{2}$ castellanos por cajon).

(B) *Oro de vetas*. Los minerales de oro, que se extraen de las vetas, se distinguen y se clasifican por la diversa naturaleza de sus criaderos. Desde luego se deben distinguir:

(a) *Los metales de oro propiamente dichos*, es decir, los que no se benefician sino por oro;

(b) *Los metales de plata auríferos*, que se benefician por plata, y en cuyo beneficio el oro hace un papel segundario.

(a) *Los metales de oro propiamente dichos* son de dos especies: en unos, el oro tiene por criaderos el hidrato de hierro, el cuarzo, el hierro espejado, unas arcillas ocráceas, a veces los carbonatos de plomo y de cobre: estos minerales se llaman comunmente *metales de color de oro:* en otros, el oro se cria en medio de la pirita de hierro, del cuarzo, de la blenda, a veces con la pirita cobriza y otros minerales de cobre, con el sulfo-arseniuro de hierro, con la galena etc.; y estos minerales se llaman por los beneficiadores *metales de bronce.*

En jeneral, casi siempre las dos clases de minerales se hallan en unas mismas vetas, con la diferencia de que aquellos ocupan la parte superior de ellas, y los segundos aparecen en hondura. Los primeros son casi siempre de un beneficio mas fácil que los otros, porque, si se les aplica el método mas sencillo del lavado, la diferencia mui grande entre el peso específico de los criaderos, que es de 3 a 5, y el del oro, que varia de 12 a 19, hace que la separacion del último metal se verifica pronto y completamente; y si se emplea el método de amalgamacion, no habiendo en los minerales ningun súlfuro, el mercurio no se destruye y se apodera con mayor facilidad del oro.

Metales de color de oro.

Metales ferrujinosos.

El mas comun de todos los minerales de esta clase es un mineral de hidrato de hierro con criadero de cuarzo y hojillas de oro, o bien un cuarzo poroso, a veces escoriáceo, liviano, mezclado con una arcilla ocrácea amarilla o rojiza y con pequeños granitos de oro. Se observa que, en jeneral, un cuarzo compacto, macizo, denso, con poco hierro, es estéril, o forma minerales mui pobres, mientras el mismo cuarzo, heterojéneo, mezclado con mucho hidrato de hierro y poroso, contiene mas oro. Otra observacion, que se debe a los mineros prácticos, es esta;—siendo el oro, en la mayor parte de estos minerales, en hojillas mui delgadas o granitos pequeños, y diseminados mui desigualmente, este oro se percibe a la simple vista, aun cuando la lei del mineral no llegue a una media milésima de oro por unidad de mineral. Por

esto corre un antiguo adajio entre los mineros, que, para que un metal de color de oro dé una libra de oro por cajon (64 quintales), es preciso que tenga oro a la vista. En efecto, esta opinion, que parece inverosímil, si se considera que en cualquier mineral de plata que tenga plata a la vista, la lei no puede bajar de 20 a 30 libras por cajon, esta opinion, digo, se verifica en los ensayes por la via seca. Así, un mineral de las inmediaciones de Coquimbo en que se veia diseminado en algunas partes el oro en hojillas mui menudas, dió en un ensaye hecho por fundicion con toda la prolijidad posible 0,00016=102 castellanos por cajon. Unos minerales ferrujinosos negros de Aconcagua, que anunciaban a la poruña oro mui menudo,

dieron — — — — — 6½ casts. p. c.
otros de la misma clase de Huascol Alto — 42 id. id.
otros de color amarillo de la mina del Toro
en Andacollo — — — 40 id. id.

Es de observar que el oro de estos minerales es casi siempre de una lei mui elevada, y casi siempre mui menudo.

Pero, a mas de estos minerales *de color*, que son los mas comunes en Chile, hai otros, cuya naturaleza, con respecto a los criaderos, es mui distinta, y son unas veces:

Metales cobrizos.

Metales de color de cobre con oro a la vista, como suelen salir en una que otra colpa los minerales de cobre de Tamaya, de Punitaque etc.

Otras veces, *metales de color de plomo*, que son unas mezclas de carbonato de plomo con carbonato de cobre, y muchas veces con galena.

Metales plomizos.

Estos últimos merecen particularmente la atencion de los mineros: en primer lugar, porque suelen a veces tener una lei considerable de oro; y segundo, porque se pudiera con facilidad estraer de ellos el oro aleado con plomo, fundiendo estos minerales en hornos de manga o de reverbero. Un mineral de esta clase, procedente de la mina de Garin en el camino de los Púqnios (Copiapó), compuesto de galena, carbonato de plomo y arseniato de plomo, dió en una análisis—

plomo 0,2220=14 quintales 2/10 por cajon;
plata 0,0066=88 marcos por cajon;
oro 0,0000312=20 castellanos por cajon.

Un otro *metal* de carbonato de plomo, de las minas de Copiapó, (no se sabe de qué mina), dió

plomo 0,6100=39 quintales por cajon;
plata 0,0044=54 marcos por cajon;
oro 0,00005=32 costellanos por cajon.

Otro metal análogo, compuesto de carbonato de plomo, y procedente de las provincias del Sud, de unas minas de oro situadas en la hacienda de Cocalan (departamento de Rancagua)

plomo 0,44000=28 quintales 16 libras p. c.
plata 0,00050=6½ marcos — p. c.
oro 0,00005=32 castellanos — p. c.

Una mina de oro en el cerro de Cárcamo en el departamento de Combarbalá, daba tambien esta clase de metales, compuestos de carbonato de plomo y carbonato de cobre, con oro grueso de color amarillo pálido.

En jeneral, el oro de estos minerales es de lei baja, por la plata que contienen, y rara vez se ve a la simple vista.

Metales de bronce de oro.

Los minerales de esta clase son:

(1) Los de pirita de hierro, unas veces pura, con criadero de cuarzo, sin cobre; otras veces mas o menos cobriza;

(2) Los de pirita mezclada con blenda y cuarzo, a veces de blenda casi pura sin pirita, con criadero de cuarzo;

(3) Los mismos mezclados con sulfo-arseniuro de hierro, con galena, y a veces con cobre gris: estos son mas escasos, y solo en algunas minas se hallan casualmente.

(1) *Pirita aurífera.* Los minerales de pirita de hierro aurífera son los mas abundantes y en jeneral, forman el objeto principal de esplotacion en las mas minas de oro. La pirita está casi siempre en masas o cristalizada en cubos u octaedros, y mui rara vez en formas mas complicadas, mientras en las minas de cobre, y de otros minerales que no contienen oro, la misma pirita se halla comunmente en dodecaedros pentagonales, en icosaedros, etc. El cuarzo, que acompaña las piritas auríferas, es por la comun poroso, opaco. El oro está casi siempre en partículas extremadamente pequeñas, de color mui lindo, subido, y mui rara vez

de grano bastante grueso, o de hojas bastante anchas, para que se pueda divisarlo en el mineral no molido, a la simple vista. Solo por el lavado mui prolijo, en la *poruña*, como lo hacen los mineros de Chile, o bien en una canalita inclinada, o un tubo, como lo aconseja Boussingault, se descubre el polvo aurífero.

Este polvo en los minerales de Chile, es en jeneral de una lei mui subida, las mas veces mayor que las del oro de los lavaderos mas inmediatos; y como todo el oro de los terrenos de acarreo proviene de la destruccion de la parte superior de las vetas, se echa de ver que el oro de la superficie o de los *crestones* de las vetas de Chile habrá sido mas grueso y aleado con mayor cantidad de plata que el que se halla en hondura.

Segun Boussingault, las piritas de Marmato en Colombia continen a veces grupos de cristales de oro, que pesan mas de $\frac{1}{2}$ onza; el oro es mui fino; y en jeneral los minerales que se consideran como pobres, pero que dan alguna utilidad siendo trabajados por los negros, contienen 0,0002 de oro, lo que corresponde como a 1 libra 4 onzas por cajon.

Esta lei mui rara vez se encuentra en los *metales de bronce de oro* en Chile; porque los mas dan apenas 40 a 50 pesos de oro por cajon ($\frac{16}{100}$ a $\frac{20}{100}$ de una libra, es decir, 16 a 20 castellanos por cajon). Hé aquí algunos ejemplos.

	En fracciones decimales.	En casts. p. c.
Petorca:—minas del Bronce—piritas de hierro; lei media de los minerales que se benefician	0,0000312	20
Id. piritas botadas en los desmontes. . .	0,0000166	10½
Illapel:—minas del Romero—pirita cobriza con criadero de cuarzo	0,0000250	16
Id. cristalizado en cubos del Chivato . .	0,0000063	
Id. pirita pura, cristalizada en octaedros sin ningun criadero.	0,0000200	12⅕
Id. mina de las Vacas, la mas antigua y mas metalera de Chile:—los metales comunes.	0,0000300	18 a 20
Calco—metal de bronce cobrizo, mezclado con hidrato de hierro y cuarzo. . .	0,0000500	32

Tiltil, bronce con blenda negra, cuarzo cristalizado.	0,0001875	120
Alhue: pirita mui pálida, tiene oro mui platoso (plata 0,0003)	0,000025	16
Illapel: mina de laa Vacas, pirita cúbica	0,000100	64
Huasco alto—bronce *tornasolado*	0,0001000	64
Colchagua, mina de Yaquil, bronce cobrizo	0,0001500	96
Id. mina de la Mula Muerta, pirita . . .	0,0000670	43
Talca de Barraza—metal de bronce con mucho cuarzo poroso y algunas puntillas de oro a la vista	0,000530	339
Andacollo:—mina la Churumata—metal parecido al anterior.	0,000680	392

En jeneral, los minerales de pirita aurífera, que se trabajan y benefician con utilidad en Chile, tienen a lo ménos 0,000025 a 0,00003, es decir, 16 a 20 castellanos por cajon; y todos se benefician hasta ahora solo por el lavado.

En Rusia, en las minas de Ekaterinenburg se utilizan los minerales de una lei cuatro veces menor que aquella; y en el Piamonte hace cuenta beneficiar en unos molinos de amalgamacion, las piritas que no tienen mas que 0,00001 (6 cast. p. c.).

Es admirable la destreza con que los mineros de Chile ensayan los minerales pobres de bronce *á la poruña*, es decir, por el simple lavado en unos cuernos de asta, determinando todo a la simple vista, sin pesar ni el mineral ni el oro; y rara vez yerran de 5 a 6 castellanos por cajon, en lo que los mismos minerales dan en un ensaye mas prolijio hecho por fundicion.

(2) *Metales de bronce con mucha blenda.*

Los minerales que contienen mucha blenda mezclada con pirita, son de la misma naturaleza que los anteriores. La blenda es casi siempre negra, de lustre de vidrio y atacable con mucha facilidad por el ácido muriatico, con desarrollo de hidrójeno sulfurado, sin depósito de azufre: es por lo comun un súlfuro doble de zinc y de hierro. Boussingault ha encontrado en las vetas de pirita aurifera de Candado (cerca de Marmato, provincia de Popayan), una blenda negra, hojosa que se disuelve completamente en el ácido muriático, y contiene 3 átomos súlfuro de zinc por 1 átomo de súlfuro de hierro.

Una blenda de la misma especie se halla en la Leona y la Leonilla, minas de oro cerca de Rancagua. Esta blenda se considera por los mineros como indicio de la presencia del oro en los minerales, sobre todo, cuando se halla mezclada al mismo tiempo con pirita y cuarzo. Una colpa de este mineral, compuesta de mas de tres cuartas partes de su peso de blenda, dió en unos ensayes por la via seca 0,00015=96 castellanos de oro por cajon, a pesar de que no habia ningun indicio de partículas de oro a la vista. La parte de esta blenda, soluble en el ácido muriático, tiene como 8 átomos de protosúlfuro de zinc por un átomo de protosúlfuro de hierro; y las dos citadas especies constan de

	Marmato.		Rancagua.
protosúlfuro de zinc	0,771	—	0,897
de hierro	0,229	—	0,103
	1,000		1,000

No es raro hallar en las vetas de pirita aurífera especies sulfurosas de cobre y tambien con frecuencia hallamos oro a la vista en las vetas de cobre piritoso y cobre abigarrado, pertenecientes a la parte litoral granítica de las dos provincias septentrionales de Chile. La razon de esta asociacion de los dos metales es que en esta parte litoral de los terrenos compuestos de rocas graníticas y porfíricas no estratificadas se halla el *yacimiento* de los mejores criaderos de oro y cobre. Así se sabe que mui a menudo salen de las mui ricas minas de cobre de Tamaya muestras de cobre abigarrado con granos y puntillas de oro; igual caso se observa en las minas de Punitaque donde en una pequeña estension de terreno existen vetas de cobre, de oro y de mercurio.

(3) *Metalcs de bronce cobrizos.*

Pero de ninguna parte, que yo sepa, se extraen minerales de esta naturaleza, mas ricos en oro, que de las minas del Altar, situadas en el departamento de Ovalle, provincia de Coquimbo. Son por lo comun estos minerales unas mezclas de pirita, blenda y galena; pero en partes, aparece tambien en ellos cobre gris antimonial platoso y aurífero. Sucede en este caso, lo que muchas veces he oido decir a los mineros, que mientras mas *revuelto*, mas heterojéneo, y de mayor número de especies minerales compuesto es el mineral, mas promete y mas oro

contiene. Sin embargo, la lei de estos minerales tanto en plata como en oro es mui variable y para dar una idea del contenido de ellos, citaré los siguientes resultados de los ensayes hechos sobre un gran número de muestras sacadas de las citadas minas.

			por cajon.
Cobre gris puro, amorfo, dió al ensaye:			
	en plata	0.0089	114 M.
	en oro	0.0001	64 C.
Mezcla de este cobre gris con galena y pirita			
	plata	0.0015	20 M.
	en oro	0.00005	32 C.
Mezcla de cobre gris, galena, blenda y pirita (a 60 varas de hondura)	plata	0.0039	50 M.
	en oro	0.0001	64 C.
Mezcla de galena, pirita y blenda (a 65 varas de hondura)	oro	0.0001	64 C.
Igual al anterior, a mayor hondura	oro	0.0001	64 C.
Igual, mas pobre en partes metálicas	oro	0.000075.	

Minerales de plata aurífera en Méjico.

(b) *Metales de plata auríferos.* Los mas minerales de plata de los dos continentes son auríferos, y la plata que proviene de su beneficio, es casi siempre aleada con un poco de oro. Sonnenschmid hablando de los minerales de Méjico, dice en su tratado de la amalgacion: — "En muchas ocasiones el oro acompaña a la plata de los minerales en tan poca cantidad, que, si los dos metales se revolviesen, no haria cuenta volverlos a apartar: para remediar este inconveniente, se introduce, cuando se muelen minerales, en cada tahona (trapiche) una corta porcion de azogue, que manteniéndose en el fondo y en las hendiduras de las piedras, se traba continuamente con el asiento metálico mas pesado, y extrae asi la mayor parte del oro que contiene el mineral, junto con alguna plata. Como esta amalgama o pella se mantiene en el fondo y en las hendiduras de las tahonas (de la solera), no hai riesgo de que se saque con las lamas que diariamente se descargan. Cada ocho o quince dias se junta esta amalgama, raspando con unos hierros hechos a propósito para esta operacion, todas las hendiduras de las tahonas. Despues se limpia, se quema y se afina en un pequeño horno de afinacion que llaman fuelle, resultando plata

con considerable lei de oro. Pero este método carece de exactitud por no extraer siempre todo el oro, lo cual es tan a la vista, que a veces, en deslamando los residuos de la amalgacion o beneficio del patio en una jícara (achua), se observa una ceja de oro vírjen."

Segun Humboldt, casi todas las vetas de plata de Méjico contienen oro; y la de Guanajato da como un marco de oro por cada 360 marcos de plata. En Villalpando cerca de Guanajuato, en la mina de Santa-Cruz, la veta principal se halla atravesada por un gran número de pequeñas *guias* terrosas (guias podridas), tan ricas en oro, (a pesar de que este metal es invisible), que para evitar robos, se obliga a los mineros, a que se bañen en una gran tina, al salir de las minas.

Minerales de plata aurífera en Chile.

En Chile, no todas las minas de plata tienen oro: aun se puede decir que, en jeneral, las que producen mucha plata córnea o amalgama nativa, no anuncian ningun indiciode oro en sus minerales; y la plata que proviene de su beneficio, no es aurífera. En este caso se hallan las minas de plata de Chañarcillo, de Agua Amarga y de Arqueros: y como estas son las minas principales de Chile, resulta que la industria de apartar el oro de los minerales de plata, no se conoce hasta ahora en esta república. Sin embargo las demas minas de plata que se hallan mas a la cordillera, y dan plata sulfúrea, antimonial o arsenical, y todas aquellas de donde se sacan los minerales cobrizos o plomizos, son auríferas; y la plata que se extrae del beneficio de estos minerales, contiene oro. Asi, los minerales de súlfuro de cobre con galena y blenda de las minas de plata de San Pedro Nolasco, de Catemo, de San Antonio; los mas de cobre gris, de galena y de cobre abigarrado de los departamentos de Combarbaiá y de Elqui, y tambien casi todos los minerales de galena y de carbonato de plomo, como los de Rapel, de Paiguano, de Chapilca etc.; todos esos minerales ensayados por plata, dan comunmente un boton de plata, que no se disuelve enteramente en el ácido nítrico, y deja siempre nn pequeño residuo de oro.

En cuanto al lecho de los diversos minerales de oro en Chile, se puede decir que, en jeneral, las vetas de oro propiamente dichas se hallan en los terrenos graníticos no estratificados, en las rocas que en jeneral constituyen la costa del Pacífico y la

parte mas elevada de los Andes, y que se conocen en la jeolojia bajo la denominacion de *rocas primitivas*, *rocas de sublevamiento*, *rocas de cristalizacion*. En efecto, sobre estas rocas descansa el terreno segundario de los Andes, como tambien la mayor parte de los terrenos terciarios; y en donde quiera que rompan estas rocas algun terreno estratificado, suelen aparecer en ellas vetas de oro y de cobre. Estas últimas, segun parece, son mas modernas que aquellas, porque se ha observado en varias ocasiones que, apareciendo una veta de cobre en medio de las minas de oro, este último metal desaparecia, o sus minerales disminuian considerablemente de lei. Ahora, con respecto a los minerales de lavaderos, ya se ha dicho que estos se hallan en los terrenos, que provienen de la destruccion de los anteriores; mientras los minerales de plata aurífera tienen su lecho enteramente distinto, en medio de unos terrenos estratificados, las mas veces porfíricos.

Minerales de plata aurífera en Chile.

SECCION 3.ª

Modos de ensayar.

§ 1.º CLASIFICACION DE LAS MATERIAS Y EXPRESION DE LA LEI.

Entre las materias que contienen oro, tenemos que distinguir:

Clasificacion. 1.º Las que no pueden pasar inmediatamente a la copelacion; como son los mas minerales, algunas aleaciones, las cenizas de los plateros etc.

2.º Las que pasan a la copelacion: tales son algunos minerales, como la galena, los telururos etc. y las aleaciones del oro con aquellos metales, que se pueden separar de la plata por esta operacion;

3.º Las aleaciones del oro con plata y platina, las que no se pueden ensayar exactamente sino por la via húmeda.

Expresion de la lei. Hai tres modos de expresar la lei de las materias que contienen oro:—el primer modo se aplica indistintamente a todas

las materias, sea a los minerales, sea a las aleaciones; y este modo consiste en expresar la proporcion de oro que hai en una materia, en fraccion decimal de la unidad, como se hace para las aleaciones de plata. Asi, la lei de un mineral 0,00025 quiere decir que en cada cien mil partes de mineral hai 25 partes de oro.

En fracciones decimales.

El segundo modo, que se usa comunmente en Chile, se aplica solo a los minerales de oro, y consiste en expresar cuantas libras y fracciones de libra de oro hai en un cajon o en cada 64 quintales de mineral. En esto, la libra se divide en 2 marcos=100 castellanos=800 tomines=9600 granos. Para trasformar una lei expresada en fracciones decimales, en otra expresada en libras, castellanos, tomines etc., tenemos que multiplicar la misma fraccion decimal que es la expresion de la lei, por 6400: en este caso las unidades expresan el número de libras; y las dos primeras cifras decimales, el número de castellanos de oro que hai en un cajon o en cada 64 quintales de mineral. Supongamos que el mineral tenga una lei de 0,00151 de oro; multiplicando esto por 6,400, resulta 9,664: lo que quiere decir que hai 9 libras, 66 castellanos y 4/10 de un castellano de oro en cada 64 quintales de mineral; y como en cada castellano hai 8 tomines, la fraccion 4/10 de un castellano es=8 veces 4/10=3 tomines 2/10 de 1 tomin de oro. En fin, habiendo en cada tomin 12 granos, la fraccion 2/10 de 1 tomin es igual a 12 veces 2/10=2 4/10 granos. Ahora, para trasformar una lei expresada en libras, castellanos, tomines y granos, en otra que sea de fracciones decimales, es preciso reducir los castellanos, tomines y granos en fraccion decimal de una libra; se agrega esta fraccion al número de libras, y se divide todo por 6400.

En castellanos.

El tercer modo de expresar la lei de oro, se aplica solo a las aleaciones; y en lugar de expresar la proporcion de oro en fracciones decimales, es decir, en milésimas o diez milésimas, lo que hace suponer que la unidad se divide en mil o diez mil partes, se supone que la misma unidad se divide en 24 partes que se llaman *quilates*, y cada quilate en 24 partes llamadas *granos*: de modo que en este caso la unidad se divide en 24 veces 24=576. Si se pregunta ahora ¿cuantos quilates y granos dará un oro de 0,900, que es la lei de la moneda de oro en Francia

En quilates.

y en Chile? Diremos: 1000 es a 24 como 900 es al número de quilates que se busca, y que es 24 $\frac{900}{1000}$=21 6/10 quilates. Para reducir la fraccion 6/10 de un quilate en granos, como en cada quilate, hai 24 granos, se multiplica esta fraccion por 24, y tendremos 14 4/10 granos. La conversion de los quilates y granos en partes decimales se hace observando un órden inverso. Si se pregunta cuantas milésimas dara el orode 21 quilates, que es la lei de la antigua moneda de oro en Chile y en todas las Américas ántes españolas, se dirá:

24 : 1000 : : 21 : x=875.

Se advierte que, mientras en España y en Inglaterra se divide el quilate en 24 partes, en Francia y en Holanda se divide en 32.

§ 2.° MATERIAS QUE NO PUEDEN PASAR INMEDIATAMENTE A LA COPELACION.

Método jeneral. Se ensayan estas materias del mismo modo que las que contienen plata, por escorificacion, por fundicion despues de haberlas calcinado, o por fundicion sin calcinarlas préviamente; y como son ordinariamente mui pobres de oro, se deben tomar para el ensaye a lo menos 25 gr. en vez de 10 gr., que bastan para los ensayes de plata. En jeneral, cuando contienen óxido de plomo, se funden con flujo negro: cuando se componen solo de sustancias oxidadas, pero no contienen óxido de plomo, se funden con flujo negro y litarjirio: cuando constan de un criadero pedregoso mezclado con algunas sustancias oxidables, como son las piritas arsenicales o cobrizas, lo que sucede mui a menudo, se funden entonces con litarjirio, sin agregar reductivo alguno: en fin, cuando constan de sustancias oxidables casi puras, se han de fundir con una mezcla de litarjirio y salitre, a fin de evitar la necesidad de copelar una gran cantidad de plomo. Es necesario que toda la masa esté bien fundida y perfectamente líquida, a fin de que no queden granallas en la escoria; y como la cantidad de esta masa que se ensaya, es mui considerable, conviene dividirla en dos o tres porciones que se funden por separado en unos crisoles que no se deben llenar sino a las tres cuartas partes de

su capacidad. Cuando las sustancias que se ensayan, contienen azufre, importa mucho que la operacion se verifique de tal modo, que todo el azufre se queme por el oxíjeno de los reactivos oxidantes, y no se formen súlfuros alcalinos, porque estos súlfuros retendrian siempre cierta cantidad de oro, que no se les puede quitar ni por el plomo ni por ningun otro metal.—Así, fundiendo con 30 gr. de flujo negro 10 gr. de sulfo-telururo de oro y de plomo que habian producido 0,067 de oro por la via humeda, se perdió como una quinta parte de oro en las escorias:—la misma cantidad de este mineral fundida con 2 gr. de limadura de hierro, perdió en la escoria solo una undécima parte del oro contenido en el mineral; en fin, se ha reconocido que, para no perder oro en las escorias, y para que el plomo que proviene del ensaye, sea libre del antimonio y del teluro, cuyas sustancias harian difícil la copelacion, es preciso fundir este mineral con 20 a 25 partes de litarjirio.

Por esta causa, es absolutamente necesario distinguir en los ensayes de oro, las materias que tienen azufre, de las que no lo tienen; y se ve que los métodos, que sirven para estas últimas, darian resultados mui inexactos en las primeras. Entre aquellas, la que mas a menudo suele ensayarse, es la pirita aurífera; y entre las otras, son las tierras auríferas de lavaderos y los metales de color de vetas, los que merecen un estudio particular de parte del ensayador.

Tierras de lavaderos.

Las arenas auríferas o tierras de lavaderos nunca contienen pirita ni alguna otra sustancia oxidable: por esto, todas se ensayan con la mayor facilidad, fundiéndolas con litarjirio, borax y flujo negro, o bien con litarjirio, potasa o sosa del comercio, borax y carbon. Una de las mezclas que convienen a esta clase de ensayes, es por 1 p. de mineral 1 p. de litarjirio, 1 p. de borax, 1 a 1½ p. de potasa o sosa y 1 gramo de carbon molido, es decir:

50 gramos (1000 granos)	de mineral		50 gr. mineral
50 —	de litarjirio		50 — litarjirio
50 a 75 gr.	de potasa	o bien	50 — borax vitrificado
50 —	de borax		25 — de flujo negro.
1 —	de carbon.		

Metales de color.

Del mismo modo se pueden ensayar los mas *metales de color*, con la diferencia de que, habiendo en ellos por lo comun mu-

cho peróxido de hierro y a veces peróxido de manganesa, cuyos óxidos con el contacto del borax y del carbon pasan al estado de protóxido, es menester agregar mucho mas reductivo: en algunos casos, 3 a 4 veces mas de lo que se emplea en el caso anterior; porque en este caso, una parte de carbon se quema por el oxíjeno de los citados óxidos. Solo se advierte que, antes de adoptar este método, es preciso asegurarse bien que en el mineral que se ensaya, no haya ningun vestijio de pirita, lo que sucede mui rara vez: y en caso que hubiese algunas partes piritosas, es menester calcinar de antemano el mineral, y aumentar al fin de la operacion el fuego, para descomponer completamente el sulfato.

Súlfuros alcalinos.

Pirita aurífera.—Los antiguos docimasistas se aprovechaban de la propiedad que tienen los súlfuros alcalinos, de disolver el súlfuro de oro, para hacer ensayes de piritas auríferas; pero los métodos fundados en esta propiedad, son menos exactos y menos cómodos que los que se han indicado en los modos de ensayar las materios arjentíferas. Schlutter aconseja de mezclar la pirita aurífera con 3 p. de potasa perlasa, de hacer caer la mezcla por pequeñas porciones en un crisol enrojecido por el fuego, y de fundir todo despues rápidamente. Despues de esto, él hace moler la materia fundida, la hace desleir en el agua y filtra. El oro, segun la operacion de Schlutter se halla en este caso completamente disuelto; y para separarlo del licor, no hace mas que *saturar* la disolucion con vinagre. Entonces el oro se precipita, mezclado con nna gran cantidad de azufre; y del residuo se obtiene oro puro, sea calcinándolo sin agregar cosa alguna, sea agregando un poco de plomo, para que todo se una en un glóbulo, que se ha de someter despues a la copelacion ordinaria.

Acido nítrico.

Sage aconseja de hacer hervir las piritas aurífera con 12 v. su peso de ácido nítrico, de someter despues el residuo que no se disuelve, a la escorificacion ordinaria, descrita en el capítulo anterior, y de copelar despues el plomo.

Calcinacion.

Boussingault asegura que se pueden ensayar las piritas auríferas con mucha exactitud, calcinandolas completamente, lo que las hace transformarse en un polvo de peróxido de hierro mui liviano; y somete despues este polvo a un lavado prolijo. Aconseja sobre todo adoptar este método,

Lavado.

cuando se trata de reconocer si una pirita contiene oro o no; y para esto basta tomar 40 a 50 granos de mineral, y se lava el óxido que proviene de la calcinacion, en un tubo de vidrio de 5 a 6 pulgadas de largo y como de $\frac{3}{4}$ de pulgada de diámetro: en pocos minutos el oro se une en el fondo del tubo, y se percibe distintamente, aunque no haya mas que alguna partícula de este metal. En todo caso, el oro que se halla diseminado en estado metálico en medio de la pirita, ha de quedar, por este método, enteramente separado de sus criaderos.

Via seca.

En los ensayes por la via seca, dos métodos se nos presentan con preferencia a los demas. El primero consiste en calcinar la pirita del modo mas completo posible, templando al principio de la operacion el calor, aumentando despues el fuego hasta el calor albo, para descomponer enteramente los sulfatos, y fundiendo el residuo con la misma mezcla que se emplea para los *metales de color*, es decir, con litarjirio, borax, potasa o sosa y carbon. El segundo método es análogo al que se ha descrito (paj. 277) para los minerales de plata. Se funde un gramo de mineral con 50 de litarjirio, teniendo cuidado que no caiga en el crisol algun pedacito de carbon durante la operacion: se obtiene una cierta cantidad de plomo; y se saca de esto, por cálculo, cuanto plomo darian 50 gramos de mineral. Se dejan entonces para la copelacion unos 20 gramos de plomo y lo restante partido por 4, indica la cantidad de salitre que se ha de agregar a 50 gramos de mineral, para que todo el azufre del mineral se acidifique sin dar lugar a la formacion del súlfuro alcalino. Ejemplo:—supóngase que 1 gr. de mineral, fundido con 50 gramos de litarjirio, produzca en un ensaye preliminar 4 gr., 53 de plomo: 50 gr. del mismo mineral darian 50 veces 4 gr. 53=226 gr., 5. Dejando entonces 26 gr. de plomo para la copelacion, y observando que 200 gr. de plomo necesitan 50 de salitre para oxidarse, se hará una mezcla de 50 gr. de mineral con 50 gr. de litarjirio, 50 gramos de salitre y 50 de borax, sin agregar *reductivo* alguno.

Litarjirio.

Salitre.

Oro aleado o mezclado con hierro, estaño, zinc, bronce o laton.—Estas aleaciones o mezclas provienen comunmente de los antiguos muebles u objetos de lujo dorados, y que ya no tienen uso. Se ensayan estas materias fundiéndolas con litarjirio o con salitre, y agregando plomo, luego que esten fudidas; o bien

sometiéndolas a la escorificacion con 16 p. de plomo y cierta cantidad de borax. Cuando se emplea este último método, es preciso prolongar la operacion hasta que no quede en el plomo, ni zinc ni estaño; porque estos metales harian despues ahogar la copelacion; o bien el zinc al volatilizarse pudiera causar proyecciones.

Súlfuro de antimonio.

Se puede tambien separar el oro del zinc, del estaño, etc., por medio del súlfuro de antimonio. Se funde para esto el oro en un crisol; y luego que esté fundido, se echa por encima súlfuro de antimonio en la proporcion de 2 a 4 p. segun la cantidad mas o menos considerable de los metales estraños que se suponen en el oro. Se hace calentar lenta y gradualmente, teniendo cuidado de no dejar caer carbon en la materia fundida, porque en este caso podria suceder efervescencia mui viva, y la materia subiria encima de los bordes del crisol. En esta operacion todos los metales, aun la plata, pasan al estado de súlfuro, mientras el antimonio recien separado del azufre, se une con el oro. Se vierte todo en un molde cónico de hierro, se separan los súlfuros del antimoniuro de oro, y se vuelve a fundir este último con una nueva dósis de súlfuro de antimonio. Se repite esta operacion, hasta que se crea que ya no queda ningun metal estraño con el oro, menos el antimonio. Cuando la proporcion de los metales estraños es considerable, se ha de agregar en la primera operacion, a mas del súlfuro de antimonio, azufre.

Oro y antimonio.—Para separar despues el oro del antimonio, se emplean dos métodos. El primero consiste en calentar la aleacion con 3 p. de salitre en un crisol, el cual se cubre con otro crisol, puesto boca abajo, y en cuyo asiento se hace un agujero que se puede tapar a voluntad con un tapon de greda. Se hace calentar gradualmente, principiando por la parte superior, y se dá al fin un golpe de fuego mas activo. Mientras queda algo de salitre no descompuesto, un carbon encendido que se arrima al agujero, arde con una luz viva; y cuando este fenómeno cese de producirse, se puede aumentar el fuego, sin temer que haya proyecciones.

Salitre.

El segundo método consiste en calcinar esta aleacion con el contacto del aire. Se funde para esto la materia en un crisol; y cuando ya tiene calor suficiente, se dirije sobre el baño el

Calcinacion.

viento de un fuelle por una tobera encorvada, con el objeto de oxidar y volatilizar el antimonio. Se principia primero por soplar lentamente, y despues se aumenta mas y mas el viento, y se sigue soplando mientras se produce humo. Cuando el oro se acerca al término de su purificacion, se cubre de una película, como si se solidificase, y entonces es menester aumentar el fuego, y tapar el crisol; pero, luego despues se destapa, y se vuelve a soplar, hasta que al fin se da un golpe de fuego mui vivo, para volatilizar las últimas partículas de antimonio.

Purificacion.

—Muchas veces, para conseguir el oro mas fino posible, se vuelve a fundirlo con $\frac{1}{4}$ de su peso de salitre; y entónces, si el metal es perfectamente puro, su superficie se vuelve lustrosa y absolutamente sin nube.

Estos métodos sirven mas bien para purificar las materias de oro en grande, que para ensayarlas. En efecto, si se tratase de ensayar un antimoniuro de oro, lo mejor seria fundirlo con litarjirio o con salitre, o bien someterlo a la escorificacion y copelar, o bien copelarlo directamente con adicion de plomo, o sin plomo.

Galena.

La galena pura o mezclada con azufre pudiera tambien, del mismmo modo que el súlfuro de antimonio, separar todos los metales aleados con oro; este último quedaria en este caso, solo, aleado con plomo, del cual se separaria por la copelacion; pero, obtenido de este modo el oro, retendria todavia plata, y de ningun modo seria tan puro como el oro que se purifica mediante el súlfuro de antimonio.

Amalgamacion.—Todo lo que se ha dicho con respecto a la amalgamacion de la plata, se aplica a los minerales de oro. Este método se emplea con ventaja en grande, para recojer el oro nativo diseminado en una cantidad mui grande de materias térreas u otras, sobre las cuales el mercurio no ejerce ninguna accion. De este modo se benefician los metales de color de oro en Chile y en otras partes de América, como tambien toda clase de metales en Rusia y en las minas de Mancugnaga y Vinzone en el Piamonte.

§ 3.° MATERIAS QUE PUEDEN INMEDIATAMENTE PASAR A LA COPELACION.

Estas materias son:

1.° Todos los metales análagos a los de plata, que pueden copelarse inmediatamente;

2.° Las aleaciones de plomo, de antimonio, de mercurio y de cobre.

Nada hai que agregar respecto de los minerales, a lo que se ha dicho; tratando de la copelacion de los minerales de plata. Solamente diremos que, siendo por lo comun los minerales mui pobres en oro, y mezclados con criaderos, casi nunca llega el caso de copelarlos directamente y siempre se ensayan por alguno de los métodos descritos en el párrafo anterior. Pocas observaciones tambien quedan que hacer con respecto a las aleaciones.

Oro y plomo.—La copelacion se hace del mismo modo que la de las aleaciones de plata y de plomo; es todavia mas facil, y no necesita tantas precauciones; porque el oro no es volátil, no atraviesa las copelas, no produce *vejetacion*, y por lo tanto, la copelacion se debe efectuar a una temperatura mas elevada que la que conviene a la copelacion de la plata: sobre todo, es preciso elevar mucho la temperatura al momento del *relámpago*, para que el oro sea perfectamente puro.

Oro y cobre.—La copelacion de las aleaciones de oro con cobre necesita mucho mas plomo que la de las aleaciones de plata con cobre; porque el cobre tiene mas afinidad con el oro que con la plata. Se admite que, para la misma lei y en las mismas circunstancias, se ha de emplear dos veces tanto plomo para copelar el oro, como para copelar la plata: así, se necesitan a lo ménos 14 p. para ensayar en los hornos ordinarios el oro de la moneda, que tiene 0,100 de cobre. Por otra parte, no hai inconveniente en emplear un poco mas plomo, porque no influye en la pérdida del oro. Sin embargo, por grande que sea la proporcion de plomo que se emplee en la copelacion del oro cobrizo, nunca el boton que se obtiene es completamente puro; y siempre retiene un poco de cobre, aun cuando se lo vuelva a copelar: es lo que se llama *recargo* (surcharge). Esta pequeña cantidad de cobre se puede despreciar

en los ensayes de los minerales; pero es necesario determinarla en el ensaye de las aleaciones. Para esto se ha reconocido que, por la presencia de la plata, se consigue mas fácilmente separar el cobre del oro; como, por otra parte, rara vez sucede que una aleacion de oro y cobre no contenga al mismo tiempo un poco de plata, y como este último metal no se puede separar del otro sino por la via húmeda, por esto las aleaciones de oro y cobre se consideran como materias, que no se pueden ensayar con exactitud sino por la via húmeda; y de ellas se hablará en el capítulo siguiente.

§ 3.° MATERIAS QUE NO SE PUEDEN ENSAYAR CON EXACTITUD SINO POR LA VIA HUMEDA (*)

(A) *Aleaciones de oro, cobre y plata.*

No se puede separar el oro de la plata, y de muchos otros metales que no pasan a la copelacion, sino por medio de ácido nítrico puro, el cual no ejerce accion alguna sobre el oro, y disuelve los demas metales. Pero la práctica demuestra que, para que toda la plata se separe bien del oro, es necesario que la aleacion tenga 3 p. de plata por 1 p. de oro; porque cuando hai mas oro, resulta que, las partículas de plata estando como cubiertas por las de oro, el ácido nítrico deja sin disolverse las últimas milésimas de oro: la práctica demuestra tambien que no debe haber mas plata que la que indica la proporcion citada; porque, cuando la aleacion contiene mas de 3 p. de plata por 1 p. de oro, las partículas de oro se hallan tan divididas, que por la accion del ácido se rompen, se reducen a polvo mui fino, son mui difíciles de juntarse, y se pierden en las manipulaciones.

Incuartacion.

La condicion principal, por consiguiente, es que la aleacion que se quiere ensayar, tenga 3 p. de plata por 1 de oro; y si no las tiene, es menester agregar tanta plata cuanta se necesite para que los dos metales se hallen aleados en la citada proporcion. Esta operacion de agregar plata, se llama *incuartacion*; y se entiende desde luego que es de la mayor impor-

(*) Todo este párrafo es traducido de la obra de Chaudet: *L'Art de l'Essayeur*.

tancia que la plata empleada para esto, sea perfectamente pura: sobre todo, no debe contener oro; y si tiene un poco de cobre, la proporcion de este último metal no debe ser considerable, porque de otro modo la plata que se añade, no alcanzaria a formar las $\frac{3}{4}$ partes de la aleacion, y seria necesario agregar mayor cantidad de este metal.

Aproximacion de la lei.

Se ve pues por lo que se acaba de decir, que, antes de todo, es menester *aproximar* o determinar aproximativamente la lei del oro que se quiere ensayar, porque de esto pende la cantidad de plomo y de plata que se añade al ensaye.

La práctica ha hecho ver que las aleaciones de oro con cobre contienen tanto mas oro, cuanto mayor es el peso específico de ellas, y cuanto mas amarillas son:—se advierte que el color algo verdoso que tienen algunas aleaciones, se debe a la presencia de una cantidad notable de plata. Se conoce tambien que una aleacion tiene mucho oro, cuando se lima con facilidad, cuando resiste a la accion del ácido nítrico, y cuando la accion del fuego no produce en su superficie ninguna variacion notable. Pero el mejor modo de determinar aproximativamente la lei del oro, es ensayar la aleacion en la *piedra de toque*.

Ensayes en la piedra de toque.—La piedra de toque para el oro es la misma que sirve para los ensayes de plata; pero, las *puntas o barritas de comparacion* (touchau) son de diversas ligas, y pueden variar segun la naturaleza de los objetos que se quiere ensayar. Las mas completas constan de tres *estrellas*, de cinco barritas cada una, y en las extremidades de estas se hallan *lentes* de diversas leyes y de diversas aleaciones. Así, las lentes de la primera estrella se componen de aleaciones de oro con plata; las de la segunda, de aleaciones de oro con cobre; y las de la tercera de diversas aleaciones de oro, cobre y plata. Estas últimas son las que se emplean mas a menudo; se llaman *mixtas*, y contienen siempre plata y cobre en iguales proporciones; y solo la de oro varia. Las barritas de las estrellas son de plata; y en ellas, cerca de cada lente, se halla escrita su lei por un lado en milésimas, y por el otro en quilates. Estas leyes son: 583 (14 q.); 625 (15 q.) 667 (16 q.) 708 (17 q.) y 750 (18 q.) esta última es la lei autorizada por los reglamentos en Francia, para toda clase de alhajas, porque rara vez se hacen alhajas de una lei mas subida.

El primer cuidado que se ha de poner en un ensaye de oro por la operacion del toque, es determinar a que especie de aleacion pertenece el objeto que se quiere ensayar, porque entonces se tomará por punto de comparacion la *estrella* que le corresponde. Se *tocará* despues consecutivamente con las alhajas que se someten al ensaye, la *piedra de toque*, observando el órden que se ha indicado en los ensayes de plata, y tratando de cubrir bien la piedra con cada rayita. Se mojarán en seguida estas rayitas con agua fuerte, que se prepara a propósito para el toque, como se va a indicar mas adelante, sumerjiendo en este líquido la extremidad de un tubo de vidrio lleno (es decir que no tiene hueco), y dejando caer las gotas en las partes de la piedra *tocadas*. Si la accion del ácido ha sido nula, y la raya no cambia de color, es prueba que el oro tiene 750 de lei o 18 quilates; si al contrario la raya parece cambiar de aspecto, se debe entonces hacer con la misma alhaja otra raya, y hacer al lado de esta, otras de diversas barritas de la *estrella*, que corresponde a la naturaleza de dicha alhaja, principiando siempre por las aleaciones de lei mas subida, y pasando a las de leyes inferiores, y sometiéndolas todas a la accion del agua fuerte, como se ha dicho antes. Se observa entonces cual de las rayas de la *estrella* se parece mas por su color a la de la alhaja que se ensaya, y por esta similitud se juzga aproximativamente de qué lei es esta última.

Observaciones.—*Sobre los ensayes hechos mediante la piedra de toque.*—1.° Habiendo demostrado la experiencia que este jénero de ensayes no podia dar mas que pruebas inciertas y equívocas de la calidad del oro superior a la calidad de 750 milésimas de fino (18 quilates), han dispuesto las leyes en Francia y en otras naciones que todas las obras que no pueden ensayarse sino con la piedra de toque, vayan marcadas con el punzon de la tercera lei o calidad, que es el que expresa las 750 milésimas de fino (18 quilates).

Precauciones.

2.° La operacion del toque es la que exije mas práctica de comparacion, para distinguir la lei, y mas órden en conservar la razon que debe existir entre los toques y los objetos tocados. En efecto, si el ensayador no conservase con el mayor cuidado el mismo arreglo entre las piezas tocadas que

el que existe entre los toques que ha hecho en su piedra, se espondria a romper piezas buenas, y a admitir otras malas, cuyo inconveniente seria de la mayor importancia.

Preparacion del agua-fuerte por el toque

3.° Habiendo reconocido Vauquelin que el ácido nítrico puro, cualquiera que sea su grado, no tiene accion alguna sobre un oro de 15 a 16 quilates a la temperatura ordinaria, trató de aumentar la enerjía de este ácido, agregándole cierta proporcion de ácido muriático. Algunas personas habian ya reparado que con un poco de muriato de sosa o sal marina se daba mayor actividad al agua fuerte, pudiendo entonces descubrirse la presencia del cobre en el oro de quilates superiores a aquellos en que el agua fuerte pura (ácido nítrico puro) nada indicaba de un modo perceptible. Mas como el *agua fuerte* del comercio jamás es perfectamente idéntica ni por su concentracion ni por su pureza, y por otra parte los ensayadores no le echaban la misma cantidad de sal, resultaba muchas veces un agua fuerte demasiado enérjica o demasiado floja. Vauquelin, despues de haber reconocido que, mientras mas elevada es la lei del oro, mas ácido muriático debe tener el agua fuerte, se dedicó a hacer varios ensayes, de los cuales resultó que la mejor proporcion de ácido muriático que debe mezclarse con el agua fuerte para un oro de menos de 18 quilates, es la siguiente: 98 partes de agua fuerte pura (ácido nítrico) cuya gravedad específica es de 13,40 (37 ° areómetro de Baume), y 2 partes de ácido muriático de peso de 11,73 (21 °, areómetro de Baumé), y 25 partes de agua, todo exactamente mezclado y conservado en una botella de vidrio bien tapada.

Purificacion del aguafuerte.

Para purificar el agua fuerte para el toque, es necesario disolver en ella 3 a 4 gramos de plata por kilógramo, (un adarme de plata por cada libra, poco mas o menos), separar el líquido del poso que se forma en esta operacion, y destilarlo en seguida hasta la última gota.

4.° Aunque el agua fuerte que se emplea para el toque, no ha de atacar sensiblemente un oro de 750 milésimas (18 quilates), sin embargo, cuando hai algunas dudas sobre la lei de una pieza, conviene compararla con la punta o barita aquilatada cuya lei es bien conocida; y por mas práctica que tenga el ensayador en este jénero de trabajos, jamas debe

romper alhaja alguna sin haber consultado sus piezas de comparacion.

5.° Una precaucion que nunca debe omitirse, es la de *morder*, cuanto sea posible, hácia el fondo de la materia del objeto que se toca, porque muchas veces, despues que se le ha dado calor, es mas fina la superficie que el interior; y aún conviene hacer dos toques sobre el mismo punto, a fin de comparar el efecto que hiciere el agua fuerte en cada uno de ellos. Otro cuidado no menos importante es el de tocar en todas las partes de que se compone una joya, sin comprender la soldadura, cuando solo se trata del cuerpo del objeto, pues bastaria que se encontrasen allí algunos átomos de la misma, para que el toque fuese malo del todo, y se tuviese que romper la obra.

6.° El agua fuerte pura (ácido nítrico puro) no debe atacar sensiblemente el oro de 750 (18 quilates); sin embargo, esta inaccion está sujeta al tiempo y a la temperatura; porque 1.° habiendo demostrado la experiencia que el estado termométrico del aire en sus estremos influye de un modo sensible en el agua fuerte y en la piedra de toque, aumentando en un caso la accion de aquella mas de lo necesario, y anulándola enteramente en el otro, conviene muchas veces, antes de principiar el trabajo, hacer prueba del agua fuerte en las agujas o pruebas de comparacion. Si el calor ha dado demasiada actividad al agua fuerte, será necesario echarle un poco de agua: y al contrario, si el frio ha disminuido sobradamente, o anonadado su accion, se restablecerá su temperatura, como igualmente la de la piedra, poniéndolas por algun tiempo en un paraje caliente o sobre una estufa, hasta que estén a 10 o 12 grados de Reaumur. 2.° Si se dejan en contacto estos cuerpos durante algunos minutos, el oro llegará a empañarse; pero comparando estos efectos del agua fuerte con los que produciria la misma en el oro de 708 o sea 17 quilates, y mejor aún en el de 16, se observará una diferencia mui notable. Entonces el toque toma casi repentinamente un color obscuro, que poco a poco se va volviendo verdoso, y casi no deja señal alguna de metal en la piedra despues de enjuta.

Influjo de la temperatura en la accion del agua fuerte

7.° Para *tocar* cualquier objeto, se lo frota lijeramente en la

piedra, hasta formar una capa cargada de dos a tres milímetros (una línea o línea y media) de ancho y cuatro (dos díneas) de largo; se moja despues, como se ha dicho, esta capa con agua fuerte que se estiende con cuidado e igualdad sobre la señal del oro, y se observa lo que sucede por espacio de seis a ocho segundos, cuyo tiempo basta para que el agua fuerte produzca su efecto, y pueda el ensayador conocer la lei del objeto. Si el toque conserva su color amarillo y brillo metálico, es prueba que el objeto tiene los quilates que la lei manda, o que se suponen en la aleacion; pero si al contrario la señal toma un color rojo obscuro de cobre quemado, y si, enjugándose la piedra, disminuye la materia, puede estarse cierto de que el objeto es de una lei inferior.

8.° Cuando la piedra esté cubierta de *toques*, el ensayador los borrará con polvo de piedra pómez y aceite, frotándola con un cuero pegado a un trozo de madera.

Todos estos ensayes mediante *la piedra de toque* necesitan mucha práctica; y aún con la mayor destreza del ensayador, no se puede aproximar la lei a mas de 15 milésimas de la verdadera.

Aproximada de este modo la lei, se multiplica la cantidad de *fino* (de oro) por tres, y el producto indicará cuánta plata fina se ha de agregar para la *incuartacion*. En cuanto a la cantidad de plomo qne se debe agregar para que la refinacion de la pasta mediante la copelacion sea completa, se ha de consultar la tabla siguiente que el Sr. D'Arcet ha hecho para el laboratorio de los ensayes de las monedas en Paris.

TABLA

de las cantidades de plomo necesarias para los ensayes de oro.

LEYES DEL ORO.	Cantidades de cobre aleadas con el oro, segun las leyes que les corresponden.	Cantidades de plomo necesarias para la refinacion completa del oro.	Proporcion en que se halla en el baño la cantidad de plomo con la de cobre.
oro de 1000	0	½ gr.	0
900	100	10 p. o 5	100.000 a 1
800	200	16 o 8	80.000 a 1
700	300	22 o 11	73.333 a 1
600	400	24 o 12	60.000 a 1
500	500	26 o 13	52.600 a 1
400	600	34 o 17	56.666 a 1
300	700	34 o 17	48.571 a 1
200	800	34 o 17	42.500 a 1
100	900	34 o 17	37.777 a 1

Se dice en esta tabla 10 partes o 5 gramos, lo que quiere decir que, para el ensaye del oro de una lei, por ejemplo, de 900 milésimas, no se debe emplear mas que 5 gramos de plomo, porque este ensaye, como en jeneral todo ensaye de oro, se hace siempre sobre un medio gramo de materia y nunca sobre un gramo: por cuyo motivo estos ensayes necesitando mucho mas plomo que los de plata de igual lei, y a mas de esto, habiendo necesidad de agregar una cantidad mas o menos considerable de plata, seria preciso emplear copelas mas grandes, el ensaye seria mas largo, se gastaria mucho ácido nítrico, y la operacion seria mas difícil.

Descripcion del procedimiento.—Habiéndose *aproximado* la lei de la aleacion que se somete al ensaye, se determina desde luego la cantidad de plomo necesaria para la copelacion, y la cantidad de plata necesaria para la *incuartacion*, del modo siguiente: supóngase que la lei aproximada haya indicado 750 milésimas de oro fino por 1000 partes y 250 milésimas de cobre: se buscará en la tabla anterior qué cantidad de plomo corresponde a la lei 750; y en cuanto a la *incuartacion*, se multiplicará 750 mil. por 3; y la mitad de este producto

Incuartacion.

será la cantidad de plata que se ha de agregar, y que en este caso será igual a $3.\frac{0^{730}}{2}$=1gr.125: porque, como se ha dicho, los ensayes de oro se hacen sobre un medio gramo de aleacion.

Copelacion. Se procede entonces a la copelacion; y para esto, se introduce primero en la copela el plomo; y luego que este metal esté fundido, se pone en el baño un medio gramo (10 granos) de aleacion envuelto en un papel con 1 gr. 125 de plata. Se deja la operacion a sí misma, teniendo solo cuidado de mantener el horno en una temperatura un poco mayor que la que conviene a los ensayes de plata. Concluida la copelacion, se deja enfriar el boton; se lo limpia bien despues por debajo con una *brocha*, y se lo achata un poco en el yunque. En seguida, es preciso *recocerlo* un poco, haciéndolo calentar lijeramente en la misma mufla, hasta que el metal se vuelva rojo; y esto, para darle la ductilidad que se le ha quitado con el golpe del

El tirado. martillo. Se hace pasar entonces el boton por el castillejo, tratando de estirar el metal progresivamente en una hoja como de 9 centímetros (3 pul. 10 lin.) de largo, y de 12 a 13 milímet. (6 lín.) de ancho: estas dimensiones varian segun la lei, y deben ser tanto mas grandes, cuanto mas fino es el oro del ensaye. Esta lámina se vuelve a *recocer* en la mufla, con mucha precaucion, teniendo cuidado de que no se funda; y se arrolla

El recocido. en forma de *caracol o espiral*, Es bueno *recocerla* otra vez un poco, para quemar la materia crasa que se ha podido pegar a ella, de los dedos; y luego se introduce el caracol en un matraz de largo cuello, que se llena como hasta la mitad de su *panza* con ácido nítrico de 20 a 22 ° del areómetro de Baumé.

Refinacion húmeda. Se coloca este matraz sobre carbon encendido cubierto de una lijera capa de ceniza, a fin de evitar que se quiebre el vaso

Primer ácido. por un calor demasiado violento. Desde que el líquido entra en ebullicion hasta concluir la operacion, se necesitan 20 minutos. Esta operacion se llama refinacion húmeda (départ): mientras se ejecuta, se exhala un vapor rojo, efecto de la disolucion de la plata con el ácido nítrico o agua fuerte. La hoja arrollada se pone de color obscuro, y pierde de su solidez y consistencia, en razon de los espacios que dejan las partes disueltas de plata. Luego que la plata ha hervido con el oro veinte minutos, se decanta con cuidado la disolucion, procu-

rando no caiga el rollo; y se echa en el matraz nueva cantidad de ácido nítrico puro de 32 °, como la mitad de lo que se ha empleado en la primera operacion. Se hace hervir el ácido segunda vez de ocho a diez minutos, para extraer las últimas porciones de plata que pudieran quedar en el oro; y se advierte que la ebullicion de este segundo ácido no se hace tan sosegadamente como la del primero; porque en la primera operacion, como hai gran cantidad de plata, los gases, que se desarrollan durante su disolucion, determinan la ebullicion del licor mismo; mientras en la segunda, no habiendo quedado mas que algunas milésimas de plata, la ebullicion se produce, y se mantiene solo por el calor: se forman de repente y por intervalos grandes burbujas de vapor de ácido a la vez, y estas se desarrollan con tanta fuerza, que a veces sale del matraz una porcion de ácido líquido, rompiendo el caracol, y haciendo saltar algunas partículas de la hoja. Para evitar este inconveniente, se debe primero, quitar un poco de ácido, si hai demasiado; y en seguida, cuando se observa que el ensaye, despues de haber emitido algunas burbujas grandes, se pára de repente, o empieza a hervir sacudiendo todo el licor y el matraz, se da vuelta lijeramente al matraz sobre el fuego, de manera que se ponga en contacto con el fuego la parte mas delgada del vidrio. En este caso, sucede muchas veces que la ebullicion vuelve a aparecer: porque muchas veces esta dificultad y desarreglo en la ebullicion provienen de la desigualdad del espesor del vidrio. Para remediar este inconveniente, se ha adoptado últimamente en algunos laboratorios un modo mui sencillo, que consiste en introducir en el matraz, despues de haber echado el ácido de 32 °, un pedacito de carbon de leña del tamaño de la cabeza de un grueso alfiler.

Segundo ácido.

Precauciones.

Despues que ha hervido por 8 o 10 minutos este segundo ácido, se decanta como el otro; y se llena el matraz de agua destilada. Pónese entonces la boca del matraz en un pequeño crisol de recocer, se inclina lentamente el cuello, dejando caer el agua; y cuando se ve que llenándose el crisol hasta la mitad, empieza a taparse la boca del matraz, se vuelve éste de arriba abajo con precaucion; y de este modo cae el rollo en el crisol por la misma agua, la cual, soportando una parte de su peso, impide que se rompa. Luego se levanta un poco el matraz, se le

El lavado.

da vuelta con celeridad y destreza, de modo que el agua no tenga tiempo de caer en cantidad capaz de llenar el crisol, y salir por encima. Se vierte el agua del crisol, teniendo cuidado

El recocido. de no dejar escapar el rollito o algunas partículas, que podrian haberse separado; y se hace recocer el oro en el crisol tapado, sobre áscuas, o en la mufla del hornillo de copela. El oro que al salir del agua fuerte, tenia un color obscuro, y estaba quebradizo, disminuye de volúmen, se vuelve dúctil, y recobra su color y brillo metálico con esta operacion. Lo único que queda que hacer entonces para concluir el ensaye, es pesar el rollo para determinar la lei de la materia ensayada, por la disminucion que ha tenido.

Ensaye del oro fino. Tal es el procedimiento que se debe poner en práctica para determinar la lei del oro aleado; pero el ensaye del oro fino exije que se hagan algunas modificaciones, sin las cuales, cuando el oro es verdaderamente de 1000 milésimas, se obtiene casi siempre un *recargo* de 1 a 2 milésimas. En este caso, es necesario laminar el ensaye un poco menos que en los ensayes ordinarios, es decir, dar a la hoja cuando mas 8 centímetros (3 pulg. 5 lín.) de largo; se hace despues hervir el caracol con el ácido nítrico de 22°, solo por unos 4 o 5 minutos, hasta que salga del matraz el vapor nitroso; y en seguida, se hace hervir el mismo caracol sucesivamente, y por diez minutos cada vez con dos nuevas cantidades de ácido nítrico de 32°.

Observaciones.—1.ª *Modo de reconocer la plata en el caracol.* Si en la primera operacion no se ha agregrado bastante plata para que forme las $\frac{3}{4}$ p. del peso de la aleacion copelada; si despues no se ha estirado bastante la hoja; si el segundo ácido no ha hervido convenientemente, o bien si los ácidos que se emplean, son de un grado inferior al que se ha indicado; en tal caso, queda un poco de plata en el oro, y se obtiene una lei demasiado subida. Para saber si en realidad hai algun vestijio de plata en el *caracol*, se lo disuelve en el agua rejia; se agrega despues agua, y se deja la disolucion por algun tiempo en reposo: si entonces se forma, y se asienta en el fondo de la botella una sustancia blanca, insoluble, de cloruro de plata, es necesario volver a hacer el ensaye.

Precauciones. 2.ª Al arrollar el caracol, no se debe apretar demasiado la

hoja, a fin de que las circunvoluciones de la espiral dejen pasar entre sí la luz, porque de otro modo haciéndolo hervir con el segundo ácido, se romperia, y daria un lijero recargo de un cuarto de milígramo.

3.° Cuando se hace el ensaye de un oro casi fino o bien del oro que no contiene cobre, el boton de la copelacion se vuelve tan quebradizo, que no puede laminarse: en tal caso Chaudet aconseja volver a pasar este boton a la copelacion con 1 gr. de plomo, que contenga $2\frac{1}{2}$ por ciento de cobre, y cuya aleacion se hace derritiendo el plomo, introduciendo en el baño cobre en partículas menudas, y echando la masa fundida en un molde; o bien se puede obtener un boton maleable, haciendo pasar en el ensaye 25 milígramos de cobre con 1 gr. de plomo. *Oro quebradizo.*

4.° El ácido nítrico que se emplea en los ensayes de oro, debe ser destilado, porfectamente puro, sin ningun indicio de ácido muriático o de ácido sulfúrico, porque en el primer caso, se disolveria un poco de oro; y en el segundo, habria un pequeño *recargo*, que seria tanto mayor, cuanto mas ácido sulfúrico hubiese.

(B) *Ensaye de oro platoso.*

Estas aleaciones se componen de oro, plata y cobre; pero la plata, en lugar de formar las 4/5 p. de la masa, como sucede en los ensayes de *dorado* o de *plata aurífera*, rara vez constituye mas de 1/10 p. de la aleacion.

Se principia por determinar la lei de la aleacion solo con respecto al cobre que contiene; y se pasa a la copelacion un medio gramo de esta aleacion con una cantidad de plomo un poco menor que la que se necesitaria, si la aleacion no contuviese otra cosa mas que oro y cobre.

Descripcion del procedimiento.—Supongamos que la aleacion que se quiere someter al ensaye, anuncie 900 milésimas de oro unido con plata y solo 100 mil. de cobre: a esta lei, en la citada tabla, corresponden 10 p. de plomo; y por consiguiente, como el ensaye se hace sobre un medio gramo de aleacion, se necesita tomar 5 gramos de plomo. En tal caso, Chaudet aconseja tomar solo 4 gr. o cuando mas $4\frac{1}{2}$ de este metal, segun la proporcion mas o menos considerable de plata que se *Primera copelacion.*

supone en el oro, y verificar la copelacion a una temperatura un poco mas elevada que la que conviene a los ensayes de plata, tratando siempre de concluir la operacion casi en la puerta de la mufla. Se toma entonces el boton, se limpia bien, se pesa; y si la proporcion de plomo ha sido conveniente, el peso del boton ha de ser de 450 milígramos. Concluida esta primera operacion, se toma otro medio gramo de aleacion, que se ha de copelar con la misma cantidad de plomo que se ha empleado en la operacion anterior, pero agregando la cantidad de plata que se necesita para la incuartacion. Es claro que, si la aleacion no contuviese mas que oro y cobre, seria preciso agregar 2700 milésimas de plata, para *incuartar* un oro de 900 milésimas; mas, como se supone que hai en la aleacion 10 por ciento o 100 milésimas de plata, es menester rebajar la lei de oro de 100 milésimas; y entonces quedará una lei de oro de 800 milésimas; y la proporcion de plata necesaria para *incuartar* esta proporcion de oro, será de 2400 mil. Rebajando de esto 100 mil. de plata, que se suponen existir en la aleacion, se reduce la proporcion de plata a 2300 mil.; y lo que corresponde a un medio gramo de aleacion, será solo 1150 mil. Se va a copelar, por consiguiente, 1 medio gramo de aleacion con 1 gr. 150 de plata y la misma cantidad de plomo que antes: se saca el boton, se lo recuece, y se lo estira en una hoja de 7 a 8 centímetros de largo, y se lo vuelve a recocer otra vez: arrollada despues la hoja en forma de una espiral, se hace hervir sucesivamente, primero con el ácido nítrico de 22 ° por veinte minutos, y en seguida con el de 32 ° por 10 minutos: se lava, se recucce, y se pesa como en el caso anterior. Si entonces el caracol o el oro puro pesa 0gr.4, lo que corresponde a 400 mil., la lei de la aleacion ha de ser 800 mil. en oro; y la lei en plata, será 100 mil., atendiendo a que la lei del primer boton, unido el oro con la plata, era de 900 milésimas.

Segunda copelacion.

Refinacion húmeda.

Observaciones.—1.° Se ha observado que, si se copela la aleacion con plomo, antes de agregar la plata de la incuartacion, se pierde 1, 2 y aún 3 milésimas de oro: de modo que es de toda necesidad agregar desde luego la plata de la incuartacion, y restarla despues del peso del boton.

2.° Chaudet aconseja hacer esta clase de ensayes en dos

copelaciones distintas (una de las cuales tiene por objeto el determinar la cantidad del oro unido a la plata; y la otra, la del oro solo) para evitar la necesidad de emplear la plata perfectamente fina de 1000 milésimas, y las pérdidas de este metal, que comunmente son mas considerables mientras mas plata hai en el baño.

3.ª Se entiende que en estos ensayes, del mismo modo que en los anteriores, importa mucho el no excederse en la proporcion de la plata necesaria para la incuartacion exacta de la aleacion; y a mas de esto, se ha de moderar la temperatura a la cual se copela, para no perder la plata.

(C) *Ensaye de las barras de dorado o de plata aurífera.*

Se llaman *ensayes de plata aurífera* los de las aleaciones en que la plata predomina de tal modo, que el oro forma cuando mas la quinta parte de su peso, y las mas veces se halla en una proporcion mui pequeña; porque se ensayan mui a menudo barras de plata, que no tienen mas que una media milésima de oro, y se someten a la *refinacion* en grande, es decir, a la operacion del *apartado*, para separar y extraer este oro de la plata; y la práctica ha demostrado que esta pequeña porcion de oro es capaz de pagar los gastos del beneficio.

El método que se observa en el ensaye de estas aleaciones, es tambien fundado en la propiedad que tiene el ácido nítrico de disolver la plata sin atacar el oro: se ve aun que la separacion se verificaria inmediatamente por medio de este ácido, si no hubiese en las aleaciones otra cosa mas que oro y plata. Pero, habiendo casi siempre con estos metales una cierta cantidad de cobre, es indispensable someter antes las aleaciones a la copelacion, a fin de quitarles el cobre mediante el plomo.

Las barras de *plata aurífera* son siempre blancas, excepto cuando son de una lei mui baja, y contienen mucho cobre; porque entonces tienen un color rojizo. Por esta razon, es necesario empezar por lo que se llama *aproximacion* de la lei; y se copela 1 decígramo (2 granos) de pasta con un gramo de plomo; de esto se saca cuanto plomo se ha de agregar al ensaye, teniendo presente que, por igual lei, es necesario emplear un poco mas plomo para los ensayes de plata aurífera que para los de plata sin oro, porque la misma cantidad de cobre aleada

con oro, necesita mas plomo para oxidarse y absorberse por la copela, que cuando se halla aleada con plata.

Descripcion del procedimiento.—Supongamos que la aleacion haya indicado en un ensaye aproximativo, una lei de 800 milésimas: la proporcion de plomo que corresponde en la tabla a esta lei para los ensayes de plata, siendo de 10 p., y los de plata aurífera exijiendo, como se acaba de decir, un poco mas plomo, tomaremos 11 a 12 p. de este metal, segun la cantidad de oro que se supone en la barra. Los ensayes de esta clase se pueden hacer sobre un gramo, o bien sobre un medio gramo; en el primer caso, se pesará 1 gr. de plata aurífera y 11 a 12 gr. de plomo, en el segundo, 0gr.5 de plata y 6 gr. de plomo.

Verificada la copelacion y enfriado el boton del ensaye, se limpia bien este boton con la brocha, y se pesa; en seguida se achata un poco sobre el yunque con el martillo, y se introduce en un matraz ordinario, el cual se llena hasta la cuarta parte de su panza con el ácido nítrico de 22 °: en el caso en que la aleacion fuese mui rica en oro, seria preciso hacerla pasar primeramente por el castillejo. Se hace hervir este ácido lijeramente, hasta que no quede otra cosa mas que polvo en el fondo del líquido; se deja reposar entónces por algun tiempo, para que se reunan allí las partes del oro; se decanta luego el líquido claro con mucha precaucion; se reemplaza con una nueva dósis de ácido de 32 grados, y se la hace hervir aún por 8 a 10 minutos. Se vuelve a decantar este otro ácido como la primera vez; se llena el matraz de agua pura, y se vuelca en un pequeño crisol de recocer, tomando las mismas precauciones que en un ensaye de oro ordinario. Luego que hayan caido en el crisol todas las partículas de oro, lo que se logra golpeando suavemente en el matraz, se levanta un poco esta vasija, y se vuelve con mucho cuidado, a fin de no mover demasiado el agua que indudablemente sacaria consigo el oro del crisol.

Se deja igualmente reposar el oro en el fondo del crisol; y aún se menea lijeramente el crisol para facilitar la precipitacion del oro, separándolo de las paredes, cuyas asperezas lo detienen: entonces se decanta el agua poco a poco y se hace recocer el metal, como ya se ha dicho antes.

Por la cantidad de oro que se obtiene, se puede conocer la

de la plata, porqne, sabiendo antes la de ambos metales, basta sustraerla de la suma total del boton.

(D) *Ensaye del oro que contiene una pequeña cantidad de platina.*

Las aleaciones de oro y platina siempre tienen cobre; y por esto es necesario tambien principiar por la operacion de *aproximar* la lei, como en los ensayes ordinarios de oro. En caso que no se pudiese determinar esta lei aproximativamente por los caracteres exteriores y propiedades físicas del oro, seria preciso hacer un ensaye preliminar sobre un decígramo (2 granos de pasta) observando el mismo método que se prescribe para los ensayes definitivos.

Descripcion del procedimiento.—Se pesa un medio gramo (10 granos) de la aleacion que se supone compuesta de 800 milésimas de oro, 100 de platina y 100 de cobre; se copela esto con 8 gramos de plomo, al mayor grado de temperatura que se pueda producir en la mufla, y se apunta el peso del boton que ha de contener todo el oro y toda la platina del ensaye.

Concluida esta primera operacion, se copela otro medio gramo de la misma aleacion, siempre a una alta temperatura con 8 gramos de plomo y 1 gr.200 de plata que se agrega para la incuartacion del ensaye. El ensaye en este caso presenta siempre los mismos caracteres que cualquier ensaye ordinario de oro; pero por el aspecto frio del boton, ya se conoce que en él hai platina: la superficie es lustrosa en algunas partes y empañada en otras. Sacado este boton de la copela, limpiado con una brocha y aplanado, se recuece y se estira en una hoja de 7 a 8 centímetros (36 a 40 lín.) de largo; se vuelve a recocer, se arrolla en un *caracol* y se hace hervir con una cantidad suficiente de ácido nítrico de 22° de Baumé. Luego que ha salido el vapor de ácido nitroso, se decanta el licor, el cual por lo comun tiene un color amarillo pálido de paja; y se vuelve a echar una nueva cantidad de ácido nítrico de 32 grados de Baumé. Despues de haberlo hecho hervir por espacio de unos 10 minutos, se decanta el licor, se lava el caracol con agua destilada, y se lo pasa a un crisolito, se recuece y se pesa: su peso es por lo comun algo mayor que el verdadero, por causa de que en el oro se halla retenida una pequeña porcion de

platina; y de esto resulta un pequeño recargo, que a veces no pasa de 5 milésimas, y es mui variable. Este caracol se vuelve otra vez a alear con 1 gr.200 de plata fina; y repitiendo todas las operaciones como antes, es decir, la copelacion y la refinacion en los dos ácidos, se obtiene otro *caracol* mas puro, el cual da las mas veces la verdadera lei de la barra, sobre todo, cuando la proporcion de platina no pasa de 100 milésimas. Sin embargo, no se debe considerar esta operacion como concluida, sin volver a repetir las mismas operaciones, hasta que se obtengan dos resultados sucesivos absolutamente iguales.

En el caso en que la cantidad de platina fuese tan pequeña, que ni el boton del ensaye cambiase de aspecto, ni el primer ácido fuese sensiblemente amarillo, entónces seria preciso recojer los dos ácido, evaporar todo hasta sequedad, y fundir el residuo en un pequeño crisol con vidrio de borax molido. Fundida la mezcla, se deja enfriar el crisol; despues se lo quiebra, y se saca el boton, que es una aleacion de plata con platina, y el cual, haciéndolo hervir con ácido sulfúrico concentrado, se disuelve dejando un pequeño residuo de platina en forma de un polvo gris.

Este método inventado por D'Arcet, es mui bueno para indicar las mas pequeñas cantidades de platina.

(E) *Ensaye del oro aleado con plata y platina.*

Esta clase de aleaciones contiene siempre un poco de cobre; y por esto es tambien indispensable *aproximar* su lei antes de verificar otras operaciones. Para determinar aproximativamente la lei, es necesario pasar a la copelacion, a una temperatura mui elevada, un medio gramo de pasta con 2 gramos de plomo; y conocida por el peso del boton que se obtiene, la cantidad de cobre, se busca en la tabla qué cantidad de plomo se necesita para la copelacion; teniendo presente que, por causa de la platina, se ha de emplear mas plomo que el que se toma para los ensayes ordinarios de plata o de oro de igual lei.

Descripcion del procedimiento.—Se toma un medio gramo de aleacion, y se pasa a la copelacion en el fondo de la mufla, con la cantidad de plomo que corresponde a la lei aproximativa de esta aleacion, agregando 1 a 2 gramos de plomo mas de lo que se emplea para las aleaciones de oro de igual lei. Se pesa el

boton, y agregándole una cantidad de plata tal, que este metal se halle en proporcion de $2\frac{1}{2}$ parte por 1 p. de oro unido con la platina, se vuelve a copelar todo con un gramo de plomo. Este segundo boton, comunmente mas dócil que el anterior, se aplana, se recuece, se estira convenientemente, se arrolla, y despues se haace hervir dos veces sucesivamente con ácido sulfúrico de 66°, cada vez por 10 minutos. Se lava el caracol primero con ácido sulfúrico y despues con agua destilada; se pasa en seguida a un crisol, se recuece y se pesa; por la diferencia del peso de este caracol y el del primer boton, se sabe la cantidad de plata. Se agrega entónces a este caracol tres veces su peso de plata, se pasa todo a la copelacion mediante un gramo de plomo; y se procede despues como en el caso de un ensaye ordinario de oro, repitiendo esta última operacion varias veces, hasta que se obtenga el mismo resultado dos veces consecutivamente. Estas últimas operaciones son de la misma naturaleza que las que se prescriben para la plata que contiene unas pocas cantidades de oro y de platina, y las que se van a detallar en el artículo siguiente.

De este modo, por ejemplo, se determina la lei de una aleacion compuesta de 700 milésimas de oro, 100 mil. de platina, 100 mil. de plata y 100 mil. de cobre, copelando esta aleacion con 8 gramos de plomo, incuartando despues el boton con 1900 de plata, estirándolo en una hoja de 5 centímetros, haciendo hervir el caracol dos veces con ácido sulfúrico, cada vez por espacio de 10 minutos, y volviendo a tratar este caracol como un ensaye de oro ordinario.

Como el ácido sulfúrico disuelve siempre en estas operaciones algunas milésimas de platina, resulta de allí que no se puede determinar la proporcion de este metal con toda la exactitud que se desea.

(E) *Ensaye de la plata aleada con oro y platina.*

En los ensayes de estas aleaciones se principia por el metal mas abundante, como es la plata, y se pasa sucesivamente al oro, a la platina y al cobre: a veces se observa un órden inverso en cuanto a los dos últimos metales.

Puede suceder que la platina se halle en estas aleaciones en tan pequeña cantidad, que no se pueda aplicar a los ensayes

de esta clase el mismo método que se ha prescrito para los ensayes de *plata aurífera*, porque en este caso seria posible que el ácido nítrico disolviese al mismo tiempo algunas milésimas de platina: puede tambien suceder que, habiendo mucha platina, este metal se halle retenido por el oro, y haga subir demasiado su lei.

No pudiendo prever el caso, se supone que la aleacion se halla ligada con una cantidad de platina superior a la que se puede disolver en el ácido nítrico por el influjo de la plata; y se hacen los ensayes por el método que se va a describir. Pero, antes de entrar en la materia, conviene indicar algunos caracteres, que sirven para reconocer estas aleaciones, sobre todo, para indagar en ellas la presencia de la platina.

Siendo la aleacion algo gris, dura y de un peso específico considerable, es verosímil que contenga platina, y aun en gran cantidad. Sí, pasando a la copelacion un medio gramo de esta aleacion a la temperatura ordinaria de los ensayes de plata, se obtiene un boton gris, negruzco, sin lustre, quebradizo; y si este boton ligado con dos veces su peso de plata, estirado despues en una hoja, y hervido con ácido nítrico de 22 °, da a este ácido un color amarillo de paja; y si despues de 15 a 20 minutos de ebullicion, recocido el oro conserva un color gris, o bien se distinguen mediante un lente puntitos de este color, no queda la menor duda de que en la citada aleacion hai platina.

Sin embargo, en caso que este metal, hallándose en cantidad mui pequeña, no presentara ningnno de estos caracteres, seria preciso disolver con ayuda del calor un poco de aleacion en una cantidad, la mas pequeña posible, de agua réjia: se decanta despues el licor, se reconcentra mediante la evaporacion en una pequeña tacita de porcelana, y se vierte en él una disolucion concentrada de cloruro de amoniaco. En este caso, habiendo platina, se formará un precipitado amarillo anaranjado de cloruro amoniacal de platina; y como este precipitado tarda a veces por algunas horas en aparecer, es preciso esperar; y en todo caso es necesario operar sobre disoluciones mui claras y en una copa de vidrio bien transparente.

Descripcion del procedimiento.—Despues de haber reconocido la presencia de la platina en una aleacion, y despues de haber

hecho un ensaye aproximativo aunque de un *modo tosco*, se toma un medio gramo de la aleacion, y se copela, a una temperatura elevada, en el fondo de la mufla con 8, 14 o 30 p. de plomo, segun que la aleacion se aproxime a una de las tres aleaciones siguientes:

	1.ª aleacion.	2.ª aleacion.	3.ª aleacion.
cobre	0,550	0,200	0,100
oro	0,100	0,020	0,005
platina	0,100	0,200	0,300
plata	0,250	0,580	0,595
	1,000	1,000	1,000

Se advierte que la proporcion de plomo aumenta en estos ensayes por causa de la platina, y de ningun modo se halla en relacion con la cantidad de cobre; y que, a mas de esto, no se obtiene aun de este modo la verdadera lei de algunas aleaciones, si no se vuelve a copelar el primer boton con 1 a 2 gramos de plomo a la mas alta temperatura posible. Concluida la copelacion, se pesa el boton, y por su peso se sabe cuanto cobre ha habido en un medio gramo de aleacion. En caso que la plata contenida en este boton fuese en cantidad mas de dos veces mayor que la de oro y platina, lo que se sabe por el ensaye preliminar, seria preciso agregar oro fino en proporcion necesaria para que hubiese 2 p. de plata por 1 p. de oro unido con platina. A este propósito Chaudet añade que, ya que en la refinacion por el ácido sulfúrico hai siempre pérdida de algunas milésimas de platina, seria tal vez mejor, para evitar esta pérdida, no tener en la aleacion del ensaye mas que 1 ½ p. de plata por 1 p. de oro y platina.

Despues de haber agregado al boton la cantidad necesaria de oro, se vuelve a copelar todo, a una alta temperatura, con un gramo de plomo; y este segundo boton se aplana con mucha precaucion, haciéndolo recocer varias veces, si es ágrio, y teniendo cuidado de no calentarlo demasiado. Se estira despues en una hoja como de 1 ½ centímetros (7 a 8 lin.), sea por medio del castillejo, sea en un yunque, en caso que por su poca maleabilidad no pudiese pasar por el castillejo. Esta hoja, otra vez recocida y arrollada se hace hervir con ácido sulfúrico de 66 ° de Baumé por 12 minutos; y despues de haber decantado

este primer ácido, se vuelve a echar otro de igual grado de concentracion, y se hace hervir todavia por unos 7 a 8 minutos. Se advierte que no se debe decantar los licores sino despues de haberlos enfriado; y no se deja al cuello del matraz mas que 18 centímetros (7 a 8 pul.) de largo; porque de otro modo se rompen los matraces.

Lavado primero con ácido sulfúrico y despues con agua destilada el caracol, indica por la pérdida de su peso la cantidad de plata; y entónces no queda otra cosa mas que separar la platina del oro.

Se toma entónces otro medio gramo de la aleacion sometida al ensaye, y se lo hace pasar a la copelacion con la cantidad de plomo necesaria: el boton que se obtiene, sirve primero para verificar la exactitud de la operacion anterior, y despues para determinar la cantidad de oro mediante las operaciones siguientes. Se agregan a este boton 450 milígramos (900 milésimas de las pesas de oro) de oro perfectamente fino, y 1350 milígramos de plata, quitando de esto la cantidad de oro y la de plata que se suponen existir en el boton. Se verifica la aleacion de estos metales, copelándolos con un gramo de plomo a una temperatura elevada; y se estira el boton en una hoja como de 11 centim. (4 a 5 pulg.) de largo. Arrollada la hoja, se pasa a un matraz, se vierte ácido nítrico de 22 ° Baumé, y se hace hervir por unos 15 a 20 minutos: se decanta el licor, se lava el oro, se seca, y se recuece; y quitando del peso de este oro el del oro que se ha agregado, se sabrá la cantidad de oro contenido en la aleacion que se ensaya, ménos algunos milígramos de platina, que no se han podido disolver en esta primera operacion. Se vuelve entonces a alear este caracol con 3 veces su peso de plata fina; se pasa esto a la copelacion con 1 gramo de plomo, teniendo cuidado de menear el ensaye al momento de concluirse, a fin de hacerlo solidificarse luego que salgan las últimas partes de plomo; y se somete este segundo caracol a la refinacion húmeda por el ácido nítrico de 22 ° como antes. Se repiten estas operaciones, es decir, la *incuartacion* y despues la refinacion por el ácido nítrico, tres veces; y se hace hervir el tercer caracol, primero con el ácido nítrico de 22 ° como antes, y despues con ácido nítrico de 32 ° por unos 8 a 10 minutos, y entónces se tiene la opera-

cion por concluida si la proporcion de la planita en la aleacion no pasa de 1/5 de la aleacion ensayada. En fin, para asegurarse de la exactitud del último resultado, se puede todavia someter este tercer caracol a una cuarta operacion enteramente parecida a las anteriores.

En caso que la proporcion de la platina llegase a formar $\frac{1}{3}$ de la aleacion, seria preciso agregar al caracol, despues de la segunda o de la tercera operacion, 50 milígramos de platina pura, hacer hervir el caracol solo con un ácido, volver a echar despues otro ácido como en los ensayes ordinarios de oro, y y repetir la refinacion húmeda, hasta que el caracol deje de disminuir de peso.

Observaciones.—1.ª No se pueden determinar con exactitud las proporciones de plomo que se deben emplear en la copelacion de estas aleaciones, por causa de la composicion mui variable de ellas: por esto, no se puede determinar en este caso con exactitud la proporcion de la plata.

2.ª Para adquirir cierta destreza en esta clase de ensayes, es indispensable que el ensayador empiece por hacer algunas *síntesis*, es decir, por formar aleaciones artificiales en proporciones fijas y de metales perfectamente puros, a fin de estudiar sus caracteres y el grado de calor que les conviene.

3.ª Se obtiene para todos los ensayes de oro y plata el oro perfectamente puro, haciendo precipitar el oro de sus disoluciones en el agua réjia, por el sulfato del protóxido de hierro o por el ácido oxálico. Se prepara tambien la plata fina precipitando la plata de su disolucion en el ácido nítrico por una disolucion de sal marina, y fundiendo el precipitado con carbonato de sosa.

(F) *Oro con paladio.*

Repetidos ensayes de aleaciones de oro, cobre y paladio prueban las observaciones siguientes:

1.ª Un ensaye de oro de 800 milésimas puede contener 5 milésimas de platina sin presentar algun fenómeno particular en las copelaciones.

2.ª Cuando la proporcion de paladio llega a 10 milésimas, su presencia se señala por el aspecto exterior del boton, el

cual presenta en su superficie algunas partes empañadas, sin lustre, y otras lustrosas; cuando llega a 20 milésimas, el boton pierde enteramente su lustre.

3.ª Habiendo 100 milésimas de paladio, el ensaye se vuelve lustroso.

4.ª Puede haber hasta 100 milésimas de paladio sin que el ensaye pierda su maleabilidad.

5.ª Basta que haya 1/1000 de paladio en un ensaye para que el primer ácido de la refinacion tome un color amarillo.

6.ª Puede haber hasta 150 milésimas y mas de este metal sin que resulte un *recargo* para el oro.

7.ª Todo el paladio contenido en un ensaye de 800 milésimas, se disuelve en el primer ácido, y el segundo sale enteenteramente sin color.

8.ª El paladio, que es un metal poco soluble en el ácido nítrico de 22.°, adquiere la propiedad de disolverse con mucha facilidad en este ácido, mediante la plata que se le agrega para la incuartacion: en igual caso es tambien soluble la platina, pero no tanto como el paladio.

9.ª En fin, este ácido toma un color mucho mas intenso por el paladio que por la platina.

(G) *Oro que proviene de los minerales auríferos o platosos.*

El boton que proviene de la copelacion en los ensayes de minerales auríferos, contiene comunmente plata. Cuando la proporcion de este metal es mayor que la que exije la *incuartacion*, se aplana el pequeño boton, y se hace hervir con el ácido nítrico puro: el oro queda en estado de polvo que se recoje en un crisol, se recuece, y se pesa, o bien se envuelve en una hoja de plomo, y se copela. Pero en caso que la cantidad de este polvo fuese extremadamente pequeña, e inponderable, entónces, para asegurarse de que este pequeño residuo insoluble en el ácido nítrico contiene oro, se trataria de disolverlo en el agua réjia, se reconcentraria el licor en una pequeña tacita de porcelana para hacer salir el ácido nítrico, y se agregaria una gota o un pequeño cristalito de protocloruro de estaño: si hai oro, el licor que antes tenia un color amarillo, da un precipitado violaceo o bien casi negro de *púrpura de Casio*, por el cual se pueden reconocer los indicios mas peque-

ños de oro. Cuando en un boton predomina el oro, entónces es necesario volver a fundirlo con 3 veces su peso de plata fina o bien volver a hacer el ensaye con adicion de la misma proporcion de plata.

§ 5.° ANALISIS DEL ORO NATIVO POR EL ACIDO OXALICO.

Se debe reducir el oro en hojas delgadas, se toma un cierto peso, por ejemplo, 2 gramos (40 granos) de estas hojas; se introducen en un matraz o en una cápsula, y se vierte agua rejia, teniendo cuidado de ayudar la accion de los ácidos por medio del calor. La mayor parte de la plata se trasforma inmediatamente en cloruro, que conserva casi siempre la misma forma que tenia el oro; se decanta el licor, se disgregan las partículas del cloruro por medio de un tubo de vidrio, y se echa otra nueva cantidad de agua réjia. Si la aleacion contiene mas de 20 por ciento de plata, el cloruro formado tiene tanta cohesion, que no se deja disgregar por el tubo; y en este caso, se ha de temer que no se haya atacado bien el oro: por consiguiente, este método no sirve sino para las aleaciones que contienen menos de 20 por ciento de plata.

Despues de haber calentado por algun tiempo el residuo con esta nueva cantidad de agua réjia, se agrega el agua a las dos disoluciones ácidas. La primera por lo comun no se enturbia sino mui poco, mientras en la segunda se asienta una cantidad notable de cloruro de plata; y por esto se dejan las dos disoluciones por algun tiempo en reposo. Se recoje despues todo el cloruro de plata en un filtro, se lava, se seca; y despues de haberlo fundido en una tacita de porcelana de un peso conocido a la llama de una lámpara de alcool, se pesa.

Se evaporan las disoluciones con sus aguas de lavado en una cápsula de porcelana hasta sequedad; en seguida se echa agua, y se hace pasar todo a un vaso o matraz; se agrega una disolucion de ácido oxálico, y se cubre el vaso, a fin de evitar que algunas partículas de oro se arrojen por el ácido carbónico que se desarrolla. En este estado se deja el vaso en una estufa caliente o baño de arena por 24 horas; y cuando el precipitado se ha juntado en el fondo, y el licor queda sin color, y no des-

pide burbujas de gas, al añadir nueva cantidad de ácido oxálico, no hai duda de que la operacion está concluida.

Se filtra el licor; y recojido el oro en el filtro, se seca, se recuece en un crisol de porcelana, y se pesa. En cuanto al licor, se lo evapora hasta sequedad, se vuelve a disolver el residuo en el ácido hidroclórico; y se precipita sucesivamente el cobre por el hidrójeno sulfurado, y el hierro por el hidrosulfato. Como la cantidad de estos dos metales es por lo comun mui pequeña, y no pasa de tres a cuatro milésimas, basta calcinar esos precipitados, primero con el contacto del aire, a una temperatura mui baja, y al fin, a la temperatura de calor albo, para obtener estos metales en estado de óxidos. Por el peso del óxido de cada uno, se sabe el del cobre y del hierro: por el peso del cloruro de plata se determina el de la plata; y en cuanto al oro, se obtiene en estado de una esponja mui liviana de metal perfectamente puro.

CAPITULO X.

MERCURIO.

SECCION 1.ª

Propiedades mas importantes del mercurio.

Este metal, líquido a la temperatura ordinaria, se conjela a la de 33 ° 44 debajo del cero, y entra en ebulicion a la de 360 °; puede volatilizarse en cantidad considerable con el vapor de agua. Si se tritura por mucho tiempo en contacto del aire, se convierte, aun a la temperatura ordinaria, en una sustancia negra que algunos químicos consideran como subóxido y otros como mercurio subdividido. Calentándolo con el contacto del aire a la temperatura de 350 ° se convierte en óxido rojo. No descompone el agua a ninguna temperatura. El ácido nítrico débil disuelve el mercurio a la temperatura ordinaria; el metal en tal caso pasa al menor grado de oxidacion; pero si se calienta el ácido, entonces cualquiera que sea su grado de concentracion, pasará el metal al mayor grado de oxidacion; esceptuando el caso de hallarse el mercurio en exceso. El ácido sulfúrico ataca el mercurio mediante el calor transformándolo en subóxido o en óxido segun el grado de calor y la proporcion relativa de ácido y de metal. El ácido clorhídrico no ejerce accion alguna sobre el metal; y tampoco obran sobre él los ácidos orgánicos: sin embargo si se tritura con ellos el metal con el contacto del aire, se efectúa la oxidacion del mercurio y su combinacion con los ácidos.

Si se tritura el mercurio con azufre a la temperatura ordinaria se forma súlfuro negro y algo de hidrójeno sulfurado. El mercurio descompone el hidrójeno sulfurado y absorve el cloro, aun a la temperatura ordinaria. El percloruro de hierro y el protocloruro de cobre Cu C en disolucion atacan el mercurio y la hacen pasar al estado de subcloruro, transformándose tambien en subcloruros.

En cuanto a la accion del mercurio sobre los demas cuerpos y metales véase p. 200 y 205.

Los óxidos de mercurio se reducen completamente por el calor rojo, y tambien por el hidrójeno sulfurado, el carbono, el azufre, el cloro etc. El *subóxido* Hg^2O es negro, se descompone espontáneamente en mercurio y en protóxido, aun en obscuridad. Calentándole con el contacto del aire pasa tambien al estado de óxido. Se produce descomponiendo el subcloruro o el nitrato de subóxido por la potasa caustica. El óxido HgO es de color anaranjado o rojo obscuro segun el grado de division de sus partículas. Es algo soluble en el agua: la luz lo hace pasar al estado metálico, el azufre lo reduce con detonacion; el cloro líquido lo transforma en óxicloruro, cloruro y clorato. Es insoluble en los alcalis fijos; se combina con el amoniaco; su hidrato es amarillo. Se produce por la calcinacion del nitrato.

Las sales son reductibles por los mas metales, y por el arsénico etc.: se descomponen o se volatilizan por el fuego. El protocloruro de estaño precipita tambien el mercurio de sus disoluciones; y el hidrójeno sulfurado forma en ellas un precipitado que toma primero un color blanco, debido a una parte de la sal misma que precipita con el súlfuro de mercurio, y luego despues se trasforma este precipitado en un otro perfectamente negro que es súlfuro puro. Hai sales de subóxido y otras de óxido; aquellas forman con los álcalis cáusticos precipitados negros, y estos precipitados rojos o amarillos.

El *sulfuro* de mercurio, *cinabrio* Hgs se volatiliza a una temperatura poco elevada sin pasar por el estado líquido. Calentándolo con el contacto del aire se descompone y se inflama con produccion de ácido sulfuroso y de mercurio. Se reduce por el hidrójeno, el carbon, el hierro, el cobre, el antimonio, el estaño, el zinc, el plomo. Es inatacable por los hidoácidos, y apenas atacable por el ácido nítrico. Es tambien reductible por las tierras alcalinas en presencia del carbon. El litarjirio empleado en la proporcion de 10 veces su peso lo descompone completamente. Es insoluble en los súlfuros alcalinos; pero se combina directamente con el cloruro, bromuro, ioduro y nitrato de mercurio.

Los *cloruros* de mercurio son blancos, no se descomponen por el carbon ni por el litarjirio; pero sí por el azufre, el fósforo, el arsénico y por un grau número de metales y de súlfuros.

El protocloruro, calomelano, Hg^2Cl^2 es menos volatil que el

deuto cloruro: necesita 1200 partes de agua en ebulicion para disolverse. Es tampoco soluble en el ácido clorhidrico frio, pero si se calienta, pasa una parte de cloruro al estado de deutocloruro y precipita el metal. El ácido nítrico lo transforma en nitrato y deutocloruro mediante el calor. El cloro lo hace pasar tambien al estado de deutocloruro. *El deutocloruro*, (sublimado corrosivo) $Hgcl^2$ es tambien blanco; tiene reaccion ácida; es mui venenoso; soluble en 20 partes de agua fria y en 3 partes de agua en ebulicion: cristaliza por enfriamiento. Soluble en el alcohol; mucho mas volatil que el anterior. Triturándolo con el mercurio pasa al estado de protocloruro. Se descompone a la temperatura ordinaria por el hierro, el zinc, el cobre, mediante la humedad atmosférica. Los alcalis fijos, empleados en cantidad insuficiente para descomponerlo completamente forman, en su disolucion un precipitado negro o de color de ladrillo que es un oxicloruro. Absorbe el amoniaco formando un amoniocloruro.

Seccion 2.ª

Minerales y porductos de las artes.

§ 1.° ESPECIES MINERALES.

Las especies minerales que contienen mercurio, son las siguientes:

1.° El mercurio metálico,
2.° El súlfuro simple o cinabrio,
3.° El cobre gris mercurial, (véase cobre)
4.° Los súlfuros dobles de mercurio y de zinc,
5.° El seleniuro,
6.° El protocloruro,
7.° El ioduro,
8.° Las amalgamas nativas, (véase plata).

1.° *Mercurio nativo*.—En globulitos, diseminado, y en el interior de ampollas o vejiguillas de la roca, de las piritas o del cinabrio. Es líquido, de color blanco de estaño, p. esp. 13,581. Es casi siempre perfectamente puro; se halla en Idria (en Carniola) en una capa de esquita arcillosa intercalada entre

las de una piedra caliza compacta; tambien se encuentra en las minas de Almaden (en España), en el Palatinado, en Huancavelica en el Perú, y casualmente en las de Chile.

2.° *Cinabrio.*—Se halla en masas, en pegaduras, dendrítico y cristalizado. Su forma primitiva es un romboedro agudo de 71° 48, el que, creciendo los truncamientos en los vértices, pasa a tablas con caras lisas y lustrosas. Su color es rojo de cochinilla, que pasa a gris de plomo y a rojo carmin, por dentro lustroso; el de color claro, de lustre de diamante; y el obscuro, de lustre semimetálico; estructura hojosa, mas o menos perfecta y plana, de cuádruplo crucero, uno paralelo al truncamiento en los vértices, y los otros tres paralelos a las caras del romboedro. A veces es compacto con una fractura desigual o concoidea plana. Es opaco o trasluciente en los bordes; los cristales son a veces semitrasparentes. Raspadura roja de escarlata y mas lustrosa; es blando, quebradizo. P. esp. 8,098. Al soplete, se sublima en el matracito: el sublimado es negro, pero la raspadura roja; en el tubo abierto da mercurio y cinabrio sublimado. Consta de

mercurio	0,8629
azufre	0,1371

Es casi la única especie que constituye los verdaderos minerales que se benefician en grande por mercurio. Se halla en Tasco, Durazno, San Juan de la Chica, etc. en Méjico; en las minas Huancavelica y de Chonta en el Perú; en las de Punitaque, de Illapel etc. en Chile; las minas mas considerables del antiguo continente son las del Almaden, de Idria y del Palatinado, y las del nuevo, las de nuevo Almaden, cerca de San José en California.

Del Rio pone como variedad de esta especie, el *cinabrio subido*, que es de color rojo de escarlata, de estructura terrosa o fibrosa mui fina, sin lustre; tizna algo. Es el que tiñe las areniscas de Casas Viejas, Rincon etc. en Méjico.

Otra variedad de la misma especie es el *cinabrio hepático*: jeneralmente en masas, de color rojo de cochinilla, obscuro y gris de plomo, lustre semimetálico. Estructura compacta, fractura igual que pasa a desigual; raspadura mas roja y mas lustrosa. En el matracito deja una masa negra, que es carbon. Consta segun Debereyner, de

azogue	0,8372
cloruro de azufre	0,1628

3.° *Cobre gris mercurial.*—Klaproth analizó un cobre gris mercurial que contenia mas de 6 por ciento de mercurio y 0,195 de antimonio; Poratsch en 1852 dió a conocer la composicion de 5 variedades del mismo mineral que provenian de Schmölnitz en Hungría y en las cuales la proporcion de mercurio es mui variable. Las mas ricas de estas últimas constan segun Poratsch de

cobre	—	30.58	—	32.80
mercurio	—	16.69	—	5.57
hierro	—	1.46	—	5.85
plata	—	0.09	—	0.07
antimonio	—	25,48	—	30.18
azufre	—	24.37	—	24.89
		98.67		99.36

Esta especie mineral se halla en todas las minas de mercurio y en algunas de cobre en Chile; pero siempre en pequeña cantidad, acompañada unas veces, por el carbonato azul de cobre, otras veces por una *sustancia terrosa de color rojo subido*, que por lo comun se toma por cinabrio terroso y de cuya composicion luego trataremos. Es tambien mui comun hallar esta última asociada a un tiempo con las dos primeras, formando un mineral mui heterojéneo de tres colores:—rojo, azul y gris metálico, con un criadero ferrujinoso y cuarzoso.

El cobre gris mercurial tiene todos los caracteres exteriores de cualquier cobre gris (p. 106) y su color las mas veces es de color gris de hierro obscuro. Nunca se ha hallado cristalizado. En el tubo abierto produce mucho humo antimonial, mercurio y olor de azufre quemado; en el matracito, aun sin agregar cosa alguna, se sublima la mayor parte de mercurio al estado metálico y el residuo queda negro. Es mui atacable por el ácido nítrico aun sin auxilio de calor; inatacable por el ácido muriático. Hallándose siempre mezclado con la mencionada sustancia roja, soluble, aunque con mucha dificultad, en este último ácido, es necesario, para tener el cobre gris puro, separarlo, primero, mecánicamente, de todas las

partes que no tienen lustre metálico, y en seguida purificarlo por medio del ácido muriático y tártrico.

En dos localidades en Chile se encuentra este mineral en cantidad mas considerable: 1.° en las vetas de cobre de Punitaque, 2.° en las de Lajarilla, situadas a unas tres leguas de Andacollo (Coquimbo).

Hé aquí la composicion del cobre gris que proviene de estas últimas, parecido por sus caracteres al cobre gris mercurial de Tyrol, analizado por Weidenbusch:

		Chile.		Tyrol.
cobre	—	36.5	—	34.6
mercurio	—	18.5	—	15.6
hierro	—	1.2	—	2.2
zinc	—	0.2	—	1.3
antimonio	—	17.7	—	21.4
azufre	—	25.9	—	23.0
criadero	—	—	—	0.8
		100.0		98.9

4.° *Mercurio rojo* o mineral terroso rojo que acompaña siempre el cobre gris en las minas de mercurio de Chile, es de color rojo de aurora, siempre terroso, diseminado por lo comun en el interior de los poros y huecos del mineral, en sus grietas y partes arcillosas, como tambien en la superficie del cobre gris, e íntimamente mezclado con este último. El ácido muriático le quita con la mayor facilidad su color rojo, disolviéndose el mercurio, y dejando un resíduo abundante blanco que no es soluble, sino con mucha dificultad en el ácido muriático, mui concentrado, y a la temperatura de ebulicion. Es inatacable por el ácido nítrico. Calentándolo al abrigo del aire, en una pequeña retorta o en un matraz sin agregar reactivo alguno, se sublima todo el mercurio al estado metálico, y mucha agua.

Fundándome sobre estos caracteres, he creido que todo el mercurio se halla en este mineral al estado de óxido y el antimonio al estado de ácido antimónico. Habiendo separado por medios mecánicos una cantidad bastante considerable de esta sustancia roja terrosa, proveniente de los minerales de Lajarilla que contenian, a mas de cobre gris y de las especies arriba ci-

tadas partes silicatadas verdes de cobre y algo de pirita, hallé estas ustancia compuesta de

ácido antimónico,
óxido de mercurio,
óxido de cobre,
óxido de hierro,

y un resíduo que me parecia compuesto de cuarzo, con algo de cobre gris y pirita,

Mas tarde, analizado el mismo polvo por el señor Rivot en Paris, reconoció este señor en la parte inatacable por el ácido nítrico y difícilmente soluble en el ácido muriático la presencia de ácido telúrico en proporcion considerable.

5.° *Biseleniuros de zinc y mercurio.*—Herrera ha encontrado en Méjico, en Culebras, junto al mineral del Doctor, y Andres del Rio ha analizado y descrito dos especies minerales que constan de selenio, zinc y mercurio: estas especies son:

Fósil rojo: tiene los mismos caracteres exteriores que el cinabrio obscuro; arde al soplete con llama violada hermosa y mucho humo apestado, que huele a coles podridas, dejando una tierra blanca agrisada. P. esp. 5,66.

Fósil gris: color gris de plomo obscuro; estructura granuda de partes mui finas, con tendencia a hojosa, fractura desigual; es lustroso en la raspadura y mas duro que el espato calizo. Su polvo tizna algo. P. esp. 5,56. Se porta al soplete casi del mismo modo que el anterior. Se parece mucho a la plata gris. Se halla en pequeñas masas y diseminado en el espato calizo. Esta especie consta, segun Del Rio de

selénio	0,490
zinc	0,240
mercurio	0,190
azufre	0,015
criadero	0,060.

Del Rio opina que esta especie contiene protosúlfuro de mercurio, miéntras la anterior es biseleniuro de zinc con bisúlfuro de mercurio o cinabrio. Las dos se crian con mercurio nativo y cinabrio hepático en la *caliza alpina*.

6.° *Seleniuro de mercurio y plomo.*—Es de color gris de plomo, que pasa a gris de hierro, a veces con colores de arco íris en la superficie. Su estructura hojosa, de triple crucero

casi rectangular. P. esp. 7,30. Al sopĭete da un sublimado cristalino de seleiniuro de mercurio; y cuando este seleniuro se halla en proporcion considerable, hierve: agregando carbonato de sosa o estaño, se forma un sublimado de mercurio. Ha sido descubierto por Zincken en Harz. Su composicion es variable: una nuestra analizada por Rose, tenia 1 átomo de seleniuro de mercurio por 2 átomos de seleniuro de plomo.

7.° *Mercurio córneo* o protocloruro de mercurio, es mui escaso, se halla en pequeños granitos diseminados en los minerales de mercurio, y en prismas que derivan de un octaedro isócelo, cuyos ángulos son de 98° 4' y de 138°. Es de color gris ceniciento que pasa a veces a gris amarillento, al blanco agrisado amarillento. Cristales pequeños de lustre de diamante; estructura compacta, fractura concoídea perfecta; es trasluciente en los bordes, blando, dócil, quebradizo. P. esp. 6 a 7,5. Al soplete, en el matraz, da un sublimado blanco; y con sosa, sublimado metálico de azogue. Consta segun Klaproth, de:

óxido de mercurio	0,760
ácido muriático	0,164
acido sulfúrico	0,076
	1,000

Se halla en compañia del mercurio nativo, del cinabrio y del hierro pardo ocráceo.

8.° *Ioduro de mercurio.*—Del Rio ha descubierto este fósil en unas manchas de color amarillo de limon, en la arenisca abigarrada de Casas Viejas, en Méjico: estas manchas, por la accion del aire o bien del amoniaco, se vuelven negras.

§ 2.° MINERALES (METALES) QUE SE BENEFICIAN POR MERCURIO.

(A) *Minerales de mercurio metálico o nativo.*

Hai en las inmediaciones de Idria una capa de esquita arcillosa, intercalada en una caliza compacta, y en la cual el mercurio nativo se halla deseminado en cantidad bastante considerable, para que haga cuenta de esplotar esta esquita por mercurio; y como el mismo mineral no contiene cinabrio, y se halla acompañado solo con la pirita, se extrae de él por el simple lavado

la mayor parte de mercurio en estado puro; y lo restante, en estado de una mezcla con pirita.

Se dice que el mercurio líquido se halla tambien en cantidad considerable en las minas de azogue en Huancavelica, y se separa con la mayor facilidad de sus criaderos.

(B) *Minerales de cinabrio.*

De todas las especie minerales que se acaban de describir, el cinabrio es el que se halla en mayor abundancia en la naturaleza, y constituye los minerales que se benefician en grande por mercurio.

Las minas mas importantes de cinabrio son las de Almaden, en España: el cinabrio se cria en ellas principalmente en vetas, que atraviesan un terreno estratificado, compuesto de esquitas arcillosas, margosas y de arenisca cuarzosa, mui dura, de la época segundaria, que, segun toda probabilidad, pertenece a la de la *arenisca roja*. Segun Ezquerra, hai en Almaden solo tres vetas, llamadas vetas de *San Nicolás*, *San Francisco* y *San Diego*, y una gran masa aislada en forma de columna (*plan de Santa Clara*), que producen toda la riqueza de estas minas: la misma caja del criadero, en los intervalos que se hallan entre las vetas, contiene tambien, segun Karsten, cinabrio diseminado en partículas mui pequeñas. Las tres vetas corren de N–O a S–E; y la extension de todo el criadero comprende unas 200 varas de lonjitud sobre 80 de latitud; pero en tan corta estension, dice Ezquerra ¡cuánta riqueza se encierra! La lonjitud y potencia (grueso) de las tres vetas aumentan con la profundidad, y hasta ahora las labores han bajado solo a 300 varas. Se sacan de estas minas anualmente como 200,000 quintales de mineral, que contiene término medio 10 por ciento de mercurio. *Almaden.*

Los minerales de Idria constan de una roca caliza, arcillosa, en medio de la cual el cinabrio se halla diseminado con pirita y a veces con mercurio nativo: la lei media de estos minerales no pasa de 0,086; pero se encuentran tambien fragmentos de la misma roca, que contienen hasta 0,75 de cinabrio. *Idria.*

Las minas de Huaucavelica en el Perú se hallan tambien en un terreno *segundario* estratificado de una arenisca cuarzosa. El *metal* ordinario de estas minas es, segun Berthier, una arenisca compuesta de granos mui pequeños de cuarzo transpa- *Huancavelica.*

rente, desmoronadizo, en la cual el cinabrio se halla diseminado en partículas mui peqeñas fáciles de distinguir por su color rojo violáceo, y mezcladas con pirita de hierro. Esta pirita se descompone pronto por el contacto del aire; por esto los minerales exalan un olor vitriólico, y se cubren de una sustancia terrosa de un amarillo verdoso, que no es otra cosa que sulfato de hierro. Calentando estos minerales en una retorta de vidrio, se sublima luego una pequeña cantidad de cinabrio, que se condensa en forma de una película parda negruzca en el cuello de la retorta; y al mismo tiempo se sublima una cantidad notable de mercurio, el cual, segun Berthier, puede provenir en parte de la reduccion del cinabrio por el aire contenido en el interior de la retorta, y en parte del mercurio metálico, que sin embargo no se percibe a la vista. Se dice que estos minerales contienen término medio 2 por ciento de mercurio.

Chonta. Se han descubierto minerales de cinabrio en varias otras partes del Perú: los de Chonta (a 14 leguas de Pasco hácia el Norte) son de la misma naturaleza que los anteriores, es decir, mezclados con una pirita que se descompone con la mayor facilidad por el aire, desmoronadizos, compuestos de cuarzo y cinabrio rojo violáceo, pero mucho mas ricos que los de Huancavelica. Una colpa de estos minerales de cerca de una arroba de peso, dió al ensaye 47 por ciento de mercurio.

Méjico. Los mismos minerales en Méjico, segun Del Rio, se hallan en la arenisca de carbon o en la arenisca roja, en capas, en Tasco y Durazno; en los pórfidos subordinados, en San Juan de la Chica y el Cerro del Fraile; en la caliza alpina que cubre el terreno de carbon, en vetas o trozos, en Arjelia, junto a Pozos; y en capas subordinadas a ella en la betun-pizarra de Targea.

California. Descubiertas en estos últimos años las minas de azogue en California producen tanta cantidad de cinabrio que La Nueva Almaden, situada cerca de San José, ha sido por sí sola, suficiente para reducir el precio de este metal a la mitad de lo que valia antes del descubrimiento de esta mina.

Chile. En Chile tambien se han encontrado los minerales de cinabrio en diversas partes: pero lo que hai de particular aqui, es que, mientras en las mas minas de azogue de otros paises, el mercurio se halla en los terrenos segundarios estratificados de

esquitas, areniscas o calizas, las mejores minas de Chile, que son las de Punitaque, se encuentran en vetas, que atraviesan un terreno granítico cerca de las vetas de cobre y de oro. Se pueden distinguir dos especies de minerales de cinabrio en Chile.—1.° Los mas ricos son de cinabrio hojoso o mui compacto, de color rojo obscuro, a veces semi-metálico: basta que una piedra presente en su interior unas partículas apenas visibles de este cinabrio, para que su lei llegue a 2 ½ o 3 por ciento. Sus criaderos son el cuarzo, el hidrato de hierro, el carbonato de cal, y la pirita. Tales son los minerales de las minas de Punitaque, que producen poco mineral en proporcion a lo que producen las minas de España; pero esos minerales son mui ricos, de 15 a 20 por ciento de mercurio; y aún la *broza* o el *despinte*, es decir, el criadero que los acompaña, da ½ a 1 por ciento de azogue. Dos colpas grandes de mineral de primera calidad de estas minas dieron en dos análisis: *Punitaque.*

	(1)	(2)
mercurio	0,226	0,435
hierro	0,023	0,016
azufre	0,033	0,076
carbonato de cal	0,395	—
hidrato de hierro	0,142	0,095
cuarzo	0,161	0,369
	0,980	0,991

En jeneral, el criadero de estos minerales contiene poca cal o ninguna: y por esto, si se procede en el beneficio por el método de destilacion en retortas de hierro, y no por el de calcinacion, se debe agregar carbonato de cal mezclado con carbon.—2.° La segunda clase de minerales de mercurio en Chile contiene sustancia terrosa, de color rojo subido, que en jeneral se toma por mezcla del cinabrio anterior con una arcilla ocrácea y en cuya composicion, como se ha dicho (p. 378) entra principalmente el ácido antimónico, telúrico y segun toda probabilidad el mercurio al estado de óxido. Los mineros del pais llaman esta sustancia *mercurio llullo*, y lo consideran como mercurio que se está criando todavia, a diferencia de aquel que consideran como *metal hecho*. Sucede encontrar *colpas* ente-

ramente rojas, tenidas con esta sustancia, y que no tienen mas que 1 por ciento de mercurio; y, en jeneral, la lei de estos minerales no llega a 3 por ciento. El criadero de ellos consta por lo comun de cuarzo, hidrato de hierro y carbonato azul de cobre; tales son los de una mina situada a unas 3 leguas de Illapel: a veces el mineral consta solo de cuarzo compacto, punteado con manchas azules de carbonato de cobre y manchas rojas, encarnadas, como son los minerales de La Lajarilla, mina situada a 3 leguas al Este de Andacollo. Casi siempre se halla diseminado en esta clase de minerales el cobre gris mercurial, que hace subir considerablemente la lei del mercurio. Queda que agregar que, como las principales vetas de azogue en Chile se hallan en los granitos, en los mismos terrenos que el oro, resulta que del mismo modo que el oro, se halla tambien el cinabrio en algunos *lavaderos*, es decir, en los terrenos de acarreo; y para esto se pueden citar como ejemplo unas arenas de la quebrada del Altar cerca de Punitaque.

(C) *Minerales arsenicales.*

Huancavelica. Entre los minerales mandados a la Escuela de minas en Paris, de Huancavelica, años ha, llamó particularmente la atencion de Berthier el *mineral rojo*, que se considera por los mineros del pais, como metal de una especie particular de cinabrio, de la cual no se puede extraer el mercurio por ninguno de los métodos ordinarios de beneficiar. Berthier reconoció que la sustancia roja que tiñe estos minerales, no era cinabrio, sino súlfuro de arsénico (rejalgar): este súlfuro se halla en pequeñas venas irregulares y en pequeñas partículas, a veces en cristalitos; y es de color rojo hermoso en la fractura fresca, y se vuelve amarillento, mezclado de oropimente por el contacto del aire. Se halla acompañado con una blenda negruzca sin lustre, de estructura granuda; con la pirita diseminada en partículas tan pequeñas, que solo por la análisis se reconoce su presencia; con la galena, que tampoco se distingue a la simple vista; con el arsénico metálico, que se reconoce por el lustre metálico que toman sus partículas, cuando se frotan; en fin, con el cinabrio que rara vez se halla a la vista, y solo se descubre por los ensayes químicos. Calcinado gradualmente en una retorta de vidrio este mineral, se

sublima primero una pequeña cantidad de oropimente, viene despues a condensarse una sustancia negra parduzca, que es cinabrio mezclado comunmente con algunas gotillas de azogue; y en fin se volatiliza una gran cantidad de rejalgar puro, que se condensa en el cuello de la retorta bajo la forma de unas gotas transparentes de color rojo de rubí: suele a mas de esto aparecer al fin de la operacion el arsénico metálico.

Calcinado el mismo mineral en una retorta de vidrio con 1 p. de cal cáustica y 1 p. de carbon, se sublima el mercurio; pero una parte de cinabrio se condensa tambien sin descomponerse; y aumentando el fuego, se sublima tambien el arsénico. Calcinado del mismo modo con 2 p. de peróxido de hierro nativo, da primero una mezcla de oropimente y mercurio metálico y despues súlfuro de arsénico; calcinado con 5 veces su peso de litarjirio, y tomando la precaucion de graduar convenientemente el calor, para que el vidrio no se funda antes que se descomponga completamente el cinabrio, se obtiene la totalidad de mercurio sin ninguna mezcla de rejalgar ni arsénico.

La proporcion de mercurio que contienen estos minerales, es variable, pero mas considerable que la de los minerales ordinarios de Huancavelica; y el método que Berthier propone para su beneficio, consiste 1.° en calentar lenta y gradualmente el mineral en unas retortas, hasta que se sublime todo el cinabrio con una pequeña porcion de rejalgar; y en someter despues el residuo a una destilacion aparte, mediante un calor mas intenso; o bien 2.° en calentar gradualmente las retortas, aumentando el fuego al fin de la operacion, pero manteniendo siempre los tubos de condensacion a una temperatura bastante baja, para que el rejalgar no pase al estado líquido, y quede condensado en la parte del aparato mas inmediata al horno: en tal caso el cinabrio se hallaria en la parte anterior del aparato, mezclado con una pequeña porcion de súlfuro de arsénico, y se podria separar con facilidad del sublimado puro de rejalgar. Quedaria despues que efectuar la reduccion del cinabrio mezclado con un poco de arsénico, para sacar el mercurio: y esto se podria hacer por cualquiera de los métodos conocidos, sea mediante la calcinacion con el contacto del aire por el método español, sea mediante la destilacion con el hierro metálico, con el peróxido de hierro, con el carbonato de cal o con sustancias

alcalinas. En caso que el cinabrio, procedente de la primera operacion, fuese todavia mui impuro, es decir, mezclado con una gran porcion de rejalgar, se podria volver a destilarlo con un calor mui moderado, para separar la mayor parte del súlfuro de arsénico. Es regular que el mercurio obtenido de estos minerales, estaria todavia mezclado con un poco de rejalgar y de arsénico metálico; y se podria purificarlo en gran parte, meneandolo en el agua. (Anales de minas, 1841).

(D) *Minerales seleniados.*

Méjico. Se han encontrado en San Onofre en Méjico, hace cinco años, minerales seleniados de mercurio en tal abundancia, que se esplotan actualmente en grande para el beneficio del mercurio. Estos minerales contienen una sustancia metálica de color gris de acero, parecida al cobre gris, compacta o granuda, diseminada en unos criaderos de carbonato de cal y de sulfato de barita. Esta sustancia es completamente volátil, y se condensa en un sublimado negro, cuya raspadura es tambien negra, sin algun indicio de color rojizo: el mineral consta de seleniuro y súlfuro de mercurio, combinados en tal proporcion, que por 1 átomo de seleniuro hai como 4 átomos de súlfuro: es probable que estos dos cuerpos, siendo isomorfos, se hallan combinados en todas proporciones en la naturaleza. (Anales de minas, año 1839).

(E) *Minerales cobrizos.*

El cobre gris mercurial, descrito entre las especies minerales de mercurio, se halla en Punitaque y en otras minas de mercurio en Chile, casi siempre aompañado con el mineral terroso rojo antimonial, del cual es imposible separarlo completamente. Esta sustancia roja como ya se ha dicho, poco contribuye a aumentar la lei del mineral. En un experimento hecho sobre una *colpa* de mineral de Punitaque, ensayando primero unos fragmentos, que contenian la parte mas pura de cobre gris, sin algun indicio de sustancia roja y ensayando despues otro fragamento de la misma colpa, compuesta de cobre gris y de mucha sustancia roja, se halló que, mientras aquella parte dió 7 a 8 por ciento de mercurio metálico, la

otra, cuyo polvo era pardo rojizo, dió solo 5 por ciento de mercurio.

Los minerales de esta clase tienen siempre por criadero mucho hidrato de hierro y sílice hidratada, casi siempre carbonato azul de cobre e hidro-silicato de cobre, cuarzo y arcilla: los de Illapel y de Andacollo tienen idénticamente el mismo aspecto que los de Punitaque; pero la proporcion del mercurio varía.

En jeneral, los minerales de mercurio de esta clase se reconocen con bastante facilidad; porque todos presentan en su exterior, como ya se ha dicho, una diversidad de manchas azules, rojas, pardas y gris de acero, en medio de una masa cuarzosa. Pero, a mas del cobre gris mui rico en mercurio, se encuentran en Chile otras variedades de cobre sulfúreo, o cobre gris, sea arsenical, sea antimonial, que contienen solo algunas centésimas o milésimas de azogue.

Hé aquí algunas especies ensayadas de las muchas que se encuentran actualmente en las minas de Chile:

	Mercurio.
1.ª Cobre gris de la mina de mercurio cerca de Illapel, mezclado con cobre azul y partes terrosas rojas.	0.050
2.ª De la misma mina, mas puro, enteramente separado de las partes azules y rojas.	0.070
3.ª Cobre gris del Cerro de Alcaparrosa, departamento de Combarbalá, acompañado por el cobre azul, puro.	0.010
4.ª Cobre gris arsenical de las inmediaciones de Andacollo.	0.006
5.ª Cobre gris antimonial de Cerro Blanco (Copiapó)	0.002
6.ª Cobre gris antimonial de Punitaque, de un gris mas claro que los anteriores, acompañado por el cobre azul, y partes terrosas rojas:—el mas puro. .	0.086
7.ª Una otra muestra enteramente parecida a la anterior	0,064
8.ª Cobre sulfúreo, mezclado con carbonato azul de cobre, de un gris mui obscuro y de una mina situada a unas 4 leguas al sur de Vallenar (Huasco). . . .	0,010
9.ª Cobre gris de Lajarilla cerca de Andacollo, casi	

	Mercurio.
puro acompañado por el cobre silicatado verde y partes terrosas rojas	0,124
10. Id. de la misma veta, acompañada por el carbonato azul, silicato verde, y mineral rojo.	0,056
Id. parecido al anterior	0,022
11. De la misma veta con algunas manchas coloradas y criadero silicatado verde (0,0009 de plata) . . .	0,0066
12. Cobre gris de Aculeo, del Rincon de Cordoval, con carbonato azul en los huecos.	0,003

Todo esto hace ver que el mercurio se halla diseminado en los minerales de cobre en mayor abundancia de lo que se ha creido hasta ahora; y esto mismo es una advertencia para los mineros, porque entre los minerales de cobre que esplotan, puede haber algunas variedades que contienen mercurio, cuyo metal se pierde en las fundiciones.

(F) *Minerales platosos.*

De las especies de amalgama nativa descritas entre las especies minerales de plata las mas se hallan en mui pequeña cantidad en la naturaleza, para que puedan formar verdaderos minerales de mercurio; pero la que tiene 6 átomos de plata por 1 átomo de mercurio (*la arquería*), hallándose en cantidad considerable en las minas de Arqueros, se utiliza no solo por plata, sino tambien por mercurio. En efecto, minerales de primera calidad de Arqueros, que suelen tener mil a dos mil marcos de plata por 64 quintales, dejan en la molienda toda su amalgama nativa en la solera del trapiche, pasando 130 a 150 marcos por cajon a las *harinas*. Esta amalgama, siendo por lo comun en granos gruesos, se recoje, se lava y se refriega con el mercurio para separar las partes pedregosas del criadero; despues se exprime en una tela como las amalgamas artificiales; se hacen piñas que se someten a la destilacion ordinaria; y así se obtiene no solo todo el mercurio que se habia agregado para conglomerar aquellos granos del mineral, sino tambien la mayor parte del mercurio que el mineral contiene. Resulta de esto que en el beneficio de esta clase de minerales por plata, cuando los minerales son ricos, se obtiene

Arqueria.

en la destilacion de las *piñas de relave* un aumento de azogue que hace mas que compensar las pérdidas de mercurio que se experimentan en el beneficio de *las harinas*.

§ 3.° PRODUCTOS DE LAS ARTES.

1.° *El mercurio* del comercio se halla muchas veces falsificado con plomo, bismuto o estaño: se reconoce esta falsificacion, destilando el mercurio en un tubo o una retorta, y examinando el residuo que queda. En este residuo se reconcentran casi en totalidad los tres mencionados metales.

2.° *Residuos del beneficio.*—Se benefician los minerales de mercurio de dos modos: por via de destilacion, o por via de calcinacion. En el primer caso, se emplean retortas o cilindros de hierro; y se mezcla el mineral con carbonato de cal y carbon, si el criadero no es calizo, ni contiene betun: el cinabrio se descompone, durante la operacion, por la cal; el mercurio cede su azufre al calcio y se volatiliza, dejando el súlfuro de calcio en los residuos. Por el segundo método, puesto en práctica en Idria y Almaden, el mineral se calcina en unos hornos prismáticos en los cuales la llama se pone en contacto inmediato con el mineral: en este caso la corriente del aire atravesando el horno, cede su oxíjeno al azufre del cinabrio, se forman ácido sulfuroso y vapor de mercurio, que arrastrados por esta misma corriente, tienen que atravesar unos *cuartos de condensacion* (como en Idria) o unas hileras de *cantarillas* o *aludeles* (como en Almaden). En estos *cuartos* o *aludeles* es donde se condensa el azogue; los resíduos no contienen por lo comun ningun indicio de azogue, aunque el mineral se somete a estas operaciones en fragmentos o *colpas* mui grandes, y aunque el fuego del horno nunca se eleva bastante para descomponer los carbonatos que constituyen el criadero.

3.° *Hollines.*—A mas del mercurio líquido que se condensa en los cuartos o en las cantarillas, por este último método, se asientan tambien en el interior de estos condensadores unos *hollines* negros, mui ricos en azogue, y que se vuelven a beneficiar, mezclándolos con minerales. Proust halló en unos hollines de Almaden

mercurio mui dividido	0,660
protocloruro de mercurio	0,180
cinabrio	0,010
sulfato de amoniaco	0,035
sulfato de cal	0,010
ácido sulfúrico libre	0,025
carbon	0,050
agua	0,025
	0,995

4.° *Las heces* negras (que suelen llamar *lices*), que se forman en la destilacion de las *piñas*, enturbian el agua donde se condensa el azogue, sobrenadan en la superficie de este último, y contienen a veces mas de la mitad de su peso de azogue, el cual se halla en la mayor parte en estado metálico, pero dividido en partículas estremadamente finas, y lo demas al estado de óxido, de cloruro y de súlfuro. Se puede extraer la mayor parte del mercurio de estas heces, secándolas y exprimiéndolas en una tela.

5.° *El cinabrio* del comercio se halla muchas veces falsificado con mínio, peróxido de hierro, ladrillo molido, rejalgar, etc. Se reconoce la presencia de las tres primeras sustancias, sometiendo el cinabrio a una destilacion, y la del rejalgar, haciendo dijerir el cinabrio en el amoniaco, y despues saturando el licor con un acido: en este caso, si hai súlfuro de arsénico, este se disuelve en el amoniaco, y despues vuelve a precipitarse.

SECCION 3.ª

Modos de ensayar.

Naturaleza de las materias.

Ensaye.—Las materias que se ensayan por la *via seca*, contienen el mercurio, 1.° al estado metalico, libre o aleado con diversos metales; 2.° al estado de óxido; 3.° al estado de súlfuro, de seleniuro, de cloruro o ioduro. Se ensayan todas estas materias por mercurio, de la misma manera: solamente unas se destilan con adicion de un reactivo conveniente; y las otras, sin reactivo.

He aquí como se procede.

Ensaye por mercurio.—Se destila la materia en una retorta, y se recoje el mercurio que se evapora, sea en el cuello mismo de la retorta, sea en un recipiente, tal como un globo o una cápsula con agua. Cuando se opera sobre una pequeña cantidad de materia, 10 gramos, (200 granos) a lo mas, como conviene hacerlo en caso que se intente solo determinar la cantidad de mercurio, se puede emplear una retorta de vidrio, la cual se calienta gradualmente sobre un fuego de carbon bien encendido en horno de reverbero; y se aumenta el fuego hácia el fin, hasta ablandar el vidrio, teniendo cuidado de mantener la cúpula de la retorta bastante caliente, para que no pueda condensarse allí el mercurio, y para que este metal pase en su totalidad al cuello. Cuando la operacion se ha terminado, este cuello se corta, y se pesa: despues se despega el mercurio, y se pesa otra vez el mismo cuello bien limpio: se determina en este caso el peso del metal por diferencia: o bien se limpia el interior del tubo con una pluma, haciendo caer el mercurio en el agua; se calienta esta agua; durante algunos minutos, si fuere necesario, para que el mercurio se reuna en un solo globo; se decanta el agua, se seca el mercurio a la temperatura ordinaria, y se pesa. Es de advertir que, aunque el mercurio se condensa siempre en totalidad en el cuello, bajo la forma de un rocío metálico, y no sale de la retorta al estado de vapor, sin embargo, para evitar pérdidas, se hace sumerjir hasta la mitad el orificio de la retorta en el agua, y se puede aun poner en el mismo orificio un pedazo de lienzo, que penetre como una pulgada en el interior del tubo, y se sumerja en el agua: de este modo el interior del cuello de la retorta se halla constantemente refrescado con el vapor de agua, que se produce por la condensacion de los vapores mercuriales; y si sucede que una parte de estos últimos llegue hasta el orificio, allí se condensa, y se pega al lienzo, del cual se separa despues con facilidad, ajitando el lienzo en el agua del recipiente. Cuando se opera sobre cantidades un poco considerables de materias mercuriales, como es menester calentar fuertemente, con el fin de que el calor penetre hasta el centro de las masas, no se pueden entónces emplear retortas de vidrio, sino unas retortas de greda o de porcelana impermeable. En los injénios

Operacion.

Precaucion.

donde se destilan los amalgamas, se hace uso de retortas de hierro colado, que se componen de dos piezas.

Reductivo. Se destilan sin adicion las materias que contienen el mercurio al estado metálico o al estado de óxido; mas para las demas materias, es menester añadir un reactivo, que tenga la propiedad de apoderarse del azufre, del selenio, etc. Estos reactivos son: 1.° un metal, como el hierro; 2.° el cobre, o el estaño; 3.° el flujo negro o una mezcla de cal cáustica y de carbon; 4.° el litarjirio. Se emplea frecuentemente para esto la limadura de hierro. Se sabe que la reduccion del cinabrio no necesita mas que 0,231 de hierro; pero, como este metal no se puede obtener en polvo impalpable, y los granos de la limadura no se convierten en súlfuro sino lentamente, y solo por via de cementacion, conviene emplear un exceso de hierro, como 50 por ciento, a fin de que no se sublime el cinabrio sin descomponerse: esta misma proporcion es suficiente para los seleniuros y otros minerales análogos. Si se hace uso del flujo negro, se añade a la materia la mitad o dos tercias partes de su peso de reactivo. En cuanto a la cal cáustica, se la emplea en la proporcion de cerca de un tercio, y se mezcla con un tercio de su peso de carbon en polvo.—Los minerales arsenicales solo se pueden ensayar con litarjirio, y necesitan 3 a 4 p. de este reactivo. En todo caso, cuando la mezcla está introducida en la retorta, es bueno cubrir toda la materia con una lijera capa de reactivo puro, a fin de que nada se escape a su accion.

Flujo negro.

Ensaye por súlfuro.—Cuando se quiere ensayar una materia mercurial para saber cuánto súlfuro o seleniuro contiene, se la destila en una retorta de vidrio sin adicion; la sustancia sublimada se condensa en el cuello; y se determina el peso del mismo modo que para el mercurio.

Influjo de de los criaderos. Los minerales sulfurados se hallan frecuentemente mezclados con materias betuminosas, peróxido de hierro y carbonato de cal: en este caso, si se quiere hacer el ensaye por cinabrio, sucede que una parte de éste se descompone, sea por el carbon, sea por la accion de las materias betuminosas y del óxido de hierro o de la cal; y entonces se sublima cierta cantidad de mercurio metálico, aunque el mineral no contenga mas que súlfuro. En este caso, despues de haber pesado la

mezcla de cinabrio y de mercurio, se hace calentar esta mezcla con ácido nítrico no mui concentrado, en que solo se disuelve el metal, y queda el súlfuro casi intacto: se toma entonces el peso del resíduo que es de cinabrio puro, y restándolo del peso de la mezcla, se obtiene el del mercurio: en fin, por la cantidad de este último se sabrá la del súlfuro que le corresponde.

Si la reduccion del cinabrio se hace principalmente por la cal, se evita esta descomposicion tratando el mineral, antes de destilarlo, por ácido acético, el ácido nítrico o el ácido muriático; que disuelven el carbonato calizo, sin tocar al súlfuro.

Cuando un mineral de mercurio tiene por criadero unas materias fijas no volátiles, se determina su riqueza mediante una simple calcinacion en la cual se subliman todas las sustancias minerales, y queda el criadero puro.

Ensayes en pequeño.—Hai muchos medios de reconocer la presencia de una pequeña cantidad de mercurio en alguna materia.

Hé aquí cuáles son estos medios;

1.° Se mezcla la materia con limadura de hierro o estaño metálico; y se hace calentar la mezcla al calor rojo en un tubo cerrado por un estremo. El mercurio se sublima, y se reune en la parte mas fria del tubo, bajo la forma de un rocío metálico, que se puede recojer y juntar en una gota metálica, mediante una pluma mui seca. *Hierro.*

2.° El método mas cómodo y mas exacto para esta clase de ensayes en pequeño, es el siguiente: se toma un tubo como de 3 líneas de diámetro y 7 a 8 pulgadas de largo; se cierra por un extremo, y se encorva en la extremidad cerrada en forma de una pequeña retorta, de tal modo que la parte corva tenga solo 1½ a 2 pulgadas de largo. Se seca bien este tubo, y se introducen en su interior 5 decígramos (10 granos) de la materia que se quiere ensayar, mezclada con 1 a 2 p. de litarjirio; se calienta la parte encorvada el tubo, primero lenta y gradualmente, y se aumenta despues del fuego hasta que se funda completamente la mezcla. En este momento el agua que proviene de los criaderos hidratados, se halla condensada, y baja hácia la extremidad abierta del tubo, miéntras el mercurio forma un rocío y a veces una nube apénas perceptible cerca del punto donde principia a encorvarse el tubo. Entónces, para *Litarjirio.*

recojer mejor el sublimado, se introduce la parte corva un poco mas adentro del hornillo; o bien ántes que se enfrie el tubo, se lo hace calentar en la llama de una lámpara de alcool, de tal modo que las gotillas de dicho sublimado, diseminadas en el interior del tubo, se juntan un poco mas hácia el orificio, formando un anillo que se puede alejar de la parte corva, mediante la llama, a la distancia que se cree conveniente. Hecho esto, se corta el tubo con una lima o un diamante, cerca de dicho anillo; se recoje el sublimado con unas barbas de pluma bien secas, haciendo caer las gotillas en una cápsula de porcelana, y se pesa. Este método es sobre todo mui bueno para ensayar toda clase de minerales cobrizos arsenicales, y sirve no solo para descubrir una media milésima de mercurio, sino tambien para determinar la proporcion de este metal con la misma exactitud que en un ensaye en grande. La forma corva del tubo es indispensable para el ensaye de aquellos minerales cuyo criadero es hidratado, porque en un tubo recto, el agua que se condensa, volviendo a caer despues de la parte mas caliente del tubo, donde se condensan los vapores mercuriales, rompe muchas veces el vidrio, o produce proyecciones que hacen subir y esparcirse en el interior del tubo el polvo del mineral.

Oro. 3.° Se echa el polvo de la materia que se quiere ensayar, sobre algun ladrillo o cualquier otro cuerpo, calentándolo hasta el color rojo; y se coloca arriba, lo mas cerca posible, una lámina de oro bien pulida: si hai mercurio, la lámina se vuelve blanca al instante.

Oro y estaño. 4.° Smithson pone un pequeño grano de la sustancia que se quiere ensayar, sobre una hoja de oro, echa despues encima del grano una gota de ácido muriático, e introduce en la misma gota un pequeño pedacito de estaño: en este caso, si hai mercurio, se forma al instante una amalgama de oro sobre la hoja; y lavando despues la hoja, se halla en el lugar mismo que ocupaba la materia, una mancha blanca metálica.

Preparacion.—Se ha observado que el mercurio destilado casi nunca es puro, porque volatilizándose, arrastra consigo cierta cantidad de diversos metales. Esta cantidad es mui pequeña, y puede ser despreciada sin error sensible, si no se trata de otra cosa mas que de determinar la cantidad de mer-

curio; pero, si se quiere tener el metal en estado de pureza perfecta, es menester someterlo a diversas operaciones despues que se ha destilado. Con respecto a los metales amalgamados, se puede emplear uno de los medios siguientes:

Aire.

1.° El primero es debido a Priestley: consiste en poner cierto volúmen de mercurio en un frasco cuya capacidad sea cuatro veces mayor que este volúmen de mercurio; se tapa el frasco, y se ajita durante algunos instantes. Despues de veinte o treinta vueltas se destapa el frasco, y se renueva el aire de su interior, mediante un fuelle; se lo vuelve a tapar otra vez, y se ajita: entónces empieza a formarse en la superficie del metal, un polvo negro, que se puede separar trastornando el frasco, destapándolo y dejando correr el mercurio por el orificio que se tiene medio tapado con el dedo. Se repiten estas operaciones hasta que ya cese de formarse este polvo negro: el mercurio entonces queda puro; y si se lo ajita en este estado, produce un sonido claro, mientras que, cuando contiene plomo, suena en el frasco como si fuese arcilla.

Acido nítrico.

2.° Se pone en un frasco el mercurio con un poco de nitrato de mercurio o una pequeña cantidad de ácido nítrico débil; se ajita todo fuertemente durante un minuto o dos; y en seguida se separan, por medio de un lavado las partes solubles, asi como el polvo amarillo que se ha formado.

Acido sulfúrico.

3.° Se llena de mercurio una cazuela hasta media pulgada del borde; se añade allí una cantidad de ácido sulfúrico desleido en dos veces su peso de agua; se deja todo en este estado durante una semana o dos a la temperatura ordinaria, teniendo cuidado de revolver frecuentemente la materia; se separa despues el metal del óxido, y se lava. El ácido sulfúrico obra mas pronto, si se añade un poco de sulfato de mercurio.

Cloruros.

Karsten ha reconocido que se separan completamente del mercurio el cobre, el plomo, el estaño, el bismuto, el arsénico, etc., ajitando estas mezclas con una disolucion de deuto-cloruro de hierro, de cobre o de mercurio: en esta operacion los deuto-cloruros pasan al estado de proto-cloruros, mientras los metales amalgamados se trasforman en cloruros, antes que el cloro empiece a atacar al mercurio.

Si se emplease un exceso de deuto-cloruro, y la accion fuese

prolongada, una parte del mercurio seria tambien convertida en protocloruro, y se perderia en el lavado.

Modo de limpiar el mercurio.

El mercurio aun purificado se cubre frecuentemente de una película, que se compone de diversas materias pulverulentas. Es fácil separar estas materias estrañas, echando el mercurio en un frasco con azúcar molida, un poco humedecida, ajitándolo fuertemente en este frasco, y haciendo pasar despues el líquido por un embudo de papel: en este caso todo lo impuro se une al azúcar, y queda pegado al papel del embudo.

CAPITULO XI.

HIERRO.

SECCION 1.ª

Propiedades mas importantes del hierro.

El hierro puro (hierro en barra, hierro batido) tiene p. esp. 7,788; ocupa el octavo lugar entre los metales, en cuanto a su maleabilidad y el cuarto en cuanto a su ductilidad. Es el mas tenaz entre los metales que se usan en las artes. Al pasar por el castillejo o la hilera, se debilita su ductilidad y tenacidad, y las vuelve a cobrar por medio del *recocimiento.* Su contextura es granuda, pero en la fragua, adquiere por el martillo una contextura fibrosa. No se funde sino a la mas alta temperatura que se puede producir en los hornos metalúrjicos, pero se facilita mucho su fusion cuando puede combinarse con el carbon. Calentado hasta el rojo albado, se ablanda bastante para forjarlo y posee ademas la propiedad de soldarse consigo mismo sin interposicion de otro metal. Se conserva bien en el aire seco, u óxijeno seco, pero se altera con prontitud expuesto al aire húmedo, cubriéndose de *orin;* la presencia de ácido carbónico facilita esta oxidacion. Al calor rojo se oxida rápidamente, cubriéndose de unas escamas de óxido negro, las cuales, si se continúa calentándolas, se convierten en óxido rojo.

El hierro puro se conserva bien en el agua pura, a la temperatura ordinaria, y mejor todavia en el agua que contenga algunas milésimas de carbonato de sosa o potasa; pero descompone mui pronto el agua mediante el calor, principiando a manifestarse esta descomposicion a la temperatura de 50 o 60 °, y tambien mediante cualquier ácido disuelto en el agua. El ácido nítrico mui concentrado obra con menor enerjía sobre este metal que el ácido débil; el de 1.16 de densidad disuelve el hierro sin efervescencia, pues el deutóxido de azoe que se forma se disuelve en la sal de hierro dándole color negro. El ácido sulfúrico mui débil, o con mucha agua, disuelve fácil-

mente el hierro con desarrollo de hidrójeno; concentrado, no ejerce ninguna accion sobre este metal a la temperatura ordinaria, pero haciéndolo hervir disuelve el hierro, con desarrollo de ácido sulfuroso. Los hidracidos disuelven rápidamente el hierro, dando lugar a la formacion de protocloruro, protobromuro, etc. Reduce varios óxidos metálicos tanto por la via seca como por la via húmeda, y hace pasar al menor grado de oxidacion los peróxidos que no puede reducir completamente. Se combina directamente con el azufre y selenio a la temperatura de fusion de estos metaloides, y tambien con el cloro, el iodo, el bronce, el fósforo, el arsénico, etc.

Su equivalente 339.205.Fe.

El *acero* y el *hierro colado* son combinaciones del hierro con cantidades pequeñas, aunque variables de carbono y silicio: y por esto son mas fusibles que el *hierro batido*. Son en jeneral menos atacables por los ácidos y exhalan hidrójeno en parte carbonado, con un aceite de mal olor, cuando se atacan por el ácido muriático o sulfúrico. El *acero fundido* contiene 0,008 de carbono, el acero ordinario 0,010 y el acero fundido mui duro hasta 0,020. Los *hierros colados* contienen mayor proporcion de carbon, que no pasa de 0.05; cuyo carbon se halla todo combinado con hierro en los *hierros colados blancos*, y solamente en parte combinado, en parte diseminado al estado de grafita en los *hierros colados grises*. A mas de carbon puede contener el hierro colado proporciones variables de azufre, fósforo, manganesa, cobre, silicio, etc.

Los *óxidos de hierro* son reductibles por el hidrójeno, carbono, materias orgánicas, azufre, fósforo y arsénico. El hidrójeno seco principia a obrar sobre ellos a la temperatura de la ebulicion de mercurio, pero mezclado con mucho vapor de agua no los reduce a ninguna temperatura. El *protóxido* es una base mui poderosa, pero tan ávido de oxíjeno, que no se puede conservarlo ni obtenerlo en contacto del aire puro. Su hidrato es blanco pero se ennegrece casi instantáneamente por el contacto de agua que descompone. Es soluble en el amoniaco y tambien, aunque en pequeña cantidad en la potasa y sosa: contiene 0,772 de hierro FeO.

El *peróxido* es un sesquióxido Fe^2O^3, contiene 0.693 de hierro; es rojo, infusible; mui reductible por los combustibles,

aún por los gases que se desarrollan en una combustion incompleta, a la temperatura de calor rojo; no es magnético cuando puro. Su hidrato es de color pardo amarillento, inalterable al aire. Cuando húmedo, se disuelve con facilidad en los ácidos y en el oxalato ácido de potasa; pero si se le calcina fuertemente se pone, como el peróxido nativo, inatacable sino por el ácido muriático o sulfúrico concentrado y a la temperatura de ebulicion. El peróxido hace papel de un ácido débil, algo mas débil que la alumina.

El *óxido magnético* es negro, fusible sin descomponerse, magnético; se forma al pasar el vapor de agua sobre el hierro enrojecido; no es atacable sino por los ácidos fuertes. Consta de un equivalente de protóxido y uno de peróxido Fe^3O_4 y contiene 0,718 de hierro. Forma tambien el hierro un otro óxido compuesto de 6 átomos de protóxido por uno de peróxido, que constituyen las escamas de hierro forjado; y tambien forma *ácido férrico*, el que se produce enrojeciendo al fuego una mezcla de limadura de hierro y de salitre, y tratando la materia por el agua. Este ácido no puede existir sino combinado con la potasa.

Las *sales* de protóxido son de un verde claro, cuando hidratadas, y sin color al perder el agua. Sus disoluciones de un verde claro o sin color. Dan precipitados de color verde sucio por los álcalis y carbonatos alcalinos, blancos por los fosfatos y arseniatos, amarillos por los oxalatos, negros por los hidrosulfatos; blancos por el cianoferruro amarillo de potasio; azules por el cianoferruro rojo. No se enturbian por el carbonato de cal o de magnesia, ni por el succinato o benzoato, ni por el tanino, ni por el hidrójeno sulfurado. *Las sales de peróxido* son pardas, o amarillas. Dan precipitados pardos rojizos por los álcalis y carbonatos alcalinos o térreoalcalinos; blancos amarillentos por los fosfatos y arseniatos; pardos por los succinatos y benzoatos; azules por el cianoferruro amarillo de potasio. El hidrójeno sulfurado produce en ellas depósito de azufre reduciéndolas a sales de protóxido.

Los *súlfuros* mas importantes de hierro son FeS, FeS^2; y estos se combinan entre sí en diversas proporciones. El *protosúlfuro* se forma combinando directamente el hierro con el azufre al calor rojo y fundiéndolo al fuego de forja. El que se forma precipi-

tando una sal de protóxido de hierro por un hidrosulfato es un súlfuro hidratado. Es negro o de un amarillo mui obscuro, mui fusible e inalterable por el fuego aún mas activo; se conserva bien en el aire seco, pero el aire húmedo lo transforma en sulfato neutro. Los ácidos muriático y sulfúrico lo disuelven con desarrollo de hidrójeno sulfurado y sin resíduo de azufre. No se descompone por el hidrójeno y solamente en parte por el carbon. Se combina con el protóxido de hierro formando oxisúlfuro; con el litarjirio empleado en pequeña cantidad, y con varios súlfuros metálicos o alcalinos que no se descomponen por el fuego. Calentándolo con el sulfato hai descomposicion recíproca.

El *bisúlfuro* es mui comun en la naturaleza y se llama pirita. Es de color amarillo de laton, agrio, mui fusible: al fundirse abandona cierta cantidad de azufre sin trasformarse en protosúlfuro. El aire húmedo no lo altera con tanta facilidad como el anterior. Es inatacable por el ácido muriático ni sulfúrico. El hidrójeno, mediante el calor lo trasforma en súlfuro magnético; calentándolo con carbon produce súlfuro de carbono y se transforma en protosúlfuro; contiene 0.457 de hierro FeS^2.

Los *sulfatos de hierro* se descomponen completamente al calor albo, y se reducen al estado de súlfuros por el carbon. El protosulfato se altera mui pronto al aire absorviendo oxíjeno; cuando se halla en disolucion, se enturbia, precipitándose el subsulfato amarillo y quedando en el licor un sulfato ácido. Tratándolo por el ácido sulfúrico de 66 ° se pone blanco, anhidro y el licor toma un color purpúreo, por una cierta cantidad de sal que se disuelve. El *persulfato* es mui soluble en el agua, soluble en el alcohol, insoluble en el ácido sulfúrico de 66 °. El calor le quita primero el agna, y en seguida lo descompone, desarrollando ácido sulfúrico anhidro mezclado con una pequeña cantidad de oxíjeno y de ácido sulfuroso.

Los *arseniuros* son mui quebradizos, inalterables por los ácidos muriático y sulfúrico; mui fusibles. Mui poco arsénico se necesita para que el hierro pierda toda su maleabilidad y se ponga mui quebradizo al frio.

El *protocloruro* se forma calentando las limaduras de hierro con ácido clorhídrico, y el *sesquicloruro* calentando el hierro en

una corriente de cloro y volotilizando el producto en medio de este gas. Los dos se trasforman en peróxido tanto por la calcinacion en contacto del aire como por el vapor de agua; son deliquescentes y volátiles, pero el último mas volátil que el primero.

Silicuiros. Los hierros colados suelen contener hasta 2 por cierto de silicio. Fórmanse tambien los silicuiros calentando en un crisol de brasca, limadura de hierro con sílice. Son mui atacables por los ácidos.

SECCION 2.ª

Minerales.

El hierro se halla en todos los terrenos, y constituye muchas especies mineralójicas, que se pueden clasificar del modo siguiente:

Hierro metálico		*el hierro meteórico,*
Minerales oxijenados	1	*el peróxido anhidro,*
	2	*el peróxido hidratado,*
	3	*el óxido magnético,*
	4	*la franklinia.*
Minerales sulfurados y telurados	1	*las piritas amarillas y blancas,*
	2	*las piritas magnéticas,*
	3	*los sulfatos,*
	4	*el telururo.*
Minerales fosforados y arsenicales	1	*los fosfatos,*
	2	*el arseniuro,*
	3	*el arsenio-súlfuro,*
	4	*los arseniatos,*
	5	*los arsenio-sulfatos.*
Minerales con sílice		*los silicatos.*
Minerales carbonatados	1	*el carbonato,*
	2	*el oxalato.*
Minerales de ácidos metálicos	1	*los cromatos,*
	2	*el tunstato,*
	3	*los tantalatos,*
	4	*los titanatos.*

Entre estas especies, las que entran en la composicion de los verdaderos *metales* que se benefician por hierro, son las siguientes:

1.° *Peróxido de hierro* (hierro olijístico, hierro espejado, hierro rojo). Se distinguen tres variedades principales: peróxido cristalizado o *hierro olijístico*, peróxido hojoso o hierro micáceo (hierro escamoso) y peróxido compacto o *hematita roja*. Cristaliza en romboedros, en dodecaedros metastático, terminados por las caras de un romboedro obtuso, y en prismas de seis caras: los cristales mui abundantes tienen forma de lenteja. Estructura hojosa, granuda, o compacta. Por fuera, de color negro de hierro, por dentro, gris de hierro o gris de acero obscuro, lustre metálico. Su polvo es siempre rojo. Es muchas veces magnético por causa de una pequeña cantidad de óxido magnético con que está mezclado. Es infusible al soplete, soluble en el ácido muriático a la temperatura de la ebulicion. La variedad micácea u hojosa se halla mui abundante en Chile, y acompaña los mas minerales de oro y los de color de cobre: los mineros la llaman *arenilla*, *arenilla voladora*, hierrillo. Consta de

hierro	0,6934
oxíjeno	0,3066
	1,0000

La variedad compacta o hematita roja tiene muchas veces estructura fibrosa, en fibras diverjentes. La variedad ocrácea *u ocre rojo* es una mezcla de peróxido y arenilla.

Se halla comunmente en vetas.

2.° *Peróxido hidratado.*—Es todavia mas abundante que el anterior, del cual se distingue, primero, por el agua que da en el matracito, segundo, por el color de su polvo, que es amarillo o pardo amarillento: sin embargo, es de advertir que muchas veces su polvo es tambien rojizo como el del anterior, por causa de una pequeña cantidad de peróxido anhidro con que está mezclado. Rara vez se halla cristalizado, y aun sus cristales parecen *impropios:* son unos cubos o cubo-octaedros como los de la pirita ordinaria, o unos prisma propios de la pirita blanca. Las variedades mas importantes son: (1) *hierro pardo o hematita parda*, en masas, bulbosa, estalactítica etc.; estruc-

tura fibrosa; por fuera, negra; su polvo pardo cetrino; (2) *hierro pardo lustroso*, lustre de cera, estructura compacta; (3) *hierro arcilloso*, rojo parduzco, sin lustre, estructura terrosa, en capas; (4) *hierro arcilloso granudo*, rojo parduzco, en granos, fragmentos, petrificaciones; su polvo, rojo amarillento; (5) *hierro palustre*; de color amarillo de ocre o gris amarillento etc.—Composicion:

	Chile. (1)	Pensilvania. (2)	Longwy. (3)
peróxido de hierro	0,849	0,512	0,851
agua	0,118	0,100	0,122
cuarzo, arcilla etc.	0,033	0,360	0,027
óxido de manganesa		0,028	
	1,000	1,000	1,000

(1) Hidrato cristalizado en cubos imperfectos, embutidos en un criadero compacto cobrizo.

(2) Hidrato compacto de color amarillo, pardo obscuro (Berthier).

(3) Hematita parda (Berthier).

La variedad compacta o granuda, de color gris de acero por dentro, y negro de hierro por fuera, de estructura a veces hojosa imperfecta, se halla mui a menudo en Chile en vetas mui gruesas o masas considerables.

3.° *Hierro magnético*.—Se halla en masas y granos irregulares, y diseminado, cristalizado en octaedros o dodecaedros; estructura granuda, a veces hojosa, lustre metálico, color gris de hierro, se distingue de los anteriores por su virtud magnética y por el color de su polvo, que es de un pardo obscuro. Consta de

hierro	0,7178
oxíjeno	0,2822
	1,0000

4.° *Hierro espático* (carbonato de hierro).—Se halla en masas, diseminado, globoso, etc. y cristalizado en romboedros un poco mas obtusos que los del espato calizo; estructura

hojosa de triple crucero; fractura hojosa y a veces astillosa; color blanco de perla agrisado, gris amarillento, etc.; lustre de vidrio que tira a nácar; trasluciente en los bordes u opaco. No es atacable por el vinagre y con dificultad por los ácidos sulfúrico y muriático, pero sí por el ácido nítrico concentrado y por el agua réjia. Consta de

protóxito de hierro	0,6147
ácido carbónico	0,3853
	0,1000

Casi siempre se halla mezclado con carbonato de manganesa y carbonatos de magnesia y cal. Se cria comunmente en vetas, y su matriz tiene por lo comun cuarzo, sulfato de barita, etc.

Hierro carbonatado compacto o arcilloso.—Es una variedad del anterior, del cual se distingue por su estructura compacta, terrosa, a veces granuda u oolítica; se halla comunmente en capas en los mismos terrenos que producen carbon fósil.

SECCION 3.ª

Modo de ensayar.

§ 1.º JENERALIDADES.

Entre las sustancias ferrujinosas, se someten ordinariamente a los ensayes por la *via seca* solo aquellas en que es posible determinar la lei del hierro rigorosamente, o a lo menos mui aproximativamente por este medio. Estas sustancias contienen hierro siempre al estado de óxido, y son o unas especies minerales que se emplean en grande para estraer el hierro, y por eso se califican de *minerales*, o bien unos productos de las artes.

Minerales.—Los minerales de hierro que se benefician en grande, son los siguientes:

1.º *Hierro oxidado magnético.*—Se halla muchas veces puro; pero contiene algunas veces una cantidad notable de

óxido de títano. Sus criaderos son el cuarzo, la esteatita y el gneis.

2.° *El hierro oxidado magnético titánico.*—Contiene en combinacion el óxido de títano y el protóxido de manganesa. Sus criaderos son los mismos que los del hierro oxidado magnético, y ademas las rocas basálticas y las arenas que contienen las piedras jemas y un gran número de piedras diversas.

3.° *El hierro olijístico.*—Se halla siempre puro. Sus criaderos son los mismos que los del hierro oxidado magnético.

4.° *La franklinita.*—Contiene en combinacion óxido de zinc y deutóxido de manganesa. Sus criaderos son el cuarzo, el granate, etc. y las rocas primitivas.

5.° *El hierro oxidado y el hierro hidratado compactos o hemálites.*—Pueden contener deutóxido y peróxido de manganesa, ácido fosfórico y ácido arsénico. Sus criaderos son el cuarzo, las rocas primitivas, la cal arcillosa, y las arcillas arenosas.

6.° *El hierro oxidado y el hierro oxidado hidratado.*—Muchas veces oolíticos, de los terrenos calcáreos. Pueden contener deutóxido y peróxido de manganesa, ácido fosfórico, arcilla, carbonato y silicato de hierro, carbonato y silicato de zinc. Su criadero es la caliza oolítica pura o la caliza compacta arcillosa.

7.° *El hierro oxidado y el hierro hidratado llamados de alluvion* o de los terrenos de acarreo: son mui frecuentemente oolíticos.—Pueden contener deutóxido y peróxido de manganesa, ácido fosfórico, arcilla, silicatos de hierro magnéticos, hierro titánico e hidrato de alumina. Sus criaderos son las arcillas arenosas y el cuarzo.

8.° *El carbonato espático.*—Puede contener carbonato de manganesa y carbonato de magnesia, algunas pero raras veces, carbonato de cal: nunca contiene ácido fosfórico ni arsénico. Sus criaderos son el cuarzo, el gneis, las rocas talcosas.

9.° *El hierro carbonatado compacto.*—Puede contener carbonato de magnesia, carbonato de cal, ácido fosfórico, arcilla, betun. Sus criaderos son las areniscas hulleras, las arcillas esquitosas, la hulla y las calizas compactas y arcillosas.

10.° *Los granates.*—Ademas de la sílice pueden contener cal, magnesia, óxido de manganesa y de alumina. Tienen por criadero las rocas primitivas.

11.° *La chamoisia y los alumino-silicatos análogos.* Ademas de la sílice y alumina, pueden contener cal, magnesia y un álcali. Los criaderos son las rocas primitivas y las calcáreas arcillosas.

Carbonatos y silicatos multíplices.—Se encuentra en la naturaleza una variedad infinita de carbonatos con base de cal, de magnesia, de manganesa y de hierro.

Productos de las artes.—Los productos de las artes son: 1.° las escorias que contienen mui poco hierro; 2.° las escorias de forjas catalanas y las escorias de refinadura de cualquiera especie, que son todas mui ricas.

Hornos.—Los ensayes de hierro exijen una temperatura de cerca de 140° a 150° p.; y por esto se hacen en unos hornos de viento que tiren bien, o en una forja provista de un buen fuelle.

Clasificacion.—Para que un ensaye se acierte, es menester no solamente que el hierro pueda fundirse, sino tambien que todas las sustancias con las cuales se halla mezclado o combinado, puedan formar entre sí una combinacion fusible. Esta última condicion exije muchas veces que se añada un flujo a la materia ferrujinosa cuyo ensaye se quiere hacer. La naturaleza del flujo que se debe emplear, depende de la naturaleza de la materia que es menester fundir. Bajo este respecto, los minerales de hierro se pueden dividir en cinco clases.

1ª *clase.*—*Materias ferrujinosas casi puras:* hierro oxidado magnético, hierro olijístico, hierro oxidado y hierro hidratado compactos o hematites.

2.ª *clase.*—*Materias ferrujinosas mezcladas con cuarzo que no contienen nada o casi nada de otras sustancias:* hierro oxidado magnético, hierro olijístico, hierro oxidado e hidratados compactos o hematites, algunos minerales de aluvion.

3.ª *clase.*—*Materias ferrujinosas que contienen sílice y diversas bases, pero no contienen nada o casi nada de cal:* la mayor parte de los minerales oxidados o hidratados llamados de aluvion, y la mayor parte de los minerales carbonatados compactos, que están unos y otros mezclados con arcilla; los minerales oxidados o hidratados, que tienen por criadero las rocas primitivas; los hierros espáticos mezclados con cuarzo, y que contienen siempre magnesia u óxido de manganesa; algu-

nos granates; las escorias de refinadura y la mayor parte de las escorias ferrujinosas, que provienen de la fundicion de los minerales de cobre, plomo y estaño.

4.ª *clase.—Materias ferrujinosas que contienen una o muchas bases*, tales como la cal, magnesia, alumina, óxido de manganesa, óxido de titano, de tántalo, de cromo o de tunsteno, pero que no contienen nada, o contienen poco de sílice: tales son los minerales oxidados e hidratados pobres del terreno oolítico, que se hallan casi siempre mezclados con una grande cantidad de carbonato de cal; algunas variedades de carbonato de hierro compacto, que están en el mismo caso; los hierros espáticos sin criadero, que contienen siempre magnesia o manganesa; algunas variedades de hierro oxidado e hidratado de aluvion, que tienen por criadero hidrato de alumina, etc.

5.ª *clase.—Materias ferrujinosas que contienen sílice, cal y otra base, y que son fusibles por sí mismas*, como son muchos minerales oxidados e hidratados de los terrenos calcáreos; los hidrosilicatos; algunos granates; la mayor parte de las escorias, que provienen de las forjas catalanas; las escorias de los *hornos altos* y de los hornos de *Wilkinson* y algunas escorias que provienen de la fundicion de los minerales de cobre, plomo y estaño.

Modo de operar.—Antes de indicar los diversos flujos que se pueden emplear para cada una de estas clases, se van a indicar los modos de hacer los ensayes de hierro en jeneral, y las consecuencias útiles que se pueden sacar del resultado de estos ensayes.

Para ensayar las materias ferrujinosas se pueden emplear crisoles de tierra o de plombajina, sin carbon o guarnecidos de brasca. El hierro colado no adhiere a los crisoles de tierra; pero las escorias adhieren a ellos fuertemente, y no es posible pesarlas. En los crisoles de plombajina el hierro colado no adhiere jamas, las escorias se separan casi siempre limpias; pero, como durante la fusion se disuelve en las escorias una parte de la materia arcillosa del crisol, no se puede saber con exactitud el peso de ellas. *Crisoles*

Cuando se opera en crisoles sin brasca, conviene necesariamente añadir a la materia ferrujinosa una cierta cantidad de carbon, para reducir el óxido de hierro; y es menester añadir

un exceso de carbon, porque una parte de este combustible se quema siempre por el aire que penetra los crisoles: ahora, si se pone demasiado carbon, resulta que el sobrante del residuo, diseminado en la materia fundida, impide que, concluida la reduccion, el hierro colado se una en una sola esferilla. Los crisoles sin brasca no necesitan por otra parte tanto fuego como los de brasca, porque esta sostiene las paredes en el momento en que principian a ablandarse. En fin, haciendo uso de los crisoles de brasca, no es necesario añadir reactivo alguno a la materia ferrujinosa: se recoje y se pesa el residuo entero, por causa de que este nunca adhiere al carbon; como al mismo tiempo, ninguna sustancia estraña puede introducirse en la escoria: esta se compone solo de las materias que habian estado mezcladas con el óxido de hierro y el flujo que se habia añadido. Por estas razones, conviene que no se empleen para los ensayes de hierro otros crisoles que los de brasca.

Preparacion del ensaye. Molida la materia ferrujinosa y pasada por el tamiz de seda, se toma un peso determinado de ella, que se coloca en una hoja de papel barnizado o en una pequeña cápsula de porcelana o de vidrio; luego se pesa el flujo, y se lo mezcla mui exactamente con la materia ferrujinosa por medio de una espátula. Se introduce todo en el crisol, haciendo de modo que ningun polvo se escape en el aire, se aprieta la materia con un majadero de ágata o de porcelana; se iguala la superficie, que debe ser un poco convexa; se hacen caer al fondo del crisol las partículas que pueden haberse detenido en las paredes; y se llena en fin el crisol con la brasca. Se coloca entonces el crisol en un apoyo; se adapta la tapa, que se pega al crisol mediante una arcilla refractaria; y luego se introduce todo en el horno.

Fusion. Se deja el fuego encenderse por sí solo durante una hora; se da despues gradualmente el viento por una hora a cinco cuartos de hora; se retiran los crisoles; se los deja enfriar; y quebrándolos, se retira la masa fundida, que consta de hierro colado y escoria.

Peso. Se pesa pimero el residuo entero; en seguida, golpeando lijeramente con un martillo, se separa facilmente el hierro colado; pero casi siempre la escoria, aun cuando está perfectamente fundida, presenta en su superficie granallas de hierro

colado, que se hallan muchas veces en gran número, y cuyo peso por otra parte no se puede despreciar. Mui fácil es recojer estas granallas; y para eso se quebranta groseramente la escoria; se escojen los pedazos que no contienen granallas; se reduce el resto a polvo; y pasando por este polvo una barrita magnética, se estraen de él todos los granos de hierro colado: a esto se junta el boton de hierro colado; se pesa; y separando el peso de hierro del residuo total, se saca el peso exacto de la escoria por diferencia.

En el proceso verbal de ensaye que se hace, es menester notar con cuidado el aspecto del residuo total, y describir separadamente los caracteres de la escoria y del hierro colado, porque eso da indicios sobre la naturaleza de las sustancias contenidas en la materia ferrujinosa sometida al ensaye.

Exámen de la escoria.

Se debe examinar si la escoria es compacta, vítrea, esmaltada o pedregosa, trasparente, trasluciente u opaca; si presenta indicios de cristalizacion; cual es su color por reflexion o por refraccion en las hojuelas delgadas, o si presenta variedades de color, que indiquen la poca homojeneidad de la materia.

Exámen del hierro colado.

En cuanto al hierro colado, conviene quebrar el boton para reconocer su tenacidad, o para examinar su grano. Muchas veces esto es mui difícil: sin embargo, se consigue siempre, envolviendo el residuo en una hoja de hierro, colocándolo en un yunque, y golpeando encima con un martillo. Los hierros colados de mui buena calidad se aplastan siempre un poco ántes de romperse, son de color gris o blanco gris, de grano fino o mediano. Los hierros colados de mui mala calidad se quiebran fácilmente sin cambiar su forma; y aun los hai, que pueden pulverizarse; son mui cristalinos en la superficie, blancos, lamelosos y muchas veces llenos de cavidades cubiertas de cristales. Pero, entre estos dos estremos hai una multitud de calidades diversas sobre las cuales los caracteres exteriores no dan sino indicios mas o ménos probables.

Modo analítico de operar.—Haciendo el ensaye por el proceder que se acaba de describir, no tenemos ningun medio para aseguranos de que no ha habido pérdida accidental; y no podemos contar con la exactitud del resultado sino cuando se ha verificado por otro ensaye semejante. Pero se puede, sometiendo la materia ferrujinosa a algunas operaciones mui senci-

llas ántes de fundirla, dispensarse de hacer un doble ensaye, y ademas obtener sobre la naturaleza de la materia conocimientos esenciales, y de tal modo precisos, que equivalgan casi a una analísis por la via húmeda. Estas operaciones se reducen a una calcinacion con el contacto o sin el contacto del aire, para hacer salir las sustancias volátiles o combustibles, y a un tratamiento por los ácidos, para determinar la dósis de las materias insolubles y, por diferencia, de las que se disuelven.

Calcinacion.

Se calcinan sin contacto del aire los hidratos para determinar el agua, y todos los minerales que contienen óxidos de manganesa, para trasformar este metal al estado de óxido rojo, que es fijo y conocido. Se calcinan sin contacto del aire, y despues se tuestan los carbonatos y los minerales que, como los que provienen de los terrenos de hulla, se hallan mezclados con materias combustibles. Se calcinan con contacto del aire las escorias, que se hallan mezcladas con restos de carbon. La simple calcinacion, sin contacto del aire, basta para descomponer los carbonatos; pero el residuo contiene protóxido y peróxido en proporciones desconocidas y variables; y por esto es menester calcinarlo despues con el contacto del aire, para convertir la totalidad del hierro al estado de peróxido.

Operacion por el acido acético.

Los minerales que tienen por criadero la cal pura o magnesiana, se tratan por el ácido acético o por el ácido nítrico débil, sin el auxilio del calor. Estos ácidos disuelven los dos carbonatos térreos sin atacar la arcilla, las piedras, ni los óxidos de hierro. Despues de haber lavado el residuo, se seca, se pesa; y se calcula la proporcion de los carbonatos disueltos, por diferencia.

Operacion por el ácido muriático.

Se hacen hervir con ácido muriático o, lo que es preferible, con agua réjia todos los minerales que contienen alguna sustancia insoluble en los ácidos, como es el cuarzo y la arcilla. Se determina la cantidad de estas sustancias por el resíduo que queda; y de su peso se deduce la proporcion de flujo que se ha de agregar para hacer el ensaye, como se verá mas adelante. Se advierte que las arcillas no son absolutamente inatacables por el ácido muriático, y que este ácido les quita siempre una cierta cantidad de alumina, y tanto mayor cuanto mayor es la proporcion de esta tierra en las arcillas. Se hacen hervir los minerales titánicos en el ácido sulfúrico concentrado,

despues de haberlos pulverizado; por este medio se disuelve el hierro, el títano, la manganesa, mientras que las piedras que constituyen el criadero, y resisten casi todas a la accion del ácido, quedan en el resíduo; y por el peso de este resíduo se determina la proporcion del flujo que se necesita. *Operacion por el ácido sulfúrico.*

Verificadas todas estas operaciones preliminares, ya se conoce la proporcion de las sustancias volátiles y de las que son solubles en el ácido acético, como tambien de las sustancias insolubles en el ácido muriático, sea en el ácido sulfúrico, contenidas en la materia que se ensaya. Se añade entonces el flujo conveniente, y se procede a la fundicion. Hai varios flujos que sirven para ensayar los minerales de hierro; pero, si se quiere despues verificar la exactitud del ensaye, y sacar de los resultados todo lo que puede dar indicaciones útiles a los fundidores, es indispensable emplear un flujo fijo, o que contenga una proporcion rigorosamente determinada de sustancias volátiles. En este último caso, se debe saber esta proporcion con toda la exactitud posible, sometiendo de antemano el flujo a una fuerte calcinacion: esto es lo que se debe hacer, por ejemplo, cuando se emplea el carbonato de cal puro o mezclado con carbonato de magnesia. *Flujo.*

Sea ahora A el peso de la materia ferrujinosa no calcinada o cruda; B el peso de la misma materia calcinada; C el peso de los flujos C' C'', etc., crudos; D el peso de los mismos flujos calcinados; P el peso de la materia insoluble en el ácido muriático o en el ácido sulfúrico; R el peso de las materias fijas solubles en el ácido acético, peso que se conoce fácilmente, cuando se conoce la pérdida que experimenta por la calcinacion, la materia ferrujinosa no tratada por los ácidos, y el resíduo del tratamiento de esta materia por el ácido acético; M el peso del resíduo del hierro colado y de las granallas; S el peso de la escoria; O la pérdida de peso en el ensaye, que representa la cantidad de oxíjeno desprendida por la reduccion. Hé aquí cómo deben disponerse todos estos datos, para que con una mirada se puedan comprender todos los resultados útiles de un ensaye. Se ha sometido al ensaye *Cuadro de los resultados.*

A mineral crudo=mineral calcinado				B
Se ha añadido C flujo crudo=materias fijas				D
				Total de las materias fijas B+D
Se ha obtenido	hierro colado	M	Total	M+S
	escoria	S		
				Pérdida O.

Flujos añadidos D

Materias vitrificables S—D

Materias insolubles en el ácido muriático T

Materias solubles en el ácido muriático S—D—T

Materias solubles en el ácido acético R

Materias insolubles en el ácido acético y solubles en el ácido muriático S—D—T—R.

Cuando el hierro contenido en la materia que se ensaya, está a un grado conocido de oxidacion, y cuando esta materia no contiene sino mui pequeña cantidad de manganesa, la cantidad de oxíjeno O debe corresponder casi a la cantidad de hierro colado M; y si esto se verifica, uno debe estar seguro de que el ensaye es exacto. No conviene por lo tanto esperar una correspondencia rigorosa, porque el hierro colado no es hierro puro, y contiene siempre carbon: tambien se halla que en los ensayes ordinarios el peróxido de hierro no pierde sino 0,29 a 0,30 de oxíjeno. Sin embargo, por otra parte la cantidad de oxíjeno de hierro, que queda en las escorias, compensa en parte el carbon combinado con el hierro colado; pero cuando el ensaye ha sido hecho con un flujo conveniente, la cantidad de este óxido es mui pequeña, y no llega sino a 1 por ciento del peso de la escoria, Cuando el hierro no está a un grado conocido de oxidacion, la pérdida O que se produce en el ensaye, hace conocer este grado, si por otra parte el ensaye ha sido hecho sin accidente; pero si hubiese alguna duda, o se consi-

derase como de grande importancia el resultado, seria preciso volver a principiar el ensaye para verificar los resultados del primero.

Cuando la materia ferrujinosa contiene manganesa, si este metal está al estado de protóxido, como en la mayor parte de los productos del arte, las verificaciones que acabamos de indicar pueden todavia hacerse sin modificacion, porque la manganesa disuelta en las escorias, se halla tambien al mínimun de oxidacion; y empleando una porcion de flujo suficiente, no se reduce sino una cantidad insignificante de este metal. Pero, cuando la manganesa está al estado de óxido rojo, abandona cierta cantidad de oxíjeno, volviendo al mínimun de oxidacion; y esta cantidad se halla comprendida en la pérdida O; entonces no se puede hacer verificacion de los resultados por el cálculo como antes. No obstante eso, la diferencia entre la pérdida O y la cantidad de oxíjeno, que corresponde al peso del hierro colado, no puede ser mui grande, porque el óxido rojo de manganesa no pierde sino 0,68 de oxíjeno para trasformarse en protóxido.

Influjo de la manganesa.

El ácido titánico se porta en los ensayes de hierro absolutamente como los óxidos de manganesa; emite, cuando mas, 0,06 de oxíjeno, disolviéndose en presencia del carbon en los vidrios térreos. Puede suceder que un ensaye no se funda, o se funda imperfectamente por dos causas: 1.ª porque el calor no ha sido bastante fuerte, o no se ha prolongado suficientemente; 2.ª porque los flujos no habian sido empleados en proporcion conveniente, o no eran capaces por su naturaleza de formar un compuesto fusible con las sustancias mezcladas con el óxido de hierro. En uno y otro caso el óxido de hierro se halla completamente reducido; y si el ensaye se ha hecho con cuidado, la pérdida de oxíjeno da a conocer la proporcion de hierro de un modo mui aproximativo, y casi siempre aún con una exactitud que sorprende a los que no están acostumbrados a estas especies de manipulaciones.

Influjo del titano.

Ensaye no fundido.

Los resíduos de los ensayes que no están enteramente fundidos, son grises y de un aspecto homojéneo; se aplastan con el martillo, y toman el brillo metálico con la frotaciou de la lima; desarrollan gas hidrójeno, si se ponen en contacto con el ácido muriático: el hierro se halla en ellos diseminado en partículas

imperceptibles. En los resíduos imperfectamente fundidos, el hierro colado se halla diseminado en granallas en toda la masa de la escoria, o bien forma un resíduo poroso penetrado de escoria, sin que sea posible separar exactamente la parte metálica. Algunas veces, no hai aún aglomeracion; y la mezcla sometida al ensaye, no forma sino un polvo gris metálico: en este caso no se puede sacar ninguna utilidad del ensaye, porque es imposible recojer la materia sin pérdida, aún lavando la mezcla con el mayor cuidado.

Los ensayes se hacen ordinariamente con 10 a 20 gramos (200 a 400 granos) de materia ferrujinosa; pero se puede obtener un resultado exacto, aún operando sobre 5 gramos; y no es imposible obtener tambien una fusion completa en los hornos que se usan comunmente para esta clase de ensayes, empleando hasta 50 gramos de materia. En efecto, puede ser útil operar sobre una gran cantidad de materia, cuando se quiere someter el hierro colado a algunas experiencias para conocer su calidad, o cuando se quiere trasformarlo en hierro batido.

Influjo de la sílice.

En jeneral, en cualquier estado de combinacion que se halie el óxido de hierro, se reduce completamente por cementacion: solamente la reduccion exije un tiempo tanto mas largo, y una temperatura tanto mas elevada, cuanto mas fuerte es la afinidad con que lo retienen otros elementos en estado de combinacion. En dos pedazos del mismo volúmen, uno de óxido de hierro puro o mezclado con arcilla, y otro de silicato de hierro (escoria de refinacion), calentados a la misma temperatura en contacto del carbon, la reduccion no se verifica en un mismo tiempo, y siempre se concluye mas pronto en el óxido puro que en el silicato.

Flujos jenerales.—Cualquiera que sea la naturaleza de una materia ferrujinosa, se puede siempre determinar su fundicion por medio del borax: las mas pobres se funden con la adicion de 0,20 a 0,30 de este flujo; y para las materias ricas 0,5 a 0,10 bastan.

Por consiguiente, cuando se quiere determinar prontamente la riqueza de un mineral, conviene emplear este flujo; pero, como es volátil, no podemos verificar la exactitud de los resultados. El borax tiene por otra parte el inconveniente de comu-

nicar al hierro colado caracteres diferentes de los que hubiese tenido, si se hubiera hecho el ensaye con flujos semejantes a los que se emplean en grande en los hornos altos; de suerte que no se puede deducir nada de los resultados del ensaye sobre las calidades del hierro colado que se saca en grande. Este efecto parece provenir de que el hierro colado obtenido en presencia del borax, contiene siempre una pequeña cantidad de boro.

El ácido bórico es un flujo jeneral para las materias ferrujinosas como el borax; pero es menos cómodo, porque es demasiado volátil; y por esto no se emplea casi nunca. Se puede ensayar un mineral de hierro, y estar casi seguro de que se fundirá, añadiendo vidrio blanco o vidrio térreo (silicato de cal y de alumina); pero estos flujos deben emplearse en proporciones considerables, cerca de una parte para las materias ricas, y doble para las materias pobres. Cuando se emplea vidrio blanco, se volatiliza siempre una cierta porcion del álcali que contiene, sobre todo, si la materia ferrujinosa contiene poca sílice y una cantidad considerable de bases fijas: entonces no se puede por la pérdida del peso, verificar de un modo rigoroso la exactitud del ensaye. Pero tenemos la ventaja de poder hacer esta verificacion, cuando se hace uso de vidrios térreos. Estos vidrios, siendo ménos fusibles que el vidrio blanco, es menester emplear una proporcion mas considerable de ellos para la misma materia ferrujinosa; y como el empleo de una gran cantidad de flujo es siempre incómodo, porque necesita grandes crisoles, y de otro modo seria menester operar sobre una pequeña cantidad de materia, conviene examinar atentamente la sustancia que se ensaya, para reconocer lo mejor que se pueda, su lei y su naturaleza, mediante sus caracteres físicos, y por estos conocimientos adquiridos escojer el vidrio terroso que se juzgue mas propio para determinar la fundicion, evitando emplear una cantidad supérflua de este vidrio. Para las materias que contienen mucha sílice, se tomará el vidrio básico C^2AS^3 para las materias terrosas no calcáreas se tomará el mismo vidrio con exceso de cal; y en fin para las materias que contienen poca sílice y mucha cal, se tomará un vidrio saturado de sílice, que contenga poca cal, CAS^6. Ademas de los flujos de que se acaba de

hablar, se emplean todavia en los ensayes de hierro los flujos que se van a citar; y aún algunos de estos son los que se emplean mas a menudo; pero no son jenerales, y cada uno de ellos no puede emplearse sino en un cierto número de casos particulares. Estos flujos son:

1.° El carbonato de sosa,
2.° El carbonato de cal,
3.° La dolomia,
4.° La alumina,
5.° La arcilla blanca,
6.° El cuarzo,
7.° Algunas veces el espato fluor.

§ 2.° APLICACIONES Y EMPLEO DE LOS FLUJOS.

(A) *Materias de la primera clase.*

Se pueden ensayar las materias de esta clase que contienen hierro, y son casi puras, sin agregar ningun flujo, porque las mas vcces las materias estrañas, que se hallan en mui corta cantidad en ellas, son fusibles: sin embargo, es mejor agregar un flujo, y asi estamos siempre mas seguros del buen éxito del ensaye, porque la escoria sirve para reunir en una sola esferilla todas las granallas de hierro colado, de las que algunas pudieran diseminarse en la brasca. El mejor flujo para esto es un silicato térro fusible.

Ejemplos:

Hematita amarilla de Longwy.

10 gr.	mineral crudo	=	mineral calcinado	8,78
1	borax	—	—	1,00
				9,78
han producido	hierro colado	6,15	todo	6,95
	escoria	0,80		

Mineral magnético de la Plata.

10 gr. mineral crudo	= mineral calcinado		10,00
2 vidrio térreo	—		2,00
			12,00
han producido hierro colado	7,20	total	9,30
escoria	2,10		
		oxíjeno	2,70
flujo añadido	2,10		
materias estrañas	0,10		

El hierro colado era gris y semidúctil; la escoria, vítrea, sin color, trasparente, sin indicio de titano.

(B) *Materias de la segunda clase.*

Para fundir las materias cargadas de sílice, que constituyen esta clase, se pueden emplear el carbonato de sosa, una mezcla de carbonato de cal y de alumina o arcilla, o bien una mezcla de carbonato de cal y de dolomia.

Ejemplos.

Hierro olijisto de la Roche-Bernard.

10 gr. mineral crudo	= mineral calcinado		10,00
1,5 carbonato de cal	= cal		0,85
6 gr. dolomia	cal		1,84
	magnesia		1,29
			13,98
han producido hierro colado	4,10		12,03
escoria	7,93		
		oxíjeno	1,95
flujos añadidos	3,98		
materias vitrificables	3,95		

Mineral magnético de Villefranche.

10 gr. mineral crudo	= mineral calcinado	10,00
1,5 carbonato de sosa	= fundido	1,50
		11,50

han producido hierro colado	6,10	todo	8,10
escoria	2,00		
		pérdida	3,40

Se ve que se han volatilizado los dos tercios de carbonato de sosa.

(C) *Materias de la tercera clase.*

Los minerales de hierro que pertenecen a esta clase, son los mas comunes en la naturaleza. Todos se funden mui bien, agregando una proporcion de cal comprendida entre la mitad y las tres cuartas partes del peso de las materias mezcladas con el óxido de hierro. Se puede tambien ensayarlos con el carbonato de sosa; pero entonces no podemos verificar la exactitud de la operacion.

Ejemplos. *Mineral hidratado compacto de Ernée* (Francia).—Este mineral pierde por calcinacion 0,106 de agua, y deja en el ácido muriático 0,066 de cuarzo o de arcilla.

10 gr. mineral crudo=mineral calcinado			8,94
0,44 carbonato de cal=cal			0,24
			9,18
han producido hierro colado	5,81		6,76
escoria	0,95		
		oxíjeno	2,42
flujo añadido	0,24		
materias vitrificables	0,71		
materias insolubles	0,66		
materias solubles	0,05	(alumina)	

Otro mineral hidratado en granos redondos de color pardo amarillento, con mucho óxido de manganesa.

pierde por calcinacion	0,166,		
deja en el ácido muriático	0,435,		
10 gr. mineral crudo=mineral calcinado			8,34
3 carbonato de cal=cal			1,68
			10,02

han producido hierro colado	1,55	total	9,39
escoria	7,84		
		oxíjeno	0,63

(D) *Materias de la cuarta clase.*

Para ensayar las materias que no pueden fundirse por falta de una cantidad suficiente de sílice, tenemos que agregar una cierta proporcion de cuarzo en polvo; pero, es casi siempre necesario agregar al mismo tiempo, sea cal, sea otra base y a veces dos bases a un mismo tiempo. Los hierros espáticos, que contienen mucha manganesa, se funden mui bien con adicion de cuarzo solo: los que al contrario contienen mucha magnesia, necesitan al mismo tiempo cierta cantidad de cal. Cuando los hierros espáticos se hallan mezclados con algun criadero pedregoso, se determina la proporcion de éste, atacando el mineral por el agua réjia; y se añade tanto menos sílice cuanto mas cuarzo hai en el criadero: en cuanto al carbonato de cal, conviene emplear de este flujo un peso igual al peso del criadero y del cuarzo añadido. Los minerales que contienen mucha alumina, necesitan una mezcla de sílice y de cal: los hierros titánicos se funden mejor, agregando un poco de alumina o de magnesia al mismo tiempo que se añaden cal y sílice. En fin, los minerales mui cargados de cal, se funden a veces mui bien, añadiendo solo sílice, porque contienen casi siempre cierta cantidad de alumina o de cualquiera otra base.

Ejemplos.

Hierro espático:—pierde por calcinacion 0,345

10 gr. mineral crudo=mineral calcinado	6,55		
1 cuarzo en polvo	1,00		
	7,55		
han producido 4,00 hierro colado			5,86
1,86 escoria			
		oxíjeno	1,69

Hierro titánico.

10 gr. mineral crudo=mineral calcinado			10,00
15 arcilla blanca			15,00
10 carbonato de cal=cal			5,60
			30,60
han producido hierro colado	2,50	total	29,70
escoria	27,20		
oxíjeno	0,90		

(E) *Materias de la quinta clase.*

Siendo estas materias fusibles por sí solas, se ensayan sin adicion de algun reactivo.—Hé aquí algunos ejemplos:

Mineral hidratado de las inmediaciones de Longwy.—De color pardo de ocre, compacto o poroso, mezclado con fragmentos de piedra caliza.

Pierde por calcinacion 0,196 de agua y ácido carbónico.
El ácido acético le quita 0,148 de carbonato de cal;
Deja en el ácido muriático 0,145 de arcilla.

10 gr. mineral crudo=mineral calcinado			8,04
han producido hierro colado	4,20	total	6,40
escoria	2,20		
oxíjeno	1,64		
materias insolubles	1,45		
materias solubles	0,75		

Granate de Framont.

10 gr. mineral crudo=mineral calcinado			9,50
han producido hierro colado	1,82	total	8,74
escoria	6,92		
oxíjeno	0,76		

CAPITULO XII.

ESTAÑO.

SECCION 1.ª

Propiedades del estaño.

El estaño es mui maleable y dúctil, blando, no elástico, poco tenaz; al doblarse produce cierto crujido. Es el mas fusible de todos los metales: se funde mucho antes de llegar al rojo (212 a 228 °), y al rojo blanco da vapores sensibles. Es un metal electronegativo, parecido por sus propiedades químicas al antimonio y titano. Su densidad 7,29.

Se conserva mui bien al aire seco o húmedo a la temperatura ordinaria, pero se oxida mui pronto mediante el calor; al rojo blanco se enciende; descompone el agua al calor rojo y se transforma en ácido estánico.

El ácido clorhídrico lo disuelve con desprendimiento de hidrójeno: del mismo modo, aunque con mas lentitud, lo ataca el ácido sulfúrico mui débil, pero el concentrado y caliente lo ataca con mucha enerjia, con desarrollo de ácido sulfuroso y formacion de sulfato de protóxido. El ácido nítrico de 50 ° no lo ataca; el de 40 ° lo oxida fácilmente, con desprendimiento de deutóxido de azoe y deja un residuo de deutóxido de estaño, blanco; el ácido mui débil de 6 ° a 15 ° lo disuelve sin desarrollo de gas alguno, formándose a un tiempo nitrato de amoniaco. Si se calienta el metal con una disolucion concentrada de potasa o sosa, se disuelve y forma un estañato alcalino, con desarrollo de hidrójeno. Se combina directamente con el azufre, el fósforo, el arsénico, el cloro, etc. mediante calor. Su átomo 733.294. Sn.

Los óxidos son reductibles por el carbon, hidrójeno o azufre a una temperatura poco elevada: tambien por el hierro a 60 ° p.; calentándolos con sal amoniaco, se volatiliza una gran parte de estaño. El *protóxido* es fusible; unas veces gris, otras veces amarillento; su hidrato, blanco; mui oxidable; soluble en los

ácidos y álcalis fijos, pero no en el amoniaco. Se forma precipitando el protocloruro por el amoniaco: contiene 0,880 de estaño. El *deutóxido* o *ácido estánico* SnO^2 existe en dos estados isoméricos: en el primero, cuando se ataca el estaño por el ácido nítrico, y en el segundo cuando se descompone el percloruro por el agua o un estañato soluble por un ácido. El primero que lleva el nombre de ácido *metastánico* es el que existe en la naturaleza; es insoluble en el agua y los ácidos sulfúrico y nítrico diluidos, pero sí en una disolucion de potasa; el segundo, que es estánico es soluble fácilmente en los ácidos sulfúrico y nítrico diluidos; su hidrato desecado en el vacio tiene un equivalente de agua por uno de ácido, pero con mui poco que se eleve la temperatura pasa a la modificacion de metastánico, aun sin perder su agua: satura 4 veces mas base que el ácido metastánico. Se conocen muchos óxidos de estaño, comprendidos entre el protóxido y deutóxido.

Las sales de protóxido absorven prontamente oxíjeno del aire y reducen al *mínimun* de oxidacion las sales de los metales mui oxidables; sus disoluciones se enturbian por el agua si no contienen ácido muriático en exceso. Dan precipitado blanco por los álcalis y carbonatos alcalinos; pardo, por el hidrójeno sulfurado; igual por el hidrosulfato, soluble en su exceso. Las *disoluciones de deutóxido* dan tambien precipitado blanco por los álcalis y sus carbonatos, insoluble en un exceso de amoniaco; amarillo pálido sucio, por el hidrójeno sulfurado, igual por los hidrosulfatos, soluble en un exeso de ellos.

Se conocen tres *súlfuros de estaño*, el *protosúlfuro* es de un gris de plomo, un poco menos fusible que el metal, inalterable por el calor; soluble en el ácido muriático con desarrollo de hidrójeno sulfurado. Fórmase por la via seca, cuando se hace calentar hasta el rojo una mezcla de limadura de estaño y de azufre. El *bisúlfuro*, conocido bajo el nombre de *oro musivo*, de color amarillo de laton; en masas escamosas; al calor rojo pierde la mitad de su azufre antes de fundirse; no es inatacable por los ácidos muriático y sulfúrico y difícilmente por el ácido nítrico. Es el que se forma cuando se hace precipitar una dísolucion de deutóxido por el hidrójeno sulfurado; o bien cuando se destila una mezcla de protosúlfuro con amalgama de estaño, azufre y sal amoniaco.

Hai dos *cloruros* de estaño que corresponden a sus dos óxidos. Se obtiene el protocloruro disolviendo el estaño en el ácido clorhídrico y evaporando el licor. Es soluble en una corta cantidad de agua, pero si es algo considerable, se descompone y da un ácido insoluble; en una retorta, si se calienta hasta el rojo, destila sin alterarse. Es mui ávido de oxíjeno: lo quita a un gran número de óxidos, precipita de sus disoluciones la plata y el mercurio al estado metálico. El *deutocloruro* se obtiene tratando el estaño por un exceso de cloro, o calentando en una retorta de vidrio una mezcla de 1 p. de limadura de estaño y 5 p. de sublimado corrosivo. Es líquido, sin color, trasparente; esparce al aire humos blancos mui espesos; hierve a 120°. El agua pura en gran cantidad precipita el ácido estánico hidratado; pero es soluble en agua acidulada con ácido muriático.

El hierro y zinc precipitan estaño metálico de sus disoluciones.

SECCION 2.ª

Minerales y productos de las artes.

Las únicas especies minerales que contienen estaño, son *el óxido* y el súlfuro: mas el súlfuro es tan raro, que se considera como mineral de cobre, y no se beneficia por estaño.

El *óxido* se encuentra en vetas, guias y las mas veces en partículas mui finas diseminadas en el granito u otras rocas primitivas: tambien se encuentra en arena y terrenos de alluvion que provienen de la destruccion del terreno primitivo. Se halla acompañado con las piritas arsenicales, súlfuro de molibdeno y con el tunstanto de hierro (wolfran).

El óxido nativo es de color pardo rojizo, pardo de pelo, a veces negro, gris amarillento, verdoso, etc.; algunas veces trasluciente, pero las mas veces opaco. Es duro, agrio; fractura concóidea, estructura compacta o granuda: su polvo blanco o parduzco. Su peso específico 6,5 a 6,7 o 6,96. Cristaliza en prismas rectos cuadrados. Al soplete, sin adicion, es infusible; sobre el carbon, se reduce completamente, cuando es puro: la reduccion se hace mas fácil añadiendo sosa, y todavia mas fácil, agregando al mismo tiempo

un poco de borax. En el borax se disuelve mui lentamente y en corta porcion en vidrio trasparente, que se mantienen lo mismo despues de frio: cuando tiene títano, este vidrio se pone *opaco al arder* En la sal de fósforo, se disuelve tambien poco y lentamente. Es mui raro encontrar el óxido de estaño perfectamente puro; y casi siempre está mezclado con peróxido de hierro, óxido de manganesa y óxido de táutalo. No es atacable por los ácidos. Consta de

estaño	0,7867
oxíjeno	0,2133
	1,0000

Las minas mas considerables de estaño se hallan en Cornuallis en Inglaterra y en la península de Malaca en Asia; se ha encontrado tambien óxido de estaño en Guanajuato en Méjico, y en el Perú.

El estaño de lavadero es estalactítico, en piedras rodadas, en bolas y riñones; su superficie poco lustrosa; estructura fibrosa en fibras mui sútiles, rectas y diverjentes, y pasa a compacta y astillosa: el de Guanajuato tiene 5 por ciento de óxido de hierro.

Productos de las artes.

Estaño del comercio.—El estaño de Banca y Malaca y el de primera calidad de Inglaterra son perfectamente puros: el estaño ordinario contiene un poco de cobre, plomo y casi siempre un poco de arsénico.

Minerales lavados.—Los minerales de estaño se muelen, y se someten al lavado antes de fundirlos; y como el óxido es mui pesado, casi no se pierde nada en esta operacion: mas, la parte lavada contiene siempre una porcion de pirita arsenical, de wolfran, etc., y no produce mas que 40 a 50, a veces 75 por ciento de estaño.

Escorias.—Las escorias que provienen de la fundicion de los minerales de estaño en los hornos de manga, contienen a veces hasta 30 por ciento de estaño.

SECCION 3.ª

Modos de ensayar.

Las materias estañíferas que se ensayan por la via seca, contienen todas el estaño al estado de óxido: estos son los minerales crudos y las escorias de todas clases. Pero, creemos conveniente ademas dar a conocer los modos de ensayar y analizar las aleaciones mas conocidas.

§ 1.° MATERIAS OXIDADAS.

Aunque el óxido de estaño es completamente reductible por el carbon al calor blanco, tiene tal afinidad con la sílice, que cuando está en presencia de esa sustancia, no se puede reducir al menos en totalidad, sino a la temperatura mas elevada de los hornos de reverbero: de allí proviene la necesidad de hacer todos los ensayes de estaño, como los de hierro, al calor de 150 ° p. poco mas o menos.

Flujq.

Temperatura baja.—Cuando se calienta una materia estañífera con un flujo reductible a la temperatura de 50 a 60 ° p., se obtiene cierta cantidad de estaño, si la materia es rica; pero queda en la escoria una proporcion de este metal tanto mayor cuanto mas pobre es la materia, y cuanto mas flujo se emplea; de suerte que en un ensaye de esta clase, podria suceder que unos minerales bastante ricos para ser tratados en grande con utilidad, no diesen estaño. Este era sin embargo el procedimiento que empleaba la mayor parte de los antiguos docimasistas: Schlutter fundia las materias estañíferas a la temperatura de los ensayes de plomo con 6 partes de flujo crudo o 4 p. de flujo negro y ½ p. de resina: Cramer se servia del flujo negro: Bergman empleaba 2 p. de crémor, 1 p. de flujo negro y ½ p. de resina: otros mezclaban 2 p. de flujo negro con ½ p. de borax y ½ p. de resina, o 1 p. de borax con 1 p. de pez.

Oxido puro.

Berthier ha hecho con este objeto algunos experimentos, cuyos resultados son los siguientes:—El óxido de estaño puro da 0,72 de metal con 4 p. de flujo negro ordinario en un crisol sin brasca, y 0,71 con ½ p. de carbonato de sosa en un crisol

de brasca. Se obtiene ménos en los crisoles sin brasca que en los otros, probablemente porque el álcali del flujo atacando la arcilla del crisol, forma un silicato que retiene en combinacion una cierta cantidad de estaño.

Minerales ricos.

Un mineral de 0,70 de estaño metálico, da 0,62 de metal con $\frac{1}{2}$ p. de carbonato de sosa en un crisol de brasca; 0,51, con $\frac{1}{2}$ p. de borax vitrificado en un crisol semejante al primero; 0,75, con 4 a 8 p. de flujo negro; 0,60 con 3 p. de tartrato de potasa o $\frac{1}{2}$ p. de carbonato de sosa y 1/6 de carbon en un crisol ordinario. Como se ve, hai mucha ventaja en emplear un exceso de carbon y la menor proporcion posible de fundiente.

Influjo de la sílice.

Las mezclas siguientes del mismo mineral y de cuarzo en polvo

mineral 10—10—10—10—10
cuarzo 2,5—6,6—10—15—30

calentadas con 4 veces su peso de flujo negro, han producido: la 1.ª 0,52 de estaño; la 2.ª 0,43; la 3.ª 0,28; la 4.ª 0,10 y la 5.ª no ha dado nada. Las escorias por consiguiente retienen 1/40 a 1/60 de óxido de estaño, y tanto mas cuanto mas sílice contienen.

Estraccion de estaño puro.

Las escorias que provienen del beneficio de los minerales, no producen nada con el flujo negro. De esto se sigue que este modo de ensayar es mui defectuoso, y que no conviene emplearlo cuando se quiere determinar la proporcion de estaño; pero pueden servir útilmente, cuando uno se propone solamente extraer de un mineral la mayor parte de estaño puro. Si se opera sobre una gran cantidad de mineral, hé aquí cómo se debe proceder. Se reduce el mineral a polvo fino, se mezcla con cerca de una décima parte de su peso de carbon; y se lo calienta por una hora o dos, en un crisol de brasca, con un fuerte calor blanco; se transforma entonces el mineral en una masa metálica granuda, arenosa; se muele esta masa y se la funde en un crisol ordinario con la mitad de su peso de carbonato de sosa o de potasa. Así se obtiene un resíduo de estaño puro; y los metales estraños, tales como el hierro, el tungsteno, etc., quedan en la escoria con cierta cantidad de óxido de estaño. Un mineral que contenia 0,70 de este metal, ha dado fácilmente 0,55 por este medio.

Temperatura alta.—Antes de ensayar un mineral de estaño,

se acostumbra someterlo a una operacion preparatoria análoga a la que se hace en grande. La mayor parte de los docimacistas prescriben tostar el mineral, añadiendo el quinto de su peso de carbon, y lavarlo en seguida por decantacion, ajitando el resíduo en un vaso alto y estrecho, decantando el agua despues de algunos minutos de reposo, y reiterando esta maniobra hasta que el líquido cese de enturbiarse. Esta operacion tiene por objeto separar las materias piritosas y arsenicales, las cuales podrian unirse con el estaño durante la fusion; pero las mismas sustancias, siendo solubles en el agua réjia, se pueden separar del mineral, haciéndolo hervir por algun tiempo con un pequeño exceso de este ácido: se agrega agua, se filtra; y se lava el resíduo; despues se lo hace secar con precaucion en el filtro, se separa la materia, se quema el papel, y se calcina todo para expeler una pequeña cantidad de azufre, que ha quedado libre por la accion del agua réjia. De este modo el mineral se halla completamente purificado sin que se pierda la mas pequeña cantidad de estaño; mientras que, lavando, es casi imposible evitar que algunas partículas finas de óxido de estaño se vayan con las materias lijeras que el agua retiene en suspension.

Preparado una vez el mineral, sea por fundicion y lavado, sea por la ebulicion con agua réjia, se funde en un crisol de brasca con adicion del flujo conveniente, a la temperatura de 150° p., del mismo modo como se hacen los ensayes de hierro. El flujo que se ha de agregar, pende de la naturaleza de los crisoles. Hai dos, sin embargo, que pueden servir para todos los casos; y estos dos flujos son el borax y el carbonato de sosa, empleados en la proporcion de 0,30 a 0,40, cuando mas. Se concibe por que se puede emplear el borax en todos los casos, pues que se sabe que esta sal tiene la propiedad de fundirse con las materias térreas de toda naturaleza. En cuanto al carbonato de sosa, aunque no tiene la misma propiedad, puede siempre servir de fundiente para los minerales de estaño, porque el criadero de estos minerales contiene siempre un gran exceso de sílice.

Pero, estos dos flujos, siendo volátiles, no permiten que se verifique con exactitud el resultado del ensaye; y por consiguiente obligan a hacer dos, a fin de que se pueda comprobar

el uno por el otro. Cuando se trata de adquirir la mayor seguridad posible, es mejor emplear fundientes fijos como para los ensayes de hierro; y estos fundientes pueden ser 1.° los vidrios térreos mui calcáreos, 2.° el carbonato de cal y de dolomia, segun la naturaleza del criadero. En cuanto a la proporcion en que se debe emplear cada uno de estos fundientes, no se puede determinar del mismo modo que para los minerales de hierro, porque el óxido de estaño es inatacable por los acidos; y por esto, solo aproximativamente se puede saber la cantidad de su criadero, sea por el peso específico del mineral, sea examinando dicho mineral con una gran lente, para reconocer la naturaleza y la abundancia de las sustancias pedregosas con que está mezclado, sea, en fin, haciendo un ensayo preliminar con borax. Algunos minerales se funden tambien sin adicion, por contener en sus criaderos sílice con cal y magnesia en proporcion necesaria para formar silicatos fusibles.

Las escorias que provienen de la fundicion de los minerales, sea en el horno de reverbero, sea en el horno de manga, se funden casi todos sin adicion; pero entonces retienen una gran proporcion de hierro y puede ser, de óxido de estaño: para determinar exactamente la proporcion de los metales, es menester añadir 0,15 á 0,30 de su peso de carbonato de cal, segun que las escorias sean ricas ó pobres.

Ejemplo:

10 gramos escoria			10,00
fundidos sin adicion dieron—aleacion	1,54	total	9,36
escoria	7,82		
		oxíjeno	0,64.

La aleacion era quebradiza, y contenia los dos tercios de su peso de hierro; la escoria, vítrea, de un verde de botella.

10 gramos de la misma escoria			10,00
2 carbonato de cal=cal			1,12
dieron—aleacion	2,10	total	10,32
escoria	8,22		
		oxíjeno	0,80

La aleacion era quebradiza; la escoria, vítrea, de un verde pálido.

A mas del boton metálico que se obtiene en un ensaye, hai siempre cierta cantidad de granalla en la superficie de la escoria. Para recojerla, se muele, y se pasa el polvo por el tamiz de seda: si el metal es maleable, queda en pequeñas láminas en el tamiz: si es quebradizo, pasa al travez con el polvo de la escoria; pero en este caso, siendo muchas veces magnético, se recoje mediante una barra magnética; y cuando no se puede emplear este medio, se lava con grande precaucion en una tablilla con la corriente de un hilo delgado de agua.

Método de Levol.

En los anales de química (1857 enero) Levot propone dos métodos para el ensaye de los minerales de estaño.

1.° Principia por hacer hervir 5 gramos de mineral con agua rejia, y en seguida, lavado y calcinado el residuo, lo mezcla con 1 gramo de carbon de azucar blanca, lo cubre con Ogr5 del mismo carbon y se pone esta mezcla en un pequeño crisol de porcelana por un cuarto de hora al calor de la mufla de un horno de copelacion. Sácase del crisol la materia y despues de haber vuelto a tratarla por agua réjia, se precipita de esta disolucion el estaño por el zinc puro.

2.° Tómase de 10 a 20 gramos de mineral i despues de haberlo calentado con la misma proporcion de carbon como antes, se agrega, sin sacar la materia del crisol 1.5 partes de cianuro de potasio pulverizado i se calienta el todo por cinco minutos mas, al calor rojo ceresa: hallamos entonces el metal reducido en el fondo del crisol y las escorias sin granalla.

§ 2.° ESTAÑO DEL COMERCIO Y DIVERSAS ALEACIONES.

No hai medio alguno para determinar por la via seca la proporcion de estaño contenida en una aleacion; y es menester valerse para esto de la via húmeda. He aquí los métodos que conviene seguir para analizar las aleaciones mas importantes.

Aleaciones ferrujinosas.—El hierro, el tungsteno etc. se reducen por la via seca así como el estaño; los productos de los ensayes son casi siempre aleaciones que es preciso analizar, si se quiere conocer la proporcion exacta de estaño. El análisis

de estas aleaciones es difícil: he aquí como puede hacerse. Cuando la aleacion es maleable, se reduce a hojas, las mas delgadas posible, o bien se pulveriza y tritura, cuando es quebradiza: despues, se hace hervir con acido muriático concentrado y puro, hasta que este ácido cese de obrar en el resíduo. La disolucion contiene estaño y hierro: se precipita el estaño por medio del gas hidrójeno sulfurado, se recoje el depósito, se trata por el ácido nítrico, se evapora hasta sequedad, y se calcina el resíduo que se halla trasformado en deutóxido de estaño. Se hace hervir el licor muriático, que contiene hierro, con ácido nítrico, para peroxidar este metal; y se precipita el óxido de hierro por el carbonato de amoniaco. El resíduo de la aleacion que no se ha disuelto en el ácido muriático, es de tungsteno que contiene algunas veces un poco de hierro: se puede determinar la proporcion de este, calentando el depósito con dos veces su peso de salitre en un crisol de plata, y lavándolo con agua: el tungsteno se disuelve, y el óxido de hierro queda puro.

Cuando la aleacion contine mucho hierro, es ménos atacable por el ácido muriático que cuando el estaño predomina; entónces es necesaro, para disolver esta aleacion, prolongar la accion del ácido muriático durante algunas horas; y en este caso una porcion de tungsteno se oxida, dando al licor un color azul obscuro. Conviene en tal caso principiar por fundir la mezcla con su peso de estaño y cierta cantidad de borax, para preservarla de la accion del aire, y analizar en seguida la nueva aleacion, como se ha dicho.

Las aleaciones de estaño contienen algunas veces, ademas del hierro y del tungsteno, arsénico y azufre: el azufre se desarrolla totalmente al estado de hidrójeno sulfurado, en el tratamiento por el ácido muriático, y el arsénico, en parte solamente, al estado de hidrójeno arseniado: el exceso queda en el resíduo insoluble con el ácido muriático. Para determinar estas sustancias, es menester hacer pasar los gases en un licor que contenga sulfato de cobre sobresaturado de amoniaco, recojer el depócito de súlfuro y arseniuro de cobre, que se forma, y analizarlo. En este caso, la operacion es complicada, y no se puede ejecutar sino en los laboratorios en que se trata especialmente de investigaciones científicas.

Estaño del comercio.—Los estaños del comercio pueden con-

tener cobre, plomo, hierro y arsénico. Para determinar el cobre y el plomo, se lamina el estaño, y se trata por el ácido nítrico puro caliente, hasta que esté completamente oxidado; se evapora el licor hasta sequedad, se agrega agua, se filtra, y se calcina el resíduo. Si este residuo es blanco. consta de óxido de estaño puro; pero por poco hierro que contenga, tiene un color mas o ménos amarillo. Se evaporan en seguida los licores nítricos hasta sequedad, y se calcina el resíduo en una cápsula de platina, cuyo peso sea conocido; se vuelve a disolver este resíduo en ácido nítrico puro; se precipita el plomo de la disolucion por el ácido sulfúrico; y despues, el cobre, por una lámina de hierro o por la potasa cáustica. Para determinar la cantidad de hierro y de arsénico, se disuelve otra porcion de estaño en el ácido mnriático, y se prosigue la operacion como ántes.

Cuando el estaño no contiene plomo, se puede tambien atacarlo por el ácido muriático concentrado, para disolver el estaño y el hierro; pero, es menester parar la accion del ácido, antes que la totalidad del ensayo se disuelva, porque de otro modo el cobre se disolveria al mismo tiempo. Se lava bien el resíduo, se lo trata por el ácido nítrico puro, etc. De este modo se puede determinar en una sola operacion el cobre y el hierro.

Los compradores de estaño juzgan de la pureza de este metal de tres modos:

1.° Por el crujido que hace oir, y que es tanto mayor cuanto mas puro es el metal; 2.° Haciendo fundir en un mismo molde balas de diversas aleaciones, y comparando entre sí los pesos de las balas: en este caso se consideran como mas puras las que son mas lijeras: pero este medio no da sino resultados mui inciertos, y está casi jeneralmente abandonado; 3.° Por el aspecto que presenta la superficie del estaño en el momento en que se solidifica: para esto, funden una cierta cantidad de estaño a una temperatura conveniente, mui baja y casi siempre la misma, y lo vacian en una cavidad hemisférica de 1 a 2 centímetros de diámetro: cuando está solidificado, observan el color y el estado mas o ménos cristalino de la superficie: el mas puro es el que es mas blanco, y presenta ménos indicios de cristalizacion. Este modo de experimentar es mui bueno, y puede dar señas mui seguras de las calidades respectivas

de diversos estaños para los que tienen un poco de práctica. M. Caution, preparador de hojas de estaño en la manufactura de espejos de Paris, ha reconocido que, cuando se funde el estaño puro en barra o en hoja, la superficie, despues que se ha solidificado, es perfectamente lisa, y que no se percibe en ella el menor indicio de cristalizacion; mientras al contraraio, el estaño impuro, por pequeña que sea lo proporcion de metales estraños que contiene, se cubre acá y allá de ramificaciones en agujas ó estrellas, y estas apariencias cristalinas se estienden tanto mas cuanto ménos puro es el estaño.

Estaño y zinc.—Es fácil analizar las aleaciones de estaño y zinc, tratándolas por ácido nítrico puro, en el que solo el zinc se disuelve, miéntras el estaño queda en el resíduo al estado de óxido: se determina el zinc, evaporando la disolucion hasta sequedad, y calcinando el resíduo al calor rojo para trasformar el nitrato de zinc en óxido

CAPITULO XIII.

ZINC.

SECCION 1.ª

Propiedades del metal.

El zinc es blanco azulado y su fractura presenta hojas anchas, cristalinas, brillantes. Quebradizo a la temperatura ordinaria, adquiere maleabilidad cuando el calor pasa de 100° y la pierde calentado a 200°. Poca tenacidad tiene, es blando, su peso esp. varia de 6,861 a 7,191. Se funde a la temperatura de 360°, es decir luego que principie a enrojecerse; calentándolo mas, se volatiliza, y al calor albo puede destilarse. Empáñase su superficie, por la accion del aire, a la temperatura ordinaria, pero la oxidacion no es mas que superficial y el metal se conserva; pero mediante el calor la oxidacion es rápida, y el metal se enciende, arde con una llama blanca mui brillante, esparciendo en el aire unos copos blancos mui livianos, que causan sequedad en la garganta, pero no son peligrosos. Descompone el agua con facilidad, aun haciéndose notar esta descomposicion, aunque lenta, a la temperatura ordinaria; echando agua sobre el metal fundido, la accion se aviva de tal modo que hai esplosion. Es atacable por todos los ácidos, aun por los ácidos orgánicos mui débiles y por el ácido carbónico. El ácido nítrico concentrado lo inflama, y cuando débil, hai formacion de nitrato de amoniaco. Los ácidos muriático y sulfúrico, diluidos, lo disuelven con desarrollo de hidrójeno y el ácido sulfúrico concentrado no lo ataca sino mediante el calor y con desarrollo de ácido sulfuroso. Disuélvese tambien el metal, con desarrollo de hidrójeno en las disoluciones de potasa y sosa a la temperatura de ebulicion: si al propio tiempo se sumerje una lámina de hierro, el agua se descompone aun sin auxilio de calor y el zinc solo se disuelve: se forman en estos casos unos *zincatos* alcalinos. Se combina directamente con el azufre y con el cloro, como tambien con el fósforo y el arsénico. Su equivalente es 403.226.

Solo se conoce un *óxido de zinc* y es base mui enérjica. Es blanco, insoluble, infusible y fijo; reductible por el hidrójeno, carbono, azufre, fósforo y arsénico; como tambien por el hierro, a una temperatura suficiente para volatilizar el metal. Soluble en los ácidos, en los álcalis fijos, en el amoniaco y carbonato de amoniaco. Contiene 0.802 de zinc: ZnO.

Las sales de zinc son sin color, las mas solubles. Sus disoluciones dan precipitados blancos por los álcalis y subcarbonatos, por los fosfatos, arseniatos, oxalatos, etc. Cuando neutros, o cuando contienen un ácido débil como ácido acético, precipitan por el hidrójeno sulfurado, el que no causa ningun precipitado si se hallan suficientemente acidificadas. El hidrosulfato las precipita, orijinando súlfuro de zinc blanco, insoluble en el exceso de reactivo y en el amoniaco.

El *súlfuro* artificial ZnS es blanco, el nativo llamado blenda nunca tiene este color. Es infusible, inalterable por el color, fijo, inalterable por el hidrójeno. Calcinado con el contacto del aire, pasa al estado de sulfato, y con el calor rojo puede transformarse en óxido puro. Cuando puro, poca accion ejercen sobre él los ácidos muriático y sulfúrico. El carbon y el hierro lo reducen a una temperatura mui elevada. Se combina en toda proporcion con el óxido de zinc, formando oxisúlfuros que son fusibles.

El *cloruro* se forma tanto por la via seca como por la via húmeda. Es sin color, mui fusible, volátil y se puede destilar; delicuescente.

SECCION 2.ª

Minerales y productos de las artes.

Minerales.—Aunque el zinc se halla en gran número de especies minerales, las únicas que se benefician en grande por este metal, son: la *blenda* o súlfuro de zinc y la *calamina* o carbonato.

Blenda.—Se halla en gran abundancia en la naturaleza, en todos los terrenos *segundarios*, *primitivos y de transicion*; acompaña comunmente a los demas súlfuros metálicos, y se halla, so-

bre todo, mui a menudo en vetas de minerales de plata y de oro. Su aspecto es mui variable: la mas pura es amarilla y trasparente; pero por lo comun es amarillenta, parda rojiza, parda verdosa, y aun negra, trasluciente u hojosa. Su estructura es casi siempre hojosa plana; las hojas se cruzan en todos sentidos, y tienen lustre de vidrio: por estos caractéres, sobre todo, se distingue la blenda de los demas súlfuros. Se halla tambien a veces cristalizada en tetraedros, octaedros y dodecaedros rombales. Su P. esp. 3,77 a 4,078. Al soplete muchas veces chisporrotea; es infusible; solo las esquinas se aplanan. Se calcina con dificultad; sobre el carbon deja una pegadura de óxido de zinc. El ácido muriático no opera sino una accion mui débil sobre la blenda pura, pero ataca con facilidad las especies que contienen súlfuro de hierro: se halla tambien muchas veces en la blenda súlfuro de cadmio.

El súlfuro puro contiene zinc	0,667
azufre	0,333
	1,000

Calamina.—Es el mineral que se beneficia comunmente por zinc. Se halla en masas, diseminada y en cristales, que derivan de un romboedro de 107 ° 40'. Es blanca, gris amarillenta o parda; semitrasparente u opaca; lustre de vidrio, que pasa a nácar; estructura compacta, fractura plana o concoidea imperfecta. Su P. esp. 4,442. Al soplete, cuando contiene cadmio, deja sobre el carbon un anillo rojo anaranjado alrededor del ensaye. Es soluble con efervescencia en todos los ácidos, y sin ella en el amoniaco o mejor en el carbonato de amoniaco. Se halla muchas veces en capas, o masas irregulares en las rocas calizas.

Se halla comunmente mezclada con el *silicato de zinc* (calamina eléctrica), que tiene el mismo color y brillo que el carbonato; pero cristaliza en prismas que derivan del prisma rombal; da agua en el matracito; y al soplete, produce vidrio sin color con la sal de fósforo; pero este vidrio se vuelve opaco al enfriarse. No se reduce por el carbon, y por esto, miéntras el carbonato se beneficia con la mayor facilidad por zinc, el silicato es un mineral que se debe considerar como enteramente inútil, y por lo tanto no se debe equivocar con el otro. El sili-

cato se disuelve en los ácidos fuertes, dejando un residuo jelatinoso.

El carbonato puro consta de

óxido de zinc	0,646	—zinc 0,518
ácido carbónico	0,354	
	1,000	

Esta especie se halla mui a menudo en Chile, particularmente en los criaderos de las minas de plata en Chañarcillo.

Es de advertir que se han encontrado en la naturaleza, aunque en pequeña cantidad, el *carbonato hidratado* y el silicato anhidro.

Los productos de las artes mas importantes son: *zinc del comercio.*—Nunca perfectamente puro. Las sustancias estrañas que suele contener, son el hierro, el plomo, el cobre, el cadmio, el estaño y muchas veces un poco de azufre, de arsénico y de carbon.

Minerales calcinados, ya sea sin contacto, sea con contacto del aire.—Cuando es la calamina la que se beneficia, se la calcina para expeler el ácido carbónico, y hacerla mas dócil para la reduccion: si es la blenda la que se quiere beneficiar, es de toda necesidad someterla préviamente a una tuesta o calcinacion con el contacto del aire, para transformar el súlfuro en óxido. La calcinacion se efectúa mui bien en los hornos de reverbero, sin dejar casi ningun indicio de súlfuro en el mineral.

Resíduos de la reduccion de los minerales.—Estos resíduos contienen el silicato de zinc, la blenda que no alcanzó a calcinarse completamente, y los criaderos.

Cádmias o sublimados que se condensan en los hornos grandes o en los de manga, en la fundicion de los minerales, sea de hierro, sea de plomo o de plata, etc. El zinc que se reduce en estas fundiciones, se volatiliza; su vapor, llegando a la parte superior de las chimeneas, se enciende, se vuelve a trasformar en óxido, y este óxido se pega a las paredes interiores de la chimenea, enfria el horno, y produce masas considerables de sublimado, las que obstruyen el horno, caen y ocasionan entorpecimientos difíciles de remediar. Estas cadmias sirven despues para la fabricacion del zinc y del laton: son mas ricas en

zinc que los mejores minerales de este metal; pero contienen casi siempre mucho plomo y a veces una proporcion notable de plata.

SECCION 3.ª

Modos de ensayar.

Las materias que contienen zinc, y se someten al ensaye, pueden dividirse en cuatro clases.

1.ª clase.—Materias que eontienen el zinc al estado de óxido libre, no combinado con la sílice: como son los mas minerales de zinc propiamente dichos.

2.ª clase.—Materias en las cuales el zinc se halla en parte, o en totalidad, combinado con la sílice.

3.ª clase.—Materias que contienen el zinc combinado con el azufre.

4.ª clase.—Las aleaciones.

1.ª *clase.—Destilacion.*—Para reducir el óxido de zinc de una materia de esta clase, basta calentarlo con un calor blanco, despues de haberlo mezclado con carbon. Al momento de reducirse el zinc, se halla en estado de vapor; y este vapor se condensa en la parte fria del aparato; de suerte que, verificándose esta operacion en una retorta, todo el metal debe pasar al cuello, sin que se pierda cosa alguna. Luego parece a la primera vista que un ensaye de zinc deberia ser la cosa mas fácil y sencilla; y sin embargo la práctica demuestra lo contrario. En efecto, aunque es fácil reducir el óxido y volatilizar el metal reducido, es mui difícil recojer este metal, y sobre todo, obtenerlo al estado metálico: la dificultad proviene en primer lugar, de que el sublimado de zinc se estiende comunmente en una superficie mui grande, y adhiere fuertemente a las paredes de la retorta; y segundo, de que, habiendo necesidad de tener la retorta abierta para dar salida a los gases, el aire penetra en el interior de la retorta, y una parte de zinc se oxida.

La destilacion del zinc se opera a una temperatura demasiado alta, para que se pueda efectuar en unas retortas de vidrio; y para esto se emplean retortas de arcilla bien cocida, impermea-

bles a los gases: la operacion se hace en un horno de reverbero: la retorta se coloca en un apoyo, y se hace salir el cuello como de 4 pulgadas fuera del horno; se cubre despues la panza con la cúpula, se pone un tubo de aspiracion como de tres pies de altura; y al orificio del cuello que no debe ser angosto, se adapta, mediante un corcho, una alargadera de vidrio, destinada para recibir los vapores de zinc, que pueden escaparse del cuello. Se aumenta gradualmente el fuego hasta el calor albo, y se observa de cuando en cuando la boca de la retorta, para ver si queda en ella paso libre a los vapores: en caso que se viese obstruida, seria menester destaparla inmediatamente con un alambre de hierro, porque de otro modo pudiera haber esplosion. Concluida la operacion, se deja enfriar la retorta. En seguida se la rompe con mucho cuidado, para que el metal condensado en la parte superior, no caiga en los resíduos; y despues se despega todo el metal con la mayor prolijidad posible. En cuanto a lo que queda pegado a los fragmentos de la retorta, no hai otro arbitrio para determinar su cantidad, que el de recojer estos fragmentos con cuidado, y hacerlos dijerir en el ácido nítrico con el auxilio del calor. Se lava todo, se juntan las aguas del lavado con la disolucion nítrica, y se evapora el licor hasta que se reconcentre en un pequeño volúmen: se lo pasa entonces a una pequeña tacita de porcelana o platina, se evapora hasta sequedad con precaucion, para que no haya proyecciones, y se calienta el residuo gradualmente hasta que adquiera el calor rojo. Se determina en este caso el peso del zinc por el peso del óxido obtenido.

Determinacion de la cantidad de zinc por diferencia.—Otro modo de hacer ensayes de zinc, mucho mas sencillo y a lo menos tan exacto como el anterior, consiste en reducir el óxido, y determinar el peso del metal por diferencia, conociendo bien el peso de todas las sustancias con que se halla mezclado. Esto se puede verificar sea a la temperatura media, sea a la de los ensayes de hierro; pero en todo caso se debe principiar por expeler todas las sustancias volátiles que puede contener la materia sometida al ensaye: si en ella hai agua o ácido carbónico, basta calcinarla sin el contacto del aire y sin adicion: si hai carbon, como sucede en varios productos de las artes, es preciso calcinarla con el contacto del aire.

Temperatura media.

Cuando se quiere operar a una temperatura media, se mezcla la materia molida con 15 a 20 por ciento de su peso de carbon; y se la calcina en un crisol ordinario tapado; se hace tostar despues el residuo en una tacita de porcelana para quemar el exceso del carbon, y se pesa el polvo: es claro que la pérdida que ha esperimentado en el ensaye la materia, corresponde a la cantidad de óxido que contenia.

Alta temperatura.

Haciendo un ensaye del modo que se acaba de decir, se ha de temer que se quede todavia cierta cantidad de óxido de zinc en el residuo; y a mas de esto, no se puede saber con exactitud el grado de la oxidacion del hierro contenido en la materia calcinada. Estos inconvenientes desaparecen, cuando se hace el ensaye a la temperatura de los ensayes de hierro, i del mismo modo que estos últimos. Se hace calentar la materia en un crisol de brasca con adicion de sustancias fijas con las cuales se pueda fundir el criadero mezclado cen el óxido de zinc, si este criadero no es fusible por sí solo. Concluida la operacion, se pesa el ensaye compuesto de escoria y de granallas de hierro; se separan en seguida, y se recojen estas granallas del modo que se ha dicho ántes; y restando su peso del peso entero de las sustancias fundidas, se obtiene el de la escoria. Ahora, por el peso de las granallas de hierro se sabe el del oxíjeno que les corresponde, y que se exhala en la fundicion; y restando del peso entero de la materia sometida al ensaye, el del residuo entero de la fundicion, y el del oxíjeno perteneciente al hierro, se sabe el peso del zinc reducido.

Ejemplo:

Mineral de óxido de hierro y de zinc llamado franklinia de tlos Esados-Unidos.

10 gr. de franklinia			10,00
7 vidrio térreo			7.00
			17,00
han producido hierro colado 4,60			
escoria 8,27	total	12,87	14,87
	oxíjeno	2,00	
			óxido de zinc 2,13
flujo agregado	7,00		
materias estrañas	1,27		

La materia estraña en este caso es el protóxido de manganesa puro; y como este metal se halla en mineral al grado de oxidacion mas elevado, resulta que la proporcion del zinc determinada por este ensaye, debe ser mui exajerada: y en efecto, mediante el analisis por la via húmeda, no se encuentra en este mineral mas que 17 a 18 por ciento de óxido de zinc.

2.ª clase.—*Materias que contienen zinc en combinacion con la sílice.*—Los silicatos de zinc no se reducen por el carbon solo; pero, cuando al mismo tiempo se mezclan con sustancias que tienen la propiedad de combinarse con la sílice, se reducen completamente aun a una temperatura mediana. Todos los métodos por consiguiente que se acaban de dar para las materias de la 1.ª clase, sirven tambien para las de la 2.ª, con la diferencia de que estas se han de mezclar al mismo tiempo con carbon y algun reactivo que sirva de flujo y de reductivo. Ensayando las materias de esta clase *por destilacion*, se emplea el flujo negro ordinario, al cual conviene muchas veces agregar como 1/6 de carbon; y haciendo los mismos ensayes a la temperatura de los ensayes de hierro, se emplea la cal y la alumina o bien la cal y la magnesia.

3.ª clase.—*Materias que contienen súlfuro de zinc.*—Se ensayan estas materias calcinándolas con el contacto del aire, y sometiéndolas en seguida a las mismas operaciones que se prescriben para el ensaye de las materias oxidadas. La calcinacion no presenta dificultades: solo al principio se debe moderar el fuego para evitar aglomeraciones, y no se debe agregar carbon: al concluir la tuesta, es menester elevar el fuego para descomponer los sulfatos; y si la operacion se hace con cuidado, no queda en el mineral calcinado ni azufre ni ácido sulfúrico.

Se puede tambien determinar la proporcion del zinc, calcinando la materia que se ensaya, a la temperatura de 150° p. con adicion de hierro metálico en cantidad necesaria para absorber todo el azufre: se sabe entonces la cantidad de zinc por el peso que ha perdido la materia ensayada; porque es claro que esta pérdida proviene de la volatilizacion del zinc de cuyo azufre se apodera el hierro. Es menester agregar en este caso algun flujo fijo, como son los vidrios térreos, a fin de que las escorias estén bien líquidas, y se unan en una sola masa.

4.ª clase.—*Aleaciones.*—Las únicas aleaciones de zinc que tienen mucha importancia, son las de cobre, de estaño y de hierro. Para ensayarlas por la via seca, no hai mas que fundirlas en un crisol de brasca a la temperadura de 150° con cierta cantidad de vidrio térreo; y se saca la proporcion del zinc de la pérdida de peso que ha experimentado la materia ensayada en la reduccion del óxido. Sin embargo, es de advertir que en tal caso queda siempre un poco de zinc en los resíduos, por el cobre que lo retiene.

Para analizar las aleaciones de zinc por la via húmeda, se disuelve la materia en el agua réjia; se agrega agua y se sobresatura el licor con el amoniaco: en tal caso el óxido de zinc se disuelve en el exceso del reactivo, mientras el óxido de hierro se precipita. Se recoje entonces este precipitado en el filtro, se seca, se calcina; por su peso se sabe el del hierro metálico, y por diferencia el de zinc.

CAPITULO XIV.

Metales cuyo consumo en las artes es mas limitado.

COBALTO.

Usos. El cobalto sirve para la fabricacion del *esmalte azul*, que se emplea en gran cantidad en las fábricas de porcelana, de loza, etc.

Propiedades. Segun Deville el cobalto y el níquel preparados mediante la fusion en un crisol de cal, de una mezcla de óxido y de carbon, en la cual predomina el óxido, son dúctiles y mui tenaces; el cobalto es uno de los metales mas dúctiles que se conocen y de tenacidad casi doble de la de hierro, y el níquel presenta las mismas calidades, pero en un grado un poco inferior. Los óxidos de ambos se reducen fácilmente por el hidrójeno, carbon, azufre, etc.

El protóxido de cobalto es de un gris mui obscuro y el peróxido negro. El primero es soluble en todos los ácidos y se forma calcinando cualquier óxido de cobalto o su nitrato al calor albo, pero al enfriarse absorve algo de oxíjeno y se transforma en parte en deutóxido; el segundo principia a reducirse al calor rojo, se disuelve en los ácidos fuertes, exalando oxíjeno, y en el ácido muriático exalando cloro. El amoniaco y carbonato amoniaco disuelven al primero y no al segundo.

Las sales son todas de protóxido, sus disoluciones son rosadas o de color rojo de granate. Los álcalis fijos forman en ellas precipitados azulejos, los que son insolubles en el exceso de reactivos y que toman color mas obscuro violáceo por la ebulicion. No precipitan por el hidrójeno sulfurado y cuando neutros dan precipitado negro por el hidrosulfato. El protocloruro es delicuescente; su disolucion tiene color rosado de flor de albérchigo, pero al evaporarse, cambia en azul hermoso; por la calcinacion se transforma en peróxido.

Minerales. Los minerales de los que se extrae esta sustancia, son el *arseniuro de cobalto* y el *sulfo-arseniuro de cobalto.*

El arseniuro o cobalto blanco es de un gris blanquizco, de estructura granuda; cristaliza en cubos u otras formas que

derivan del cubo. Hai muchas variedades de cobalto arsenical que pertenecen a esta especie; y segun Berthier, parece que existen en la naturaleza tres distintos arseniuros de cobalto, que por 1 átomo de cobalto contienen 1, 2 y 3 átomos de arsénico; de suerte que la proporcion de cobalto es de 9 a 30 por ciento: y los mismos minerales tienen siempre una cierta proporcion de arseniuro de hierro. Por esto, algunos minerales de esta especie dan al soplete en un matracito un sublimado de arsénico metálico, y otros no: todos en un tubo abierto producen mucho ácido arsenioso; y el resíduo de la calcinacion fundido con borax, da un vidrio azul hermoso.

Esta especie acompaña comunmente los minerales de plata en Chile y en particular los de la Punta-brava en Copiapó y de Tres Puntas.

El sulfo-arseniuro o cobalto gris se parece mucho al anterior por sus caracteres exteriores: su fractura las mas veces es hojosa. Cristaliza en octaedros, cubos, icosaedros, etc. Su p. esp. es 6,30 a 6,45. Es inatacable por los ácidos sulfúrico y muriático. Al soplete, en un matraz, es inalterable; en un tubo abierto, con dificultad se calcina, produce ácido sulfuroso, y no se forma ácido arsenioso sino a una alta temperatura.. El cobalto gris puro seria compuesto de

cobalto	0,3549	
arsénico	0,4531	CoA^2+CoS^2
azufre	0,1930	

Pero esta especie se halla siempre mezclada con sulfo-arseniuro de hierro y a veces de níquel.

Las minas mas importantes de cobalto gris en el antiguo continente son las de Suecia; pero esta especie se halla tambien en cantidad considerable en Chile. La mina mas importante en esta República es la del *Buitre*, situada a 11 leguas de Coquimbo; y los minerales análogos se han encontrado en las minas de cobre del Volcan (cajon de Maipo), en una localidad poco conocida del cajon de Yeso y en varias minas del Huasco y de Copiapó; de modo que, segun parece, esta sustancia mineral está diseminada en todo el cordon de las cordilleras de Chile. El cobalto gris del Buitre no tiene níquel; se halla comunmente diseminado en forma de pequeños cubos, que tienen esquinas truncadas, y son mui lustrosos en la superficie: se

cria con axinita, cuarzo, pirita cobriza, etc.: a mas de esto, las dos especies, esta y la anterior están siempre mezcladas con el *arseniato de cobalto*, que se reconoce con facilidad, tanto por su color rojo de albérchigo o carmesí, como por su estructura fibrosa en agujas, estrellas y ramilletes.

Modos de ensayar.

El cobalto se porta en las operaciones por la via seca exactamente del mismo modo que el hierro, y seria fácil ensayar las materias que contuviesen el cobalto en estado de óxido: pero, hallándose este metal casi siempre con arsénico y azufre, y siendo imposible separar estas sustancias de otro modo que por la via húmeda, nunca se ensayan los minerales de cobalto por la via seca; y no se puede determinar su riqueza, sino tratando de extraer todo el cobalto en estado de óxido. Y como por otra parte es el óxido de cobalto y no el metal, el que da color azul a los tintes y esmaltes mas preciosos en las artes, es de necesidad saber como se extrae el óxido de cobalto de los minerales.

Para esto hai varios métodos mas o menos económicos, entre los cuales merecen la preferencia los siguientes:

Preparacion del óxido de cobalto.

1.° En las fábricas de porcelana se prepara este óxido disolviendo el mineral crudo en el agua réjia: se evapora la disolucion hasta sequedad, se agrega agua y se filtra. Lo que se recoje en el filtro, es arseniato de hierro con las partes insolubles del criadero: se agrega entonces al licor, carbonato de potasa o de sosa por pequeñas cantidades, hasta que el precipitado que se forma con la adicion de cada gota de reactivo, empiece a tomar un color rosado: esta es la seña de que todo el hierro ya está separado, y de que no queda mas que filtrar otra vez el licor y lavar el filtro. Echando en seguida en el licor un exceso de carbonato alcalino, recojiendo el precipitado, lavando y calcinando, se obtiene un óxido de cobalto de composicion mui variable. Si el mineral es puro y tiene poco hierro, este óxido se halla comunmente mezclado con mucho ácido arsénico: si al contrario el mineral contiene mucho hierro, el óxido de cobalto obtenido por este método, es perfectamente puro.

2.° Otro método mas sencillo y mas económico consiste en calcinar primero el mineral con el contacto del aire, teniendo cuidado de agregar de cuando en cuando un poco de carbon,

y se disuelve despues el residuo en el ácido nítrico ordinario del comercio, agregando 0,10 de limadura de hierro. Se evapora despues la disolucion hasta sequedad a una temperatura moderada, y se agrega agua: queda entónces la mayor parte del hierro y del arsénico en estado de arseniato de hierro, en el residuo que no se ha disuelto; pero tambien una cierta cantidad de esta sal se halla en el licor con un exceso de peróxido de hierro y todo el cobalto: se echa poco a poco en este licor carbonato de amoniaco, hasta que el precipitado que, al añadir las primeras dósis de este reactivo, aparecia con un color pardo rojizo mas o menos obscuro, empiece a volverse rosado. En caso que las últimas porciones del precipitado no fuesen de color rojo de hidrato de hierro, seria preciso agregar una nueva cantidad de hierro disuelto en el ácido nítrico y peroxidado, y precipitar este hierro por el carbonato de amoniaco como antes. En caso que el mineral contuviese cobre, seria preciso precipitar este metal por el hidrójeno sulfurado. En fin, cuando ya no queda otra cosa mas en la disolucion que el óxido de cobalto, se evapora esta disolucion hasta sequedad; y calcinando el resíduo con cuidado en un crisol de platina, se obtiene el óxido de cobalto puro.

Es de advertir que, cuando en el mineral de cobalto hai níquel, es imposible obtener por los dos métodos anteriores el óxido de colbato puro, porque este óxido se hallará siempre mezclado con óxido de níquel.

3.° El tercer método inventado por Liebig, conviene, sobre todo, cuando los minerales contienen níquel, y es el siguiente:

Método de Liebig.

Se principia por calcinar el mineral con el contacto del aire y con mucha prolijidad; y despues se introduce el resíduo de la calcinacion por pequeñas porciones en un crisol de hierro en que se mantiene en estado de fusion sulfato ácido de potasa, tomado en proporcion de 3 p. de sulfato por 1 p. de mineral: desde luego la mezcla no pierde mucho de su fluidez, pero poco a poco se vuelve espesa, y en fin se solidifica. Es tiempo entonces para aumentar el calor gradualmente hasta el calor rojo; y estando fundida la masa, se la mantiene todavia en el mismo grado de calor, hasta que ya dejen de desarrollarse vapores blancos. Se vierte el baño en un molde; y enfriado, se

muele, se deslie en el agua, y se filtra. En este momento el licor contiene sulfato neutro de potasa y de cobalto, sin arsénico, hierro o níquel, porque el sulfato de cobalto resiste a la accion del calor rojo, mientras los sulfatos de hierro y de níquel se descomponen a la misma temperatura: solo se advierte que, para que haya separacion completa de estos metales, es necesario calentar por mucho tiempo, a fin de que la masa salina se vuelva completamente neutra. Es menester echar despues en el licor filtrado, carbonato alcalino, con lo que se precipita el carbonato de cobalto, que se ha de transformar en seguida, mediante la calcinacion, en óxido puro: en cuanto al resíduo, este contiene siempre arseniato de cobalto, que se puede volver a tratar como antes. Ahora, para evitar esta repeticion de operaciones, es bueno mezclar con el mineral calcinado y con el sulfato ácido de potasa una cierta cantidad de sulfato de hierro calcinado con el calor rojo y mezclado con 1/10 de su peso de salitre: entonces el arsénico combinándose con el peróxido de hierro, queda en el resíduo, y no retiene mas que algun indicio insignificante de cobalto.

Del mismo modo se puede preparar el óxido puro mezclando 1 p. de mineral calcinado con 2 p. de sulfato ácido de potasa y 1 p. de alumbre potásico, y efectuando la fusion de la mezcla en crisoles de tierra, como los que se emplean para los ensayes de cobre. En este caso es la alumina la que se combina con ácido arsénico; y si un poco de esta tierra se disuelve despues en el licor, se puede precipitarla primero que el cobalto, por el carbonato alcalino.

4.° El método mas apropiado para los ensayes de los minerales de cobalto se dará en el artículo siguiente, tratando de niquel (p. 449)

NIQUEL.

Propiedades. Las propiedades del metal y de sus compuestos son mui parecidas a las del cobalto. Las principales diferencias son las siguientes: el *protóxido* de níquel es de un gris verdoso claro, y su hidrato es verde pálido, soluble en el amoniaco; el color de la disolucion amoniacal es de un azul intenso algo violado,

parecido al del licor amoniacal de cobre. El protóxido calcinado no absorve oxíjeno al enfriarse con tanta facilidad como el de cobalto. El *peróxido* es negro, inalterable al calor rojo, pero pasa al estado de protóxido al calor albo. *Las disoluciones* de las sales de níquel son verdes, y sus precipitados por los álcalis y carbonatos alcalinos son verdes o verdosas pálidas. Los álcalis fijos forman precipitados en las disoluciones de níquel amoniacales, aun en presencia de una gran cantidad de sal amoniaca; el sulfato de níquel se descompone al calor rojo claro. El cobalto es algo mas oxidable que el níquel y el níquel parece tener mayor afinidad con el arsénico; de manera que en la fundicion de los minerales de cobalto niquelíferos imperfectamente calcinados, el cobalto va a las escorias y el níquel se apodera del arsénico.

Usos. Este metal se emplea ahora en cantidades considerables en las artes, para la fabricacion de las aleaciones que imitan perfectamente la plata, y se conocen en el comercio con los nombres *pak-fung*, *tontenague*, *cobre blanco*, *metal de Alemania*, *maillechort*, *metal de Arjel*. En estas aleaciones el níquel se halla unido al cobre y al zinc.

Las principales especies minerales que contienen níquel en proporcion considerable, son:

Minerales. El *arseniuro* NA llamado *kupferniquel*: tiene color rojo de cobre, lustre metálico, estructura compacta, fractura concoidea o plana; es frájil, despide olor de ajo al eslabon, no es atacable por el ácido muriático; en la calcinacion con el contacto del aire emite vapores arsenicales. Contiene por lo comun de 40 a 48 por ciento de níquel. Se halló en cantidad considerable cerca de Jaué, del otro lado de los Andes en la prov. de la Rioja. Pero hai otro arseniuro de níquel NA^2, que es de color gris, lustre metálico; contiene ménos níquel y 60 a 70 por ciento de arsénico.

Un mineral de esta naturaleza que contiene 32 por ciento de níquel con 4 por ciento de hierro y lo demas arsenico, se halló en el Portezuelo de Carriso a 15 leguas del Sur de Freirina en Chile.

El arsenio-súlfuro o níquel gris es de color blanquizco y de mucho lustre metálico; al soplete en un matraz produce mucho

sublimado de rejalgar, y el residuo toma el aspecto de kupferniquel.

El antimonio-súlfuro tiene el mismo color y lustre que el anterior, a veces un poco rosado; se halla a veces cristalizado en formas que derivan del cubo; al soplete en un tubo abiero, emite mucho humo de óxido de antimonio, y se funde: el residuo da muchas veces con el borax reaccion de cobalto. Contiene, término medio, como 30 por ciento de níquel.

Todos estos minerales se hallan las mas veces acompañados con una sustancia verde, que es arseniato de níquel, y no son abundantes.

Espeis. El níquel que se emplea en las artes, se extrae en gran parte de una sustancia metálica, que se forma en el fondo de los crisoles donde se prepara el esmalte o azul de cobalto. Se sabe que esta preparacion se hace fundiendo una mezcla de arena cuarzosa, potasa y mineral de cobalto calcinado: como sucede siempre que en la calcinacion de este mineral una parte de los metales queda sin oxidarse, resulta que, fundiendo el residuo de la calcinacion con arena y potasa, el colbato que es mas oxidable que el níquel y el cobre, obra sobre aquella porcion de estos metales que se habia oxidado, y quitándole el oxíjeno, la reduce: el cobre y el níquel reducidos caen al fondo, y se mezclan con todo lo que escapa a la accion de la sílice, formando aquella sustancia que se llama *espeis* (speiss), y se utiliza en la fabricacion de diversas aleaciones.

El níquel se porta en las operaciones por la via seca del mismo modo que el hierro y el cobalto; de suerte que se puede aplicar a este metal todo lo que se ha dicho sobre el cobalto, con la diferencia de que el níquel es un poco menos oxidable que el cobalto.

No se puede sacar el níquel puro, sino mediante el óxido de este metal, fundiéndolo en un crisol de brasca como se ha hecho con el cobalto.

El óxido de níquel se prepara tambien del mismo modo que el cobalto. Solo se advierte que para la preparacion del óxido de níquel no se puede emplear sulfato ácido de potasa, porque el sulfato de níquel se descompone al calor rojo.

Modo de ensayar.

Haciéndose cada dia mas frecuente el caso de ensayar los minerales de cobalto y níquel, que aparecen en las diversas minas de América Meridional, particularmente en las de Chile y de las provincias de San Juan y la Rioja, el método que en estos casos podria con ventaja elejir el ensayador para obtener resultados mas exactos posibles, constará de las operaciones siguientes:

Tómense 5 gramos de mineral si es rico, y 10 si es pobre;

Se ha de principiar por hacer hervir el mineral, reducido a polvo mui fino, con ácido acético, si su criadero hace efervescencia con los ácidos y el mineral es de cobalto gris, cobalto blanco, níquel gris, kupferníquel, sin muchas partes rojas o verdes.

Fúndese el residuo de esta operacion o el mineral crudo con 2 a 3 veces su peso de salitre y 2 a 3 p. de carbonato, de sosa, en un crisol de plata.

Enfriado el crisol, se colocará en una gran taza de porcelana, se echará mucha agua caliente y se dejará hasta que la materia se despegue bien del crisol. Se filtrará y lavará el residuo con agua en ebulicion

Este residuo contendrá todo el cobalto, niquel y hierro. Se ha de secar el filtro, se despega de él la materia como se puede, y despues de haber quemado el papel en un crisol de platina, se agregan las cenizas a dicha materia.

Se hace hervir esta ultima con ácido muriático y se evapora el licor con precaucion hasta sequedad. Agréguese agua y fíltrese.

Al licor filtrado, unido a las aguas que provienen del lavado de este filtro, se añade carbonato de barita en polvo, teniendo cuidado de no calentar el licor, y agregando el reactivo, hasta que cese de formarse un precipitado parduzco de hierro y de disolverse el carbonato añadido.

Separada la parte insoluble por filtracion y lavada con agua fria, no quedaria en la disolucion mas que cobalto y níquel con la barita, de la cual se separan aquellos con facilidad por medio de ácido sulfúrico.

En fin, se hará precipitar los óxidos de cobalto y de níquel por un exceso de potaza cáustica, calentando el licor hasta la ebulicion y lavando el precipitado con agua caliente.

Se ha de calcinar el residuo en un crisol de platina al calor rojo.

Aunque los resultados que se obtienen por este método no se consideran como de rigurosa exactitud en las operaciones analíticas, pueden sin embargo inspirar bastante confianza y seguridad al comercio y a los fabricantes: por otra parte, este procedimiento es mas facil para los ensayadores y mas exacto que los que se han indicado en el artículo anterior (p. 444–46)

Adviértese, sin embargo que el ensayador, antes de dar al interesado los resutados de su ensaye, hará un examen prolijo del ultimo residuo calcinado, despues de haberlo pesado. Este residuo debe ser óxido negro de cobalto con algo de níquel, si el mineral es de cobalto, o bien óxido de níquel, de un color verde obseuro, las mas veces con uno a dos por ciento de óxido de cobalto, si el mineral es de níquel.

Para examinar este resíduo:

1.° Se disolverá medio gramo de él en ácido clorhídrico y despues de haberle agregado agua, se pasará hidrójeno sulfurado, con el objeto de reconocer si el mineral contenia cobre. Si se forma precipitado, se le recoje en un pequeño filtro, se le convierte en óxido (p. 139) y, calcinado este último, se resta su peso del de los óxidos obtenidos. Esta operacion dará tambien a conocer si queda algo de arsénico en estos óxidos; pues en tal caso aparecerá un precipitado amarillo.

2.° Se tomará otro medio gramo de óxidos calcinados y despues de haberlos disuelto en el ácido muriático en exceso y haber hervido el licor, se añade agua y un exceso de amoniaco, para reconocer si hai todavia hierro y alúmina. En el caso de haberse formado un precipitado insoluble en el exceso de amoniaco, se filtra el licor amoniacal pronto y de un modo continuo; se lava, se seca, se calcina el residuo y se rebaja su peso del de los óxidos.

3.° Estas operaciones serian suficientes para el ensaye de los mas minerales de cobalto de Chile, particularmente para los del Buitre (Coquimbo) que no continen sino algun indicio o casi nada de níquel. Pero en caso de sospechar en ellos cantidad considerable de este metal, y tambien cuando se hace ensaye de los minerales de níquel que contienen siempre pro-

porcion notable de cobalto, quedará todavia que hacer la separacion del cobalto con el níquel, y esta operacion ofrece dificultades y pertenece mas bien a la química analítica que al arte de ensayador. El medio mas fácil aunque no enteramente exacto es el siguiente:—Tómase un gramo de óxidos y despues de haberlos hervido con ácido clorhídrico, se agrega algo de sal amoniaco y se sobresatura el licor con amoniaco. Si queda un poco de óxido de cobalto sin disolverse, prueba que faltan todavia sales amoniacales. Vuélvese en tal caso a acidificar otra vez el licor y se le agrega amoniaco en exceso, hasta que la disolucion quede clara, sin residuo. Se vierte inmediatamente esta disolucion en un frasco que tenga tapa esmerillada y se añade como un medio litro de agua destilada la cual se hace hervir antes para espeler el aire. En fin, se añade disolucion de potasa cáustica y se tapa inmediatamente el frasco. Por la potasa se precipita el óxido de níquel y queda en la disolucion el de cobalto. Se decanta por medio de un sifon el licor cuando ya ha perdido todo su color azulejo y queda rosado o rojo y se lava el hidrato de óxido de níquel con agua en ebulicion.

Otro método propuesto por Liebig, consiste en disolver los óxidos en un gran exceso de ácido muriático y agregar en seguida bastante cianuro de potasio para que los precipitados que se forman, vuelvan a disolverse en un exceso de reactivo. Se hace hervir el licor, agregando de tiempo en tiempo ácido clorhídrico hasta que la disolucion deje de desarrollar vapor de ácido cianhídrico. Añádese entonces disolucion de potasa en exceso, por la cual se precipita el óxido de níquel, dejando el cobalto en el licor al estado de cianuro doble de potasio y cobalto.

ANTIMONIO.

Usos. El antimonio se emplea en grande en la fabricacion de las aleaciones que sirven para hacer los caractéres de imprenta: a mas de esto, se emplea en varias preparaciones farmacéuticas.

Se extrae del súlfuro de antimonio, que es un mineral bastante abundante en la naturaleza.

Minerales de antimonio.

El súlfuro de antimonio o antimonio gris, es de color gris de plomo, que a veces está tomado de los colores del arco íris: cristaliza en prismas largos de 4 o de 8 caras o bien en agujas e hilos delgados; se halla tambien en masas y diseminado. Su estructura es hojosa o estriada. Al soplete se funde facilmente sobre el carbon, el cual lo absorve, y queda cubierto de una masa negra de lustre de vidrio. En el tubo de vidrio da al principio mucho óxido antimonioso, y despues se sublima el mismo con mucho óxido. El súlfuro puro contiene 73 por ciento de antimonio: su p. esp. de 4,4 a 4,5. Se ha encontrado en Chile, en Pampa Larga y Carriso: En Méjico se cria en Mazapil, Zimapan, Tasco, etc.

Modos de ensayar.

Se hace el ensaye de súlfuro de antimonio de dos modos: 1.° calcinando y fundiendo la materia calcinada con flujo negro; 2.° fundiendo el súlfuro crudo con hierro.

1.° *Ensaye por calcinacion.*—La calcinacion de ese súlfuro exije que se tomen precauciones mui grandes, porque es mui fusible, y el óxido que se forma, mui volátil: se debe por consiguiente templar el calor durante toda la operacion; y es menester revolver continuamente el polvo para impedir que se aglomere. Cuando deja de desarrollarse el ácido súlfuroso, es prueba de que nada queda ya de azufre, porque nunca se forma sulfato. Se funde despues este residuo de calcinacion con 3 p. de flujo negro, del mismo modo que se hacen los ensayes de plomo, teniendo cuidado de moderar el fuego, y de sacar el crisol tan pronto como se juzgue que la operacion está concluida. Este método no se puede aplicar a los súlfuros dobles de hierro y antimonio, ni a los minerales ordinarios de súlfuro mezclado con pirita.

2.° *Ensayes por el hierro.*—El hierro metálico se apodera con facilidad del azufre del súlfuro de antimonio aun a una temperatura poco elevada; pero habiendo poca diferencia en el peso específico de los dos súlfuros, no es facil separarlos por fundicion: esto no se verifica sino mediante un golpe de fuego mui activo, que se ha de dar al tiempo de concluir la desulfuracion, y que se debe prolongar por un rato, manteniendo la sustancia en estado de fusion completa. De este modo se obtiene una masa fundida, compuesta de dos partes que se separan fácilmente: una blanca, hojosa, de hojas anchas,

que es *el régulo* o antimonio metálico, al cual adhiere un poco de eje; la otra de color amarillo de bronce, un poco mas clara que el protosúlfuro de hierro ordinario, está mezclada con un poco de antimonio metálico. Durante la operacion se volatiliza siempre una cantidad bastante considerable de antimonio; y esto de ningun modo se puede evitar. Para disminuir esta pérdida, Berthier aconseja no tomar mas que 40 p de hierro por 100 de súlfuro, y emplear este hierro en estado de limadura mui fina. Por este método se saca del súlfuro de antimonio en pequeño, 0,635 de antimonio, y en grande, 0,55.

Uno de los grandes inconvenientes que tiene este método, proviene de que se necesita un flujo mui activo para que se separe el eje del antimonio; y este inconveniente no existiria, si se pudiese producir un eje mas liviano y mas fusible que el súlfuro de hierro. Para conseguir este efecto, se añade al hierro una cierta cantidad de un carbonato alcalino, por ejemplo, de carbonato de sosa, que se emplea en proporcion de 50 por ciento de súlfuro de antimonio y 42 de hierro. La fusion se verifica mui pronto, sin hincharse; el eje mui líquido, se separa con la mayor facilidad del antimonio; y se obtiene de 65 a 66 de antimonio.

En lugar de carbonato alcalino, se puede tambien emplear sulfato de sosa y carbon, mezclados con limadura de hierro; o bien, en lugar de hierro, se puede tomar óxido de hierro, carbon y carbonato alcalino etc.; pero de cualquier modo que el mineral de antimonio se ensaye por la via seca, la lei se determina solo aproximativamente.

CROMO.

El principal uso de los minerales de cromo es para sacar el *amarillo de cromo* tan usado en los tintes, y tambien para extraer el óxido de cromo, que comunica un verde hermoso a la porcelana, y con el cual tambien se pinta al oleo. La única especie mineral que se emplea para estas preparaciones, comprende muchas variedades, que todas se conocen bajo el nombre de hierro cromado. *Usos.*

El hierro cromado es de color negro de hierro, que pasa al *Mineral de cromo.*

gris de acero, y de lustre metálico débil; su estructura compacta u hojosa imperfecta; su polvo pardo; es ágrio, quebradizo, bastante duro para rayar el vidrio; su p. esp. como de 4,5; no es magnético, y no es atacable por los ácidos aun mas activos. —Se halla en masas, diseminado y cristalizado en octaedros regulares: consta de óxido verde de cromo, alumina, peróxido y protóxido de hierro; y su fórmula de composicion es,

$$\dddot{R}R+\dot{R}$$

comprendiendo en el primer término el óxido de cromo y los óxidos de hierro y de alumina de composicion análoga, y en el segundo, los protóxidos de hierro, de manganesa etc. La proporcion de cromo en las diversas especies de hierro cromado varia de 31 a 37 por ciento. Se halla en los Estados-Unidos, en Hobokén, Nueva Jersey, New Haven etc.

Modo de reconocer el cromo. Es fácil reconocer en un mineral la presencia del cormo, fundiendo en un crisol de plata una mezcla de este mineral con potasa y salitre; y lavando la masa fundida con agua, la mas pequeña cantidad de cromo comunicará en este caso al licor un color amarillo. Al soplete, las sustancia que contiene cromo, dan con el borax un vidrio de color verde de esmeralda mui hermoso.

Modos de ensayar. Siendo el cromo infusible, y el óxido de cromo mui difícil de reducirse, no se puede determinar la lei de cromo por la via seca, sino aleando este metal con otros metales que sean fusibles, y tengan mucha afinidad con el cromo, como, por ejemplo el hierro: aun de este modo, hai dificultad en encontrar un flujo que no se oponga demasiado a la reduccion del óxido de cromo.

Pero el principal uso que se hace de los minerales de cromo, siendo la extraccion del óxido verde, y la del cromato de potaza, o del amarillo de cromo, se puede determinar la riqueza de un mineral de esta clase, preparando por medio de este mineral aquellas sustancias, y viendo qué cantidad de ellas se puede extraer de un mineral crudo.

Preparacion del óxido verde. Se prepara el amarillo de cromo, calentando en un crisol a la temperatura del calor albo, una mezcla de mineral molido y de salitre: la proporcion de este último varia de $\frac{3}{4}$ a $\frac{1}{2}$ del peso del mineral, segun la riqueza de éste, y nunca debe

pasar de $\frac{3}{4}$, porque en este caso se formaria uu aluminato de potaza, que se disolveria despues con el cromato. Concluida esta primera operacion, se hace dijerir la masa en mucha agua caliente, se lava, y despues de haber unido las aguas del lavado al primer licor amarillo, se reconcentra el licor para cristalisar el cromato de potaza. Para obtener el bicromato de potasa, que es de color rojo anaranjado mui lindo, se agrega primero al licor una cierta cantidad de ácido nítrico, o sulfúrico y se hace cristalizar la sal.

Por medio de estos cromatos se prepara el verde de cromo de diversos modos: 1.° calcinando al calor albo, en un crisol de platina o de porcelana, el bicromato de potasa, y lavando la masa; 2.° reduciendo en un crisol de brasca el cromato o el bicromato, moliendo el residuo, y lavandolo con agua; 3.° calentando a la temperatura del calor rojo una mezcla de cromato de potaza y de azufre, y pasando despues el residuo por lejía: preparado de este modo el óxido es mui liviano y de color verde mui lindo; 4.° calcinando en un crisol ordinario, una mezcla de partes iguales de bicromato de potasa y de sal amoniaco, con una cantidad un poco menor de carbonato de sosa, desliendo despues la masa fundida en el agua etc.

Se puede tambien extraer el óxido verde de cromo directamente del mismo mineral, calcinando a una alta temperatura 1 p. de mineral reducido a polvo mui fino, 1 p. de carbonato de sosa y 1 p. de azufre; se lava el residuo, primero con agua para disolver los súlfuros alcalinos, y despues con ácido muriático para disolver el súlfuro de hierro, la sílice y la alumina El polvo que queda, es óxido verde.

BISMUTO.

Usos. Este metal es escaso, caro, y su consumo en las artes mui limitado. Se usa para preparar el *blanco de afeite*, para fabricar la aleacion con que se hacen las válvulas de seguridad en las calderas de vapor, para hacer una amalgama con que se estañan los globos etc.

Se encuentra casi siempre en estado metálico en la natura-

leza, siendo las demas especies minerales de bismuto extremadamente escasas.

Mineral de bismuto.

El bismuto nativo es de color blanco de plata, que rojea mucho: se toma, al aire, de los colores del pecho de paloma; lustre metálico, estructura hojosa perfecta de cuadruplo crucero, que produce octaedros; es docil, poco resistente. Se halla en masas aunque rara vez diseminado, en pegaduras, denticular, en hojillas embutidas con la superficie rayada en plumas, y cristalizado en tetaedros, octaedros y cubos. Su p. esp. 9,737. Contiene casi siempre un poco de plata y de arsénico. En el matracito no se sublima; en un tubo abierto, casi no humea si no está junto con azufre; pero se cubre de óxido, que al enfriarse se vuelve amarillento; corroe el vidrio, y a un fuego fuerte taladra la hojilla de platina.

Modos de ensayar.

El bismuto se porta en los ensayes por la via seca del mismo modo que el plomo, con la diferencia de ser mas volátil. Por consiguiente, para determinar la lei de bismuto, es necesario moderar el fuego, y emplear ciertos flujos que puedan formar con las materias estrañas del mineral, escorias mui fusibles. Para ensayar los minerales de bismuto nativo, lo mejor es fundirlos con 2 a 3 p. de flujo negro, y operar del mismo modo que en los ensayes de plomo.

PLATINA.

Propiedades.

Este metal, mui maleable y ductil, mas duro que el cobre, es infusible en nuestros hornos, pero sí al calor del soplete de hidrójeno y oxíjeno. Al calor albo se ablanda y a esta temperatura se deja labrar y se suelda consigo como el hierro. Su p. esp. 21.47 a 21,53. Es inalterable al aire e inatacable por los acidos, menos por el agua réjia. Los álcalis fijos, el salitre y el sulfato ácido de potasa lo atacan al calor rojo; el arsénico lo corroe facilmente y el azufre solo cuando el metal se halla en estado de esponja. Se alea casi con todos los metales.

Los óxidos se reducen completamentc al calor rojo; el *protóxido* no existe sino al estado de nitrato; el *deutoxido* es negro, se conbina con los ácidos y forma disoluciones amarillas, rojizas o rojas, que precipitan incompletamente por los álcalis, for-

mándose sales dobles. El hidrójeno sulfurado produce en ellas precipitado pardo, soluble en el hidrosulfato.

Los cloruros son tambien reductibles por el calor, pero los dobles pueden secarse sin alteracion alguna. El *protocloruro* es insoluble en el agua: se forma por la descompocision del deutocloruro a la tenperatura del plomo fundido. El *deutocloruro* es rojo, mui soluble en el agua y en el alcohol. Con los cloruros neutros forma cloruros dobles o cloro platinatos: asi con los cloruros de potasio, de bario, de calcio, de magnesia forma cloroplatinatos amarillos, insolubles y con el de sodio cloro platinato soluble.

El átomo de platina es 1215,22.

Minerales. No se halla este metal, en cantidad considerable, sino en las aluviones antiguas, en unas arenas idénticas con las que contienen oro. Las principales minas de Sur América se hallan en Brasil y en la costa de Choco; pero tambien se ha descubierto en Santo Domingo, en California y en Norte Carolina en América, como tambien en Nizny Tagilsk y Goroblahadat en Ural, y en la Isla Borneo. Hállase las mas veces acompañado y combinado con el paladio, iridio, ródio, y osmio como tambien mezclado en las mismas arenas con granos de oro, de hierro titánico, de hierro cromado etc.

Medios de ensayar. Siendo los minerales de platina infusibles por sí, no se puede fundirlos sin agregar cobre, plomo o plata.

Fundicion. Cuando se quiere operar a la temperatura de 150 ° p. es menester emplear a lo menos partes iguales de alguno de estos metales y de mineral, procediendo en tal caso como para ensayes de hierro; pero si se quiere elevar el calor a 50 o 60 ° p. se debe tomar doble cantidad de metales. Por el resultado de esta operacion conoceremos solamente la proporcion de materias que pueden pasar a las escorias y de oxíjeno.

Copelacion. Sepárase bien la platina o el paladio de los metales oxidables por medio de la copelacion; pero se agrega en tal caso mucho mas plomo que para la copelacion del oro o de la plata: y a mas de esto, es necesario añadir 4 a 6 p. de oro o de plata por 1 p. de platina o de aleacion de platina con paladio, para que el ensaye se funda a la temperatura de la mufla. El boton contiene en tal caso el rodio y una parte de irridio si estos metales se hallan en la materia que se ha sometido al ensaye.

Apartado. No se puede *apartar* la platina de la plata sino por medio del ácido sulfúrico concentrado y en ebullicion. Para que toda la plata se disuelva y la platina quede en forma de una hoja suficientemente sólida, es preciso que las cantidades de platina y de plata se hallen en proporcion de 2 a 1. Se pasa entonces la aleacion con un poco de plomo a la copelacion, se hace en seguida un caracol como se ha dicho (p. 365–69) y se lo hace hervir dos veces con acido sulfúrico, la primera por 10' y la segnnda por 7 a 8. El peso del caracol no debe pasar de 0 gr. 2.

Para analizar las aleaciones de platina y oro, se principia por disolverlas en el agua réjia, se añade en seguida sal amoniaca, se reconcentra el licor y se lava el residuo con alcohol de 0.84 de densidad: en tal caso el oro solo se disuelve.

Análisis de los minerales de plata. Hallándose en los minerales de platina este metal acompañado casi siempre por el paladio, rodio, iridio, osmio y rutenio, el analisis de estos metales es uno de los procedimientos mas complicados de química analítica y no puede considerarse como perteneciente al arte de ensayador propiamente dicho.

TABLA.

Pajs.

Nociones preliminares 2

CAPITULO I.—Operaciones que se usan en los ensayes por la via seca. 2

§ 1.° *Operaciones mecánicas.*—Modo de tomar el comun del mineral, 2.—El lavado, 3.

§ 2.° *Operaciones químicas.*—Calcinacion, 5.—Reduccion 7.—Fundicion, 8—Arcilla, 8.—Modo de conocer una buena arcilla, 10.—Composicion de las arcillas, 11.—Fabricacion de los crisoles, 13.—Crisoles de brasca, 15.—Precauciones que se han de tomar en la fundicion.

CAP. II.—Hornos que se emplean para hacer ensayes 17

§ 1.° *Hornillos de calcinacion*, 17.

§ 2.° *Hornillos de reverbero*, 18.

§ 3.° *Hornillos de viento*, 19.

§ 4.° *Hornillos de fuelles* 20.—Fragua, 20.

§ 5.° *Hornillos de copelacion*, 21.—Modo de hacer copelas, 22.

CAP. III.—De los reactivos que se emplean en los ensayes por la via seca. 24

§ 1.° *Reductivo.*—El carbon, 25.—Poder reductivo de los diversos reactivos.

§ 2.° *Reactivos oxidantes.*—Litarjirio; accion del litarjirio sobre diversos metales y sobre el azufre por la via seca, 27.—Salitre, 28.—Alcalis cáusticos y carbonatos alcalinos, 28.

§ 3.° *Reactivos desasufrantes.*—Litarjirio; la cantidad de litarjirio que se emplea, 30.—Alcalis cáustico y carbonatos alcalinos, 31.—Salitre 31.

§ 4.° *Reactivos azufrantes*, 32.

§ 5.° *Reactivos fundientes o flujos* 32.—Clasificacion de ellos y consideraciones jenerales, 33.—Fusibilidad de los silicatos, 38.—*A* Flujos especiales, 38—. *B* Flujos jenerales, 40.—*C* Flujos alcalinos, 42.

CAP. IV.—Los combustibles y modos de ensayarlos. 41

Pajs.

§ 1.° *De los combustibles en jeneral y de los modos de ensayarlos.* Composicion, 46.—Analisis inmediata, 47.—Poder calorífico, 50.—Ensaye por el litarjirio. 51.—Caloría, 54.—Inexactitud de los ensayes por el litarjirio, 55.

§ 2.° *De las diversas especies de combustibles.* Leña, 57.—Carbon de leña, 59.—Turba, 60.—Carbon fósil: lignita, 61.—Carbon de Chile, 62.—Ullas, 65.—Cok, 67.—Antracita, 68.—Clasificacion por terrenos. 68

§ 3.° *Comparacion de las diversas especies de combustibles y eleccion de ellos*, 70.

CAP. V.—Del soplete. 74

§ 1.° *Descripcion del soplete*, 74.

§ 2.° *Del combustible*, 76.

§ 3.° *De la insuflacion de la llama*, 78.—El punto de la mas alta temperatura, 79.—Llama de oxidacion, 80.—Llama de reduccion, 80.—Precauciones para la reduccion, 81.

§ 4.° *Del apoyo y de algunos instrumentos accesorios.* Carbon, 82.—Platina, 83.—Tubos de vidrio, 84.—Matraces, 84.

§ 5.° *De los reactivos y de su uso.*—Sosa, 85.—Borax, 88.—Sal de fósforo, 88.—Salitre, 89.—Yeso y espato flur, 89.—Cobalto, 90.—Estaño, 90.—Cenizas de huesos, 91.—Cobre. 79

§ 6.° *Reglas jenarales para los ensayes al soplete*, 91.

CAP. VI.—Cobre. 93

Seccion 1.ª —Resumen de las propiedades del cobre que se aprovechan en los ensayes y beneficios en grande de las pastas y minerales de este metal, 93.

Seccion 2.ª —Minerales y productos de las artes.

§ 1.° *Especies minerales de cobre.*—Clasificacion, 98.—Cobre nativo, 99.—Protóxido de cobre, 100.—Deutóxido de cobre.—Atacamita.—Cobre sulfúreo.—Cobre abigarrado.—Cobre amarillo.—Súlfuro de cobre estanífero.—Sulfato de cobre.—Cobre gris (arsenical, antimonial, plomizo y mercu-

Pajs.

rial).—Cobre blanco.—Arseniatos de cobre.—Fosfatos de cobre.—Carbonatos de cobre (negro, verde y azul).—Silicatos de cobre (la dioptasa, la malaquita silicífera, la somervilla, la llanca de Chile, el silicato negro).—Seleniuro de cobre.—Tunstato de cal cobrizo.

§ 2.° *Minerales* (metales) *de cobre considerados en el estado en que se benefician en Chile.*—(1) Metales de color, 117.—(2) Metales de bronce, 120.—(3) Metales acerados, 121.—Minerales antimoniales y arsenicales.—Distincion de los minerales de cobre por los terrenos en que se encuentran.

§ 3.° *Productos de las artes.*—Cobre refinado (cobre rojo del comercio), 125.—Cobre en barra; la composicion del cobre que se exporta de Chile, 126.—Pasta blanca y su composicion,—Minerales calcinados, —Ejes,—Escorias de fundicion,—Escorias de refinacion.

SECCION 3.ª —MODOS DE ENSAYAR 132

§ 1.° *Clasificacion con respecto a los modos de ensayar*, 132.

§ 2.° *Materias de la* 1.ª *clase*, 132.—Proporcion del flujo,—Operacion,—Materias pobres,—Fundicion con pirita de hierro,—134.—Ensayes por la via húmeda,—135.—*Observaciones*: ácidos, residuo inatacable, precipitacion, lavado, operacion de sacar, compensacion de errores, —Ensayes por el hidrójeno sulfurado, 139.

§ 3.° *Materia de la* 2.ª *clase.*—Fundicion por crudo, 140.—Ensayes por cobre, via seca, 141.—*Observacion*: cobre de ensayes,—Inconvenientes, 143. —Via húmeda, 143.

§ 4.° *Materia de la* 3.ª *clase.*—Calcinacion y fundicion, 144.—Ensayes por la via húmeda, 146.

§ 5.° *Materia de la* 4.ª *clase.*—Via seca: refinacion, 150.—Refinacion en los crisoles, 153.—Via húmeda, 154.

Pajs.

§ 6.° Ensayes por medio de la disolucion de súlfuro de sodio, 155.
§ 7.° Método de Parkes, 163.—Métodos colorimétricos, 166.—Eleccion de los métodos, 168.

CAP. VII.—Plomo 125

Seccion 1.ª—Propiedades del metal, 169.
Seccion 2.ª—Minerales y productos de las artes.
§ 1.° *Especies minerales*. 174.—El carbonato,—La galena,—Súlfuro doble,—El cloro-fosfato y el cloro-arseniato,—El cromato rojo y el cromato verde,—El vanadiato y el molibdato,
§ 2.° *Minerales* (metales) *de plomo*.—(1) Minerales oxijenados,—(2) Minerales sulfurados, 180.
§ 3.° *Productos de las artes*, 181.

Seccion 3.ª—Modos de ensayar 182

§ 1.° *Clasificacion*, 182.
§ 2.° *Materias de la* 1.ª *clase* (*oxijenadas*), 183.—Proporcion del flujo que se añade.—Operacion.—Metales aleados.
§ 3.° *Materias de la* 2.ª *clase* (*súlfuros*), 187.—Fundicion con flujo alcalino sin calcinacion.—Fundicion con hierro metálico.—Fundicion con carbonato de sosa o flujo negro y hierro metálico.—Fundicion con flujo negro o con carbonato de sosa y óxido de hierro u óxido de zinc.—Fundicion con flujo negro y protosúlfuro de hierro o súlfuro de zinc.—Fundicion con carbonato de sosa y salitre.
§ 4.° *Materias de la* 3.ª *clase* (*sulfato y otras sales de plomo*), 193.—Observaciones que se refieren a toda clase de ensayes de plomo.—Ensayes por la via húmeda: (1) Carbonato, fosfato arseniato.—(2) Galena.—(3) Minerales cuyo criadero es inatacable por los ácidos.—(4) Minerales de plomo con blenda.—Escorias.

CAP. VIII.—Plata 146

Seccion 1.ª.—Propiedades.
§ 1.° Resumen de las propiedades de este metal, 196.
§ 2.° *Propiedades que se aprovechan en la amalgama-*

cion de los minerales de plata: 200. *Accion del mercurio*: 1 sobre la plata metálica; 2 sobre la plata cornea; 3 sobre el súlfuro de plata; 4 sobre los rosicleres; 5 sobre los polisúlfuros platosos, 202.—Accion del cloruro de cobre: 1.° sobre la plata metálica; 2.° sobre la plata sulfúrea; 3.° sobre el rosicler; 4.° sobre la galena platosa; 5.° sobre la blenda platosa; 6.° sobre las piritas, 203.—Accion de la sal comun; sobre el cloruro de plata, 203.—Accion que ejercen sobre el cloruro de plata: 1.° los súlfuros y sulfo arseniuros metálicos; 2.° el subcloruro de cobre; 3.° los metales, 204.—Accion que ejercen sobre el súlfuro de plata, el subcloruro de cobre, la sal comun, el oxi-cloruro de cobre, los metales, el subóxido de cobre.

§ 3.° *De que modo se portan en la amalgamacion de los minerales de plata los diversos metales*, 205.

SECCION 2.ª.—MINERALES Y PRODUCTOS DE ARTES.

§ 1.° *Especies minerales*.—Clasificacion, 208.—1.ª clase: *especies metálicas*: plata nativa, antimonial, mercurial, bismutal, 210.—2.ª clase: *especies de plata cornea*: cloruro, clorobromuro, bromuro, bromoioduro, y ioduro, 216.—3.ª clase: *especies sulfuradas, sin cobre ni plomo*: plata sulfúrea, rosicler claro, obscuro, negro, miargiria, 222.—4.ª clase: *polisúlfuros cobrizos*: plata sulfúrea cobriza, polibasita compacta, polibasita escamosa, cobres grises platosos, 227.—5.ª clase: *polisúlfuros plomizos*: plata gris del antiguo continente, de Bolivia, de Chile, 231.

§ 2.° *Minerales (metales de plata en jeneral y en particular los de Chile)*, 163.—1.ª clase: minerales de plata metálicos: minerales de Arqueros, 235.—Minerales de San Antonio, 235.—Retamo, 236.—Minerales de Pasco.—2.ª clase: *minerales de plata cornea*: minerales de Chañarcillo, 237.—Minerales de Huantajaya en el Perú.—3.ª clase: *minerales arsenicales, antimoniales y de plata sulfúrea* (arsénico

Pajs.

nativo, arseniuro de hierro, sulfo-arseniuro de hierro, rejalgar, arseniuro y sulfo-arseniuro de cobalto, arseniato de cobalto, arseniuro y arseniato de cobre, antimonio nativo, bismuto nativo y aleacion de bismuto con plata), 241.—Minerales arsenicales de Chañarcillo: (1) mineral de San José, (2) mineral acerado de la Descubridora, (3) arsénico de la Descubridora.---Tres Puntas, 246.---Mineral del Carrizo (Huasco alto), 247.---4.ª clase: *minerales de plata cobrizos*, 247.---*A* Minerales de cobre gris.---*B* Minerales de súlfuro doble de cobre y plata.---*C* Minerales de cobre abigarrado y de cobre piritoso platosos.---5.ª clase: *minerales de plomo platosos*, 251.---Minerales de esta clase de Copiapó, de Elqui, de Ovalle, de Aconcagua, de Santiago.---Clasificacion de los minerales de plata por los mineros, 255.---Teoría de la amalgamacion americana.---Metales cálidos, frios, de plata blanca y de soroche, 259.---¿En qué terrenos se crian los minerales de plata? 260.---Matriz, 261.

§ 3.° *Productos de las artes*, 261.---Fundicion,---amalgamacion.---*A* Las tierras o harinas de beneficios, 263.---*B* Los relaves que se botan o residuos de amalgamacion, 265.---*C* Plata piña y plata en barra.---Aleaciones de plata con cobre, 267.

SECCION 3.ª.---MODOS DE ENSAYAR. 267

§ 1.° *Division de las materias que contienen plata en dos clases*, 267.---Espresion de la lei, 268.

§ 2.° *Materias de la* 1.ª *clase que no pueden copelarse inmediatamente*, 271.---*A* Fundicion con flujo reductivo, 271.---*B* Fundicion con reactivos occidantes, 275.---*C* Escorificacion, 281.---*D* Amalgamacion, 285.

§ 3.° *Materias de la* 2.ª *clase*: copelacion, 287.---Copelacion de las aleaciones de plata y cobre.---Tabla de las cantidades de plomo que se agregan a las aleaciones de diversas leyes de plata, 288.---Aproximacion de la lei: piedra de toque, 294.---Ensaye preliminar.---Copelacion.---Pérdida y compensacion,

Pajs.

298.---Tabla de compensacion para los ensayes de plata, adoptada en el laboratorio de los ensayes de la comision de las monedas y medallas de Paris, 299. ---Observaciones sobre el calor del horno, las copelas, el plomo que se añade, ensaye ahogado, ensaye cristalizado, tiempo del relámpago, vejetacion, plata ligada con platina, plata con paladio, copelacion mediante el bismuto, 300, 304.---Copelacion del súlfuro de plata.---Copelacion de la galena, 304.--- Copelacion del súlfuro de cobre.

§ 4.° *Ensnye de las aleaciones de cobre y de plata por la via húmeda*, 307.---Disolucion normal.---Disolucion décupla.---Operacion, 312.---Correcciones relativas a la temperatura.

§ 5. *Ensayes mediante el ioduro de almidon* 316

CAP. IX.—Oro. 319

Seccion 1.ª —propiedades mas importantes de oro . 319

Seccion 2.ª —minerales y productos de las artes.

§ 1.° *Especies minerales*: oro nativo, 321.—Oro de lavadero de Chile.—Aleaciones de oro y de rodio.—Oro gráfico.—Plomo oro-telural.—Metal amarillo u oro blanco.

§ 2.° *Minerales* (*o metales de oro*), 328.—Produccion del oro.—Clasificacion.—*A* Oro de lavadero.—Lei de las arenas auríferas.—*B* Oro de vetas.—Metales de color: metales ferrujinosos, metales cobrizos, metales plomizos, 332, 334.—Metales de bronce de oro: (1) pirita aurífera, (2) pirita mezclada con mucha blenda, (3) pirita mezclada con sulfo-arseniuro de hierro, galena, cobre gris etc., 334, 338.—Minerales de plata aurífera en Méjico.—Minerales de plata aurífera en Chile.—El *lecho* de los minerales de oro, 339.

Seccion 2.ª —modos de ensayar 340

§ 1.° *Clasificacion de las materias auríferas*.—Expresion de la lei: (1) en fracciones decimales, (2) en castellanos (3) en quilates, 341.

§ 2.° *Materias que no pueden pasar inmediatamente a*

Pajs.

la copelacion: método jeneral.—Tierras auríferas, 342.—Metales de color.—Pirita aurífera: ensaye por los súlfuros alcalinos, por ácido nítrico, por calcinacion y lavado, por la via seca.—Oro aleado o mezclado con hierro, estaño, zinc, bronce o laton.—Amalgamacion.

§ 3.° *Materias que pueden inmediatamente pasar a la copelacion:* oro y plomo.—Oro y cobre 348.

§ 4.° *Materias que no se pueden ensayar con exactitud sino por la via húmeda*: *A*, aleacion de oro, cobre y plata: ensaye de oro propiamente dicho, 349.—Incuartacion.—Aproximacion de la lei.—Ensayes en la piedra de toque.—Tabla de las cantidades de plomo necesarias para los ensayes de oro, 355.—Copelacion, el tirado, el recocido, refinacion húmeda, el lavado, el recocido.—Ensaye del oro fino, 358.—Precauciones.—*B*, Ensaye de oro platoso, 359.—*C*, Ensaye de las barras de dorado o de plata aurífera, 361.—*D*, Ensaye del oro que contiene una pequeña cantidad de platina, 363.—*E*, Ensaye del oro aleado con plata y platina, 364.—*F*, Ensaye de la plata aleada con oro y platina, 365.---*G*, Ensaye del oro aleado con paladio.---*H*, Ensaye del oro que proviene de los ensayes de los minerales auríferos o platosos, 370.

§ 5.° *Análisis del oro nativo por el ácido oxálico* 371.

CAP. X.---MERCURIO 373

SECCION 1.ª ---PROPIEDADES MAS IMPORTANTES DEL MERCURIO.

SECCION 2.ª ---MINERALES Y PRODUCTOS DE LAS ARTES . 375

§ 1.° *Especies minerales:* mercurio nativo.---Cinabrio. Cobre gris mercurial.—Mercurio rojo.---Biseleniuro de zinc y de mercurio.---Seleniuro de mercurio y de plomo.---Mercurio córneo.---Ioduro de mercurio.

§ 2.° *Minerales* (metales) *que se benefician por mercurio*, 380: *A* Minerales de mercurio metálico o nativo.---*B* Minerales de cinabrio.---Minerales de Almaden, de Idria, de Huancavelica, de Chonta, de

Pajs.

Méjico.---Minerales de Chile.---*C* Minerales arsenicales de Huancavelica.---*D* Minerales seleniados de Méjico.---*E* Minerales cobrizos de Chile.---*F* Minerales platosos de Arqueros.

§ 3.° *Productos de las artes*, 389: mercurio del comercio, residuos del beneficio, hollines, héces negras, cinabrio artificial, 390, 391.

SECCION 3.ª —MODOS DE ENSAYAR.—Método jeneral, 391.—Ensaye por súlfuro.—Ensayes en pequeño: 1.° por hierro; 2.° por litarjirio; 3.° por oro; 4.° por oro, estaño y ácido muriático.—Purificacion del mercurio: 1.° por el método de Priestley; 2.° mediante el ácido nítrico; 3.° mediante el ácido sulfúrico, mediante los cloruros.

CAP. XI.—HIERRO 397

SECCION 1.ª —PROPIEDADES DEL HIERRO.

SECCION 2.ª —MINERALES. — Clasificacion. — Peróxido de hierro.—Peróxido hidratado.—Hierro magnético. —Hierro espático.

SECCION 3.ª —MODOS DE ENSAYAR, 404.

§ 1.° *Jeneralidades*: minerales de hierro que se benefician en grande.—Productos de las artes.—Clasificacion con respecto a los modos de ensayar.—Modo de operar: crisoles.—Preparcion del ensaye, fusion, peso.—Examen de la escoria, examen del hierro colado.—Modo analítico de operar: calcinacion, operacion por el acido acético, operacion por el ácido muriático, operacion por el ácido sulfúrico.—Flujo. —Cuadro de los resultados.—Influjo de la manganesa del títano.—Ensaye no fundido.—Influjo de la sílice.—Flujos jenerales.

§ 2.° *Aplicacion y empleo de los flujos: A* Materias de la 1.ª clase, 416.—*B* Materias de la 2.ª clase, 417. —*C* Materias de la 3.ª clase, 418.—*D* Materias de la 4.ª clase, 419.—*E* Materias de la 5.ª clase, 420.

CAP. XII.—ESTAÑO. 421

SECCION 1.ª ---PROPIEDADES DEL ESTAÑO.

SECCION 2.ª ---MINERALES Y PRODUCTOS DE LAS ARTES.

Pajs.

423.—Oxido nativo.—Estaño del comercio; minerales lavados, escorias.

SECCION 3.ª ---MODOS DE ENSAYAR, 425.

§ 1.° *Materias oxidadas*.—Temperatura baja.—Temratura alta.

§ 2.° *Estaño del comercio y diversas aleaciones*: aleaciones ferrujinosas—Estaño del comercio.

CAP. XIII.---ZINC 433

SECCION 1.ª ---PROPIEDAD DEL ZINC.

SECCION 2.ª ---MINERALES Y PRODUCTOS DE LAS ARTES.

Blenda.---Calamina.---Zinc del comercio; minerales calcinados, residuo de la reduccion de los minerales cádmia; 436.

SECCION 3.ª ---MODOS DE ENSAYAR---Destilacion, 437. ---Determinacion de la cantidad de zinc por diferencia, 438.---Materias que contienen zinc en combinacion con la sílice.---Materias que contienen súlfuro de zinc.---Aleaciones.

CAP. XIV.--METALES DE POCA APLICACION EN LAS ARTES.

COBALTO. 442

Minerales: el arseniuro o cobalto blanco, el sulfoarseniuro o cobalto gris.--Modos de ensayar.—Preparacion del óxido de cobalto.

NIQUEL. 446

Minerales: el arseniuro o kupferníquel, arsenio-sulfúro o níquel gris, antimonio-súlfuro.---Espeis (speiss). *Modos de ensayar*, 449.

ANTIMONIO. 451

Minerales: súlfuro de antimonio.---*Modos de ensayar*. —Ensaye por calcinacion.---Ensaye por el hierro.

CROMO 453

Minerales: hierro cromado.--Modo de reconocer el cromo en un mineral.---*Modos de ensayar*.—Preparacion del cromato de potasa.---Preparacion del óxido verde.

BISMUTO 455

Minerales de bismuto.---Modos de ensayar.

PLATINA 456

Esplicacion de las láminas.

ESPLICACION DE LAS LÁMINAS.

Nota.—Todas las láminas se han sacado y fielmente copiado de la obra: *Tratado de los ensayes por la via seca de Berthier.*

Lamina 1.

Hornillos de calcinacion y de evaporacion.

Figuras 1, 2 y 3 (páj. 17). Hornillos de calcinacion. C, cuba en que se mete el combustible: se hace de ladrillos, y se pone en los bordes un cuadro de hierro F. D, cenicero. G', reja colocada en su posicion natural, cuando se quiere dar poca hondura al hornillo. G'', reja con sus pies vueltos arriba, cuando se necesita una cuba mui honda. G''', reja sin pies, que se puede colocar a voluntad en el hornillo, a la altura I, o bien a la de I' (fig. 3) mediante un borde que sobresale en dos paredes opuestas de la cuba, como esto se ve representado en M. H, chimenea, hecha de una hoja de hierro gruesa, con un mango y una puerta; esta chimenea se pone sobre el hornillo cuando se quiere activar sus combustion.

Fig. 4 (páj. 18). Hornillos de evaporacion. C, cazuela hemisférica, agujereada que sirve de cuba. D, cenicero. H, tubo de hoja de hierro, destinado para hacer pasar los vapores en la chimenea, cuando estos son maléficos o incómodos. L, apoyo de hierro sobre el cual se coloca el tubo H. O, cápsula puesta sobre otro apoyo mas chico y mas bajo.

Fig. 5. Laboratorio en que se hallan unidos muchos hornillos de diversas clases. A, A, A, hornillos hechos en la muralla misma de la chimenea. B, baño de arena con su hogar o estufa. CC, grande chimenea D, D, etc. ceniceros de diversos hornillos y del baño de arena: cada cenicero tiene su puerta de hoja de hierro. M, M, M, son unos nichos para guardar el carbon: se cierran con unas planchas PPP, en la parte inferior, para impedir que el carbon se desparrame en el suelo del cuarto. H, un gran sombrero de hoja de hierro, que sirve para conducir todos los vapores a la chimenea: esta última tiene en su interior una compuerta, que se puede abrir

o cerrar a voluntad, mediante un alambre o una cadena de hierro TT cuya extremidad se sujeta en las llaves S. Se colocan en el borde de este sombrero los crisoles, las tazas las retortas y otros vasos de todas clases que se emplean en el laboratorio. h, h, h, h, pequeñas chimeneas hechas en la murallas para los hornillos A, A, A, y para el baño de arena B: estas se comunican con la chimenea grande, en la cual tienden a producir mucha corriente: abriendo en la muralla misma algunos agujeros CC, los vapores se introducen en ellos y salen afuera. R, varilla de hierro de la cual se pueden colgar tenazas, pinzas, etc.

Lamina 2.

Hornillos de viento.

Fig. 1, 2 y 3 (páj. 18). Hornillos de viento de la Escuela de Minas de Paris. Fig. 1.ª plano. Fig. 2.ª perfil. Fig. 3.ª corte vertical, perpendicular a la pared de delante. AA, cuba. B, cañon horizontal por donde los vapores pasan a la chimenea. CCC, chimenea con su plancha de hierro RR, que se puede mover horizontalmente para cerrar y abrir el cañon interior de la chimenea. D, tapa del hornillo; es un cuadro de hierro que se llena de ladrillos y se hace resbalar mediante un agarradero. GGG, reja compuesta, de barritas movibles. P, P, P, puertas del cenicero, hechas de hoja de hierro gruesa. HH, sombrero de hoja de hierro sostenido por tres barras de hierro h, h, h. T, tapa del cañon interior de la chimenea, la cual se cierra cuando se quiere calentar el hornillo. SS, baño de arena en que se colocan los crisoles al momento de retirarlos del fuego.

Lamina 3.

Hornillos de copelacion.

Fig. 1, 2 y 3. Hornillo de copelacion hecho de hoja de hierro gruesa.

Fig. 1.ª Proyeccion oblícua. Fig. 2, corte vertical, perpendicular al eje de la mufla. Fig. 3, corte vertical que pasa

por el eje de la mufla. AAA, cuba o labatorio. BBB, cenicero. CCC, mufla.

Fig. 4, 5 y 6 (páj. 21). Hornillo de greda o arcilla, cuadrado, consolidado con fajas de hierro, el que se emplea en los injénios. Fig. 4, corte horizontal a la altura de la reja. Fig. 5, perfil. Fig. 6, corte vertical que pasa por el eje de la bóveda. AAA, cenicero, con una reja de hierro. BB, laboratorio o cuba. CC, cúpula que se adapta al laboratorio: tiene en la parte anterior una abertura semicircular por la cual se introduce el combustible, y que se puede cerrar mediante un tapon de arcilla. F, chimenea de hoja de hierro, a la cual se da mas o menos altura segun el grado de calor que se quiere producir, haciendo mas o menos tirar esta chimenea; en ella se ve pegada una tablilla en que se pueden colocar las copelas, y una abertura con su compuerta por donde se puede echar el combustible. S, mufla en la cual se colocan las copelas: en cada una de sus paredes se hace una rajadura angosta, para producir una corriente de aire por el interior de la mufla. Esta se asienta por un lado sobre la parte anterior del hornillo y por el otro sobre un apoyo de arcilla L. Se puede cerrar en parte o enteramente la abertura de la mufla con una puerta P.

Fig. 7, 8 y 9. Hornillo de copelacion semejante al anterior, pero con mui pequeñas dimensiones. No se puede producir en él un grado mui elevado de temperatura, y no se emplea sino en los laboratorios donde se hacen pocos ensayes.

Fig. 10. Hornillo de copelacion de Aikin. C, crisol agujereado por debajo, en que se establece una corriente de aire como en una mufla, y en medio del cual se coloca una copela.

Fig. 11 y 12. Rastrillos de alambre de hierro grueso, que sirven para hacer bajar el carbon en el interior del hornillo.

Fig. 13. Tenazas que sirven para agarrar las escorificatorias, las copelas, etc.

Fig. 14. Tenazas elásticas, delgadas que sirven para introducir el ensaye en las copelas.

Fig. 15. Tenazas que tienen uno de los brazos semicircular. Son mui cómodas para levantar y remover las copelas y las escorificatorias llenas de materia fundida.

Fig. 16. Pequeña cuchara de hierro que sirve para introducir en las copelas y escorificatorias plomo reducido a granos.

Fig. 17. Cuchara de hoja de lata para sacar litarjirio, plomo en granos, etc.

Fig. 18. Copelas de diversos tamaños: corte vertical.

Fig. 19. (páj. 23). Molde de bronce para hacer copelas. N, *segmento de cono*, o molde en que se mete y se aprieta el polvo de huesos. El *fondo movible* de este molde consta de una pieza cónica de plomo O, la cual se coloca sobre una columnita de madera, cuando la copela ya está hecha, etc. M, *molde interior* que sirve para apretar el polvo, y dar una forma conveniente a la parte interior de la copela.

Lamina 4.

Ensayes de plata (páj. 307).

Fig. 1ª (páj. 310). Aparato que sirve para hacer ensayes de plata, midiendo la disolucion de sal marina por el volúmen. Q, pipeta de vidrio cuya capacidad interior, desde el orificio C, hasta la rayita a b es de 100 centímetros cúbicos. R, llave superior, la que estando abierta, deja caer la disolucion de la cuba o tina A en la pipeta. R', llave colocada debajo de la anterior, y por la cual se deja salir el aire del interior de la pipeta cuando ésta se llena con la disolucion. V, tornillo cuyo destino es de abrir y estrechar el agujero por donde se hace entrar mui lentamente el aire mientras se vacia la pipeta. Esta pipeta descansa sobre dos sujetadores horizontales H, K, que pueden jirar alrededor de un eje comun SS, y se pueden alargar mas o menos mediante dos rajas lonjitúdinales. El aparato se fija en una muralla mediante un sujetador X. M, *pañuelo* o esponja húmeda envuelta en un trapo, destinada para absorver el líquido que sale de la pipeta cuando se trata de hacer bajar este líquido en el interior de la pipeta, exactamente a la rayita a b. Este pañuelo se halla puesto en un vaso cilíndrico de hoja de lata, abierto por debajo, y por el cual se deja pasar en la cubeta C el líquido que el pañuelo no puede absorver. T, cilindro de hoja de lata; en este cilindro se coloca la botella (fig. 2), en que se ha vertido disolucion de plata, y en la cual se quiere introducir la disolucion de sal marina contenida en la pipeta. Para hacer pasar esta última

disolucion en la botella sin perder una gota de líquido, ni agregar una gota mas de lo que cabe en 100 centímetros cúbicos, se abre el tornillo V; y al momento de llegar el nivel del líquido a la rayita a b, se da un golpe lijero al aparato en que se hallan el *pañuelo* y la *botellu;* y haciéndolo resbalar rápidamente sobre la plancha LL, se pone la boca de la botella inmediatamente debajo del orificio de la pipeta. Esto se acomoda de tal modo, que al tocar dicho aparato un sujetador puesto en el encaje de la plancha LL, la boca de la botella se pone por sí misma exactamente frente de la estremidad de la pipeta. Habiendo siempre en la botella una cierta cantidad de vapor nitroso, el que, al introducir la disolucion normal, sale e incomoda al ensayador, se ha imajinado, para librarse de esta incomodidad, de cubrir aquella parte del aparato donde se halla la pipeta, con un embudo de hoja de lata N; y este embudo se pone en comunicacion, mediante un tubo corto lateral, con otro tubo TT, de una y media pulgada de diámetro, mui largo, y unido en su estremidad superior con una caja D, en la cual se coloca una lámpara o un brasero con carbon encendido. Y como el aire que se necesita para la combustion en esta caja, no puede llegar a su interior de otro modo mas que atravesando el embudo y el tubo TT, resulta que este aire en su movimiento arrastra consigo los vapores nitrosos, y los hace salir por la pequeña chimenea P. A, cuba o tina de cobre que tiene como 100 lítros de capacidad interior, y se llena con disolucion normal para alimentar la pipeta. Esta disolucion pasa por el tubo ZZ en medio del cual se halla un termómetro. La tapa de la cuba A es cóncava, y tiene en el centro una abertura tapada por un tapon atornillado B, cuyos bordes se aprietan por una rodaja de cuero. Este tapon se halla atravesado por un tubo T, que se abre cerca del fondo do la cuba, y por el cual entra el aire en el aparato, sin poder salir afuera, de modo que no se puede verificar ninguna evaporacion del líquido. *m*, una pequeña tapa con que se cierra el tubo en su parte superior, mientras no se hace uso del aparato.

Fig. 2. Botella de vidrio, con una tapa esmerillada, de la capacidad de 200 gr., y en la cual se hace disolver la aleacion que se ensaya.

Fig. 3. Ajitador de 10 compartimiento, en que se hacen

aclarar las disoluciones de plata cada vez que se les añade disolucion de sal. R, muelle del cual se suspende el ajitador. B, otro muelle en forma de espiral, que se fija en el suelo, y hace mas facil la operacion.

Fig. 4. Tubo graduado que sirve para medir pesos determinados de disolucion normal; este tubo se divide en gramos. Haciendo salir la disolucion por el pico *o*, cada division del tubo produce 8 a 10 gotas; y por consiguiente el peso de cada gota es como de 1 decígramo. Se llena el tuvo con la disolucion hasta la division *o*, y se lo pesa, etc.

Fig. 5. Baño de maría de hoja de lata, en que se pueden calentar 10 botellas a la vez; perfil oblícuo y corte.

Lamina 5.

Laboratorio de la moneda de Paris.

Fig. 1, 2, 3 y 4. Disposicion del laboratorio de la moneda de Paris.—Fig. 1, plano.—Fig. 2, perfil lonjitudinal.—Fig. 3, corte vertical que pasa por medio del hornillo.—Fig. 4, corte vertical que pasa por el compartimiento de las teteras. A, apoyo móvil de madera puesto sobre la ventana. B, tablilla fijada en la pared del cuarto. C, gran sombrero de hoja de hierro: la chimenea G se pone a voluntad en comunicacion con el hornillo de copelacion H, mediante la tapa I. DD, armarios en que se guardan los áeidos, las copelas, etc. T, puerta de la estufa X: otra puerta que se ve debajo de esta; es la del cenicero Y. H, hornillo de copelacion. *aa*, aberturas en que se colocan los cuellos de los matraces, de los cuales se desarrollan vapores maléficos que se quiere espeler del laboratorio. *bb*, astillero en que se apoyan los cuellos de los matraces. *cc*, muesca hecha en una faja de hierro, destinada para sujetar los cuellos de los matraces colocados en el fuego. *dd*, hojas de hierro con sus bisagras, que se abren para dar paso a los vapores que se desarrollan en unos vasos colocados sobre el baño de arena *ee;* estos vapores entran en la chimenea de la estufa por la abertura *aa*, la cual se cierra con las mismas hojas de hierro, cuando no hai necesidad de ella. *ee*, tablilla cubierta con arena en que se ponen los matraces para que se enfrien. *gg*, brasero de hierro en que se echa ceniza caliente

y carbon encendido para calentar los matraces. *h*, pizarra para apuntar el tiempo de la ebullicion etc. *ii*, pequeñas botellas en que se guardan el agua y el ácido nítrico que se emplean en los ensayes: la llave de la primera es de plata y la de la otra de platina. *j*, tetera en la cual se decanta el nitrato de plata que proviene de los ensayes. *k*, una pequeña cubierta destinada para impedir que se introduzca en el laboratorio algun vapor ácido, cuando se decantan los líquidos todavia calientes. *l*, plancha que sirve para interceptar la comunicacion entre la chimenea de la estufa y la del hornillo de copelacion.

Fig. 5. Modo de calentar los matraces aconsejado por Gay-Lussac. M, matraz, en que se está haciendo la disolucion: despues de haber introducido el caracol en el matraz, se vierte una cantidad determinada de ácido nítrico mediante una pipeta; despues, cuando se añade el segundo ácido, se echa en el matraz un pequeño pedacito de carbon, con el objeto de impedir que se hagan proyecciones. N, plancha de hierro agujereada, sobre la cual se colocan los matraces. T, tubo de vidrio como de 5 a 6 líneas de diámetro y de mas de 1 vara de altura, terminado en sus dos extremidades por unos tubos mas angostos *t*: el tubo inferior se encaja libremente en el cuello del matraz; y como el espacio entre los dos tubos es bastante estrecho, para que una película de ácido lo tape, y quede suspendida en todo el contacto de los vidrios, resultan que los vapores ácidos tienen que pasar en el tubo grueso; y condensándose en él, vuelven a caer en el matraz, miéntras los gases pasan en la chimenea. Para que estos vapores tengan siempre un paso libre en el tubo, es necesario que la extremidad inferior del tubo sea cortada al sesgo. H, abertura por donde el aire puede entrar en la chimenea que se supone colocada tras de los matraces. La pared inferior de esta abertura se halla cubierta con una hoja de vidrio inclinada por el lado de la chimenea; y sobre esta hoja caen las gotas de ácido nítrico, cuando los tubos TT se han sacado de los matraces, y se colocan en la tablilla N. Estas gotas se evaporan, y se llevan por la corriente del aire en la chimenea. Debajo de esta lámina de hierro se halla otra de hoja de hierro *e*, en cuyos encajes se apoya el cuello de los matraces.

HORNILLOS DE CALCINACION Y DE EVAPOR

Fig. 1

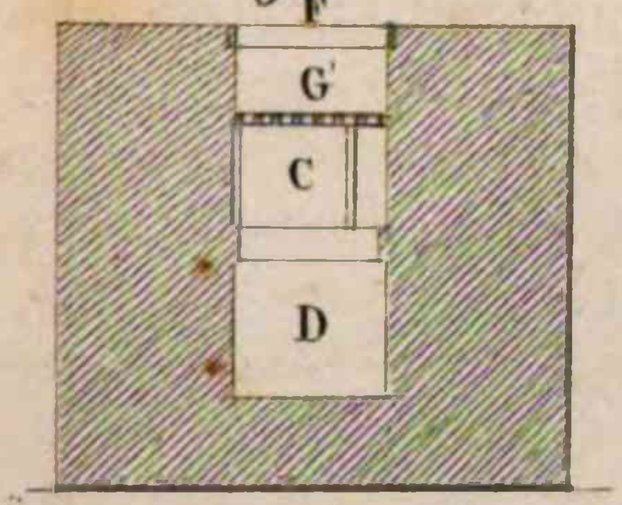
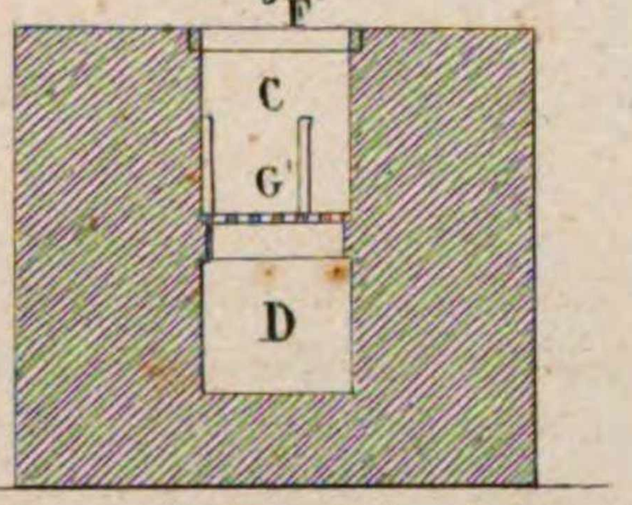
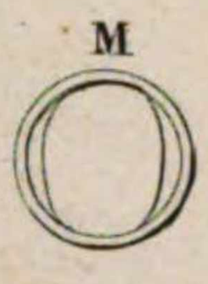


Fig. 2





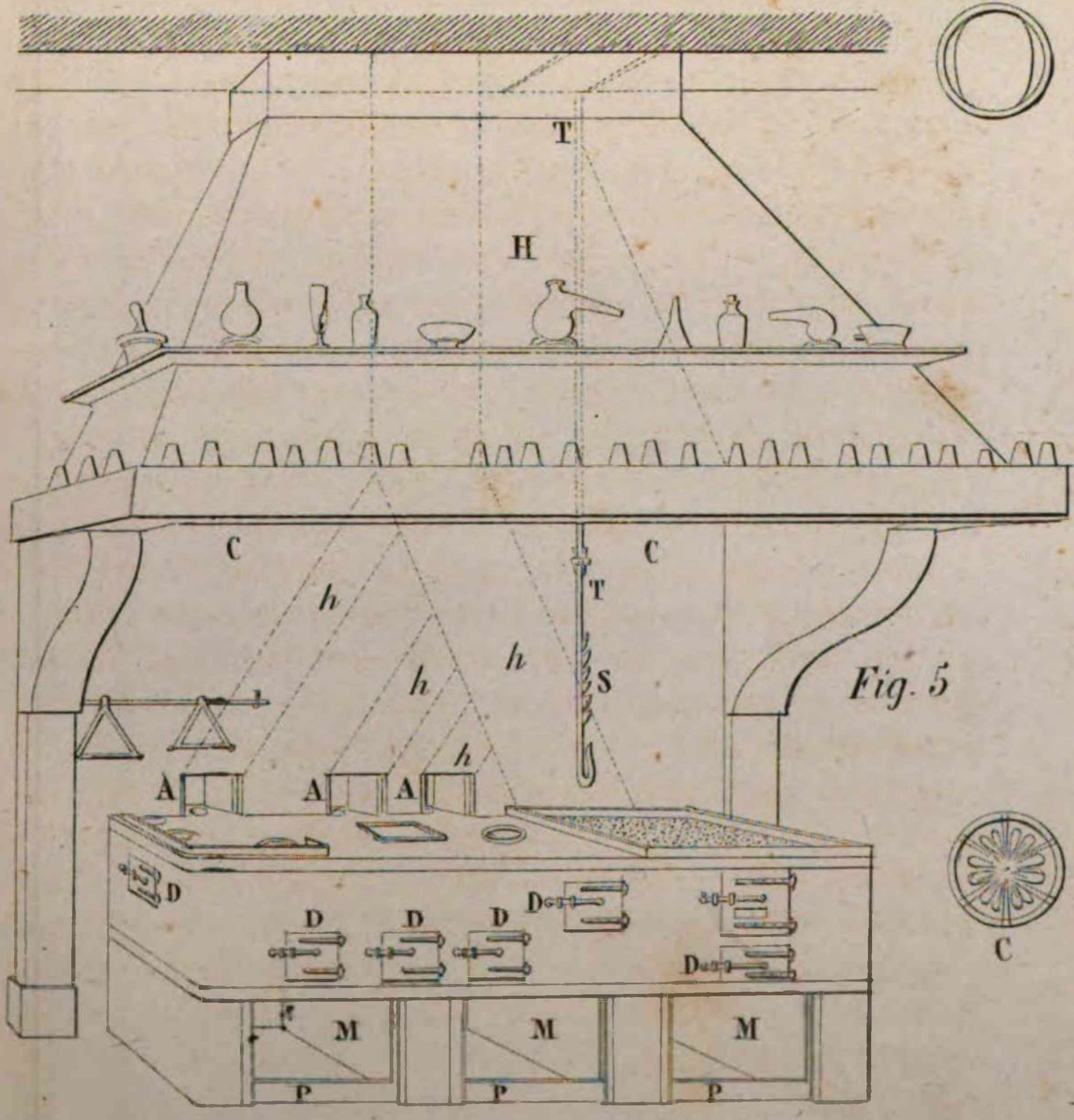


Fig. 5

2 Metros

Escala de la Fig. 5,

Escala de la

HORNILLOS DE COPELACION.

Fig. 1

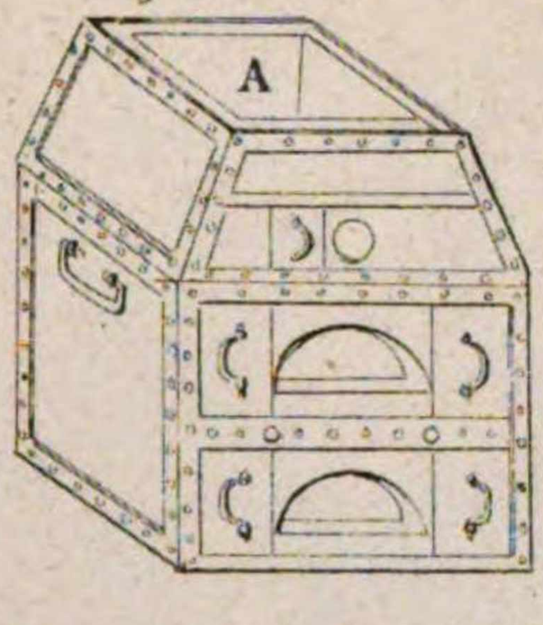


Fig. 2

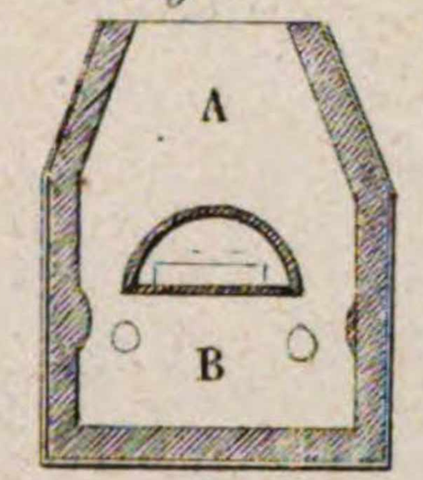


Fig. 5

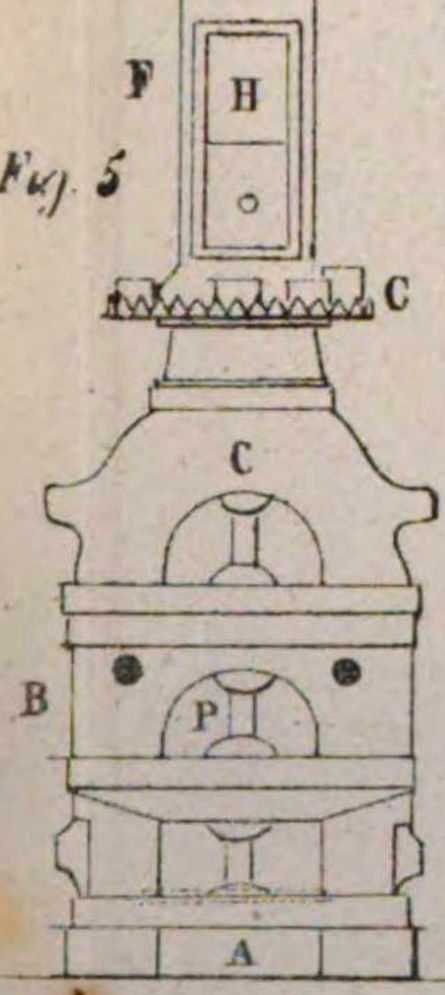


Fig. 6

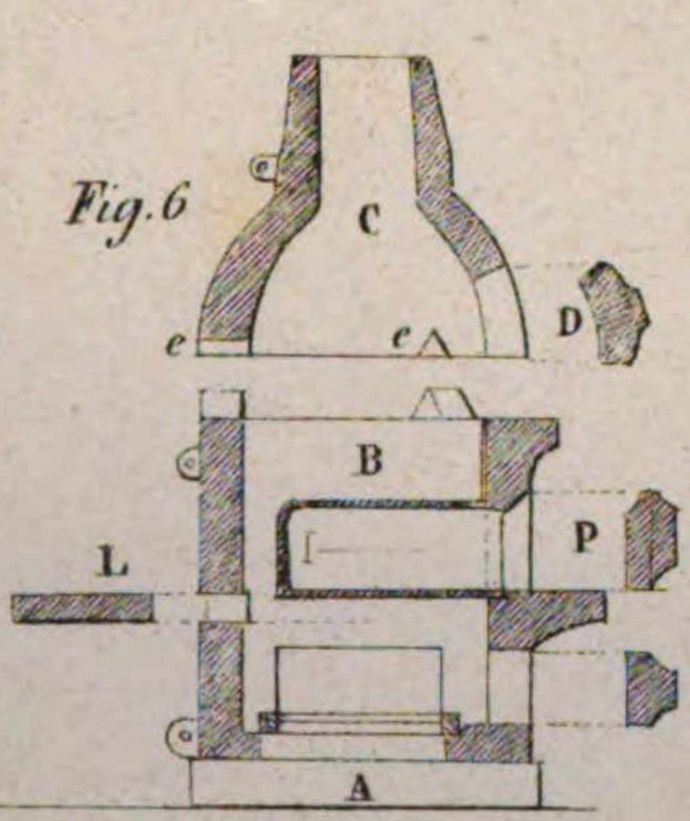


Fig. 8

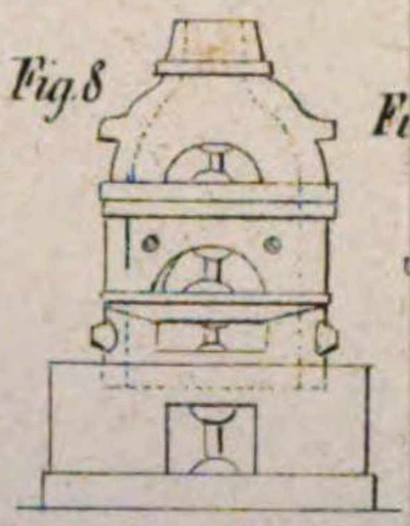


Fig. 4

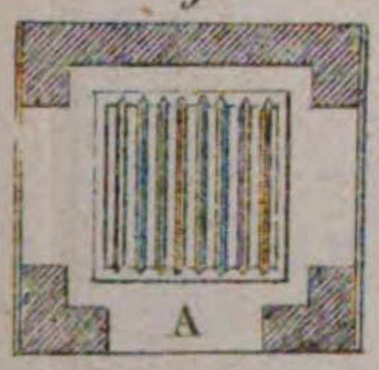


Fig. 11.

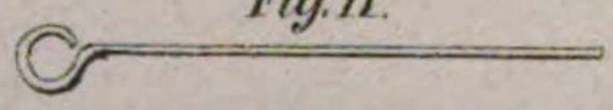


Fig. 12

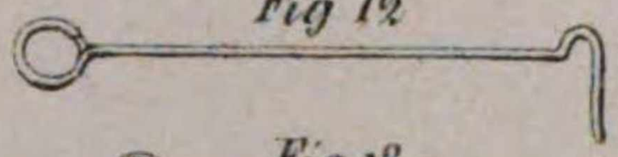


Fig. 13

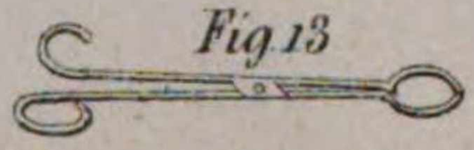


Fig. 14

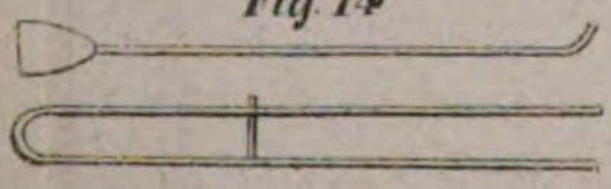


Fig. 15

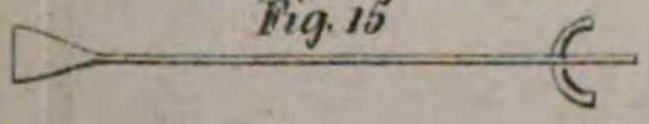


Fig. 16

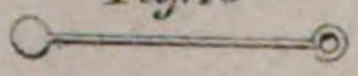


Fig. 7.

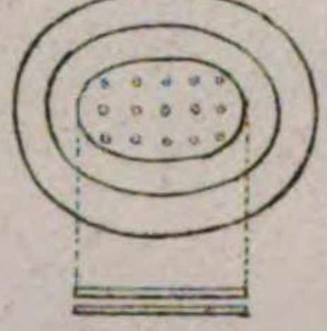


Fig. 17

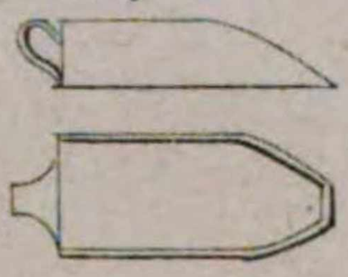
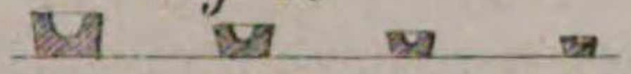
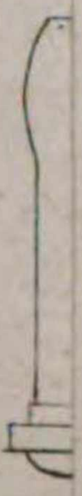


Fig. 18





Metr

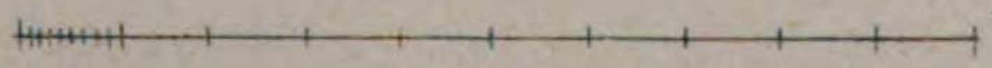
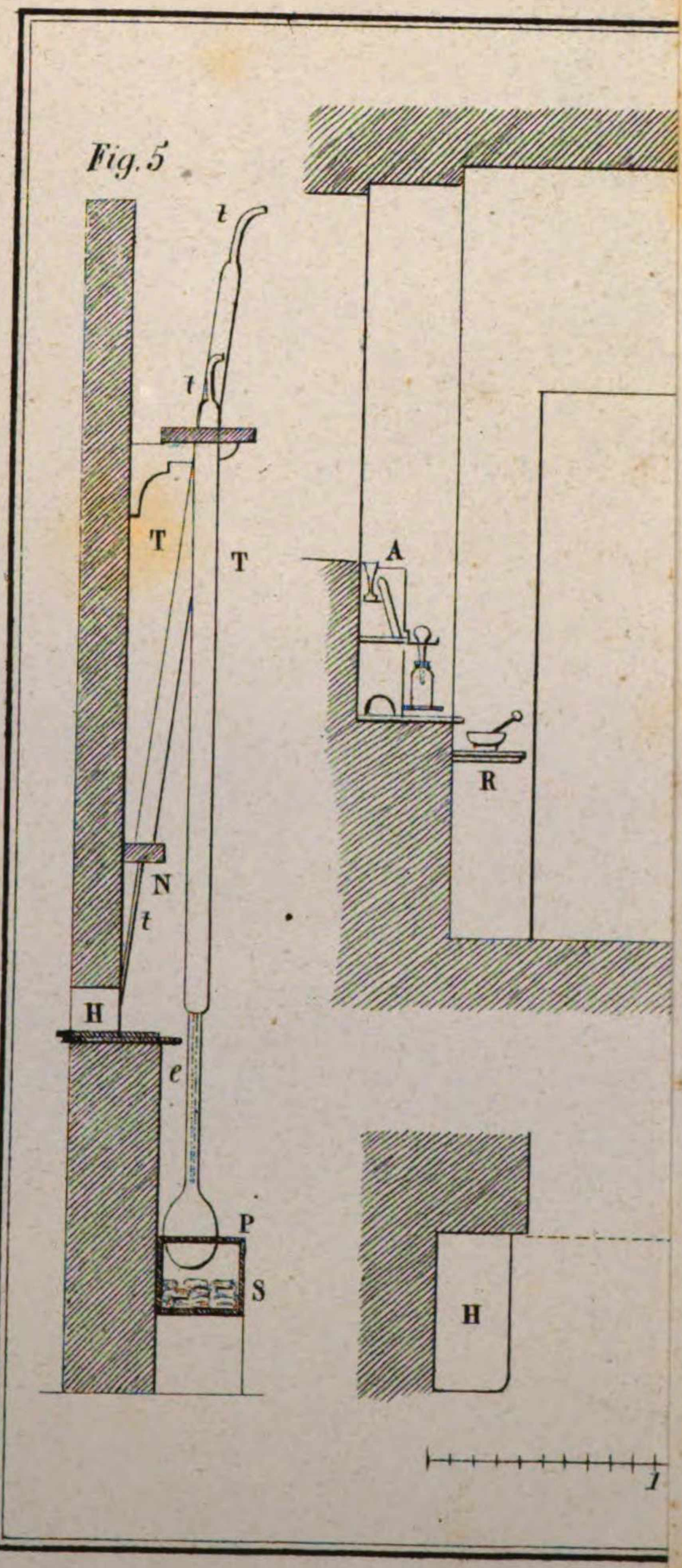


Fig. 5



APENDICE.

I.

Ensayes de cobre.

Ensayes por la via seca.

1 *Método aleman.* Acostúmbrase todavia mui a menudo en los establecimientos metalúrjicos de Alemania hacer ensayes de cobre *por la via seca*, y en los mas injénios casi no se conoce otro método.—Hé aquí a lo que se reduce el método mas acreditado, descrito en la última edicion del Arte de Ensayar de Bodemann, aumentado y correjido por Kerl (Claustal, 1857).

Consta este método de tres operacioneo: 1.ª *tuesta*, 2.ª *fundicion*, 3.ª *refinacion*.

Tuesta. Se efectúa esta operacion en una tasa de arcilla, cuyo fondo se unta con creta, peróxido de manganesa o de hierro, en una mufla lijeramente enrojecida. Antes de introducir la tasa en la mufla, se mezcla la materia que se ensaya con un 1/4 o 2/5 de su peso de carbon o grafita en polvo y se estiende el ensaye en la tasa de tal modo, que la mayor parte de polvo se halla en las orillas de la tasa y mui paco en el centro. Solamente en caso de contener el mineral mercurio, se aconseja calentarlo en la mufla, hasta la exhalacion completa de este último, antes de agregar carbon.

Se prosigue, por lo demas, la operacion con precauciones conocidas, aumentando gradualmente el fuego, y cuando se ve que ha desaparecido el humo de la tuesta y no se siente olor de ácido sulfuroso, se echa el polvo tostado en un mortero de bronce o de hierro colado, se reduce a polvo fino los granitos de materia fundida o conglomerada, y se vuelve a tostar la misma materia, con 1/4 de su peso de carbon, a una

temperatura mas elevada, hasta que cese de despedir humo y mal olor. Si la operacion marcha con dificultad, se añadirá al fin, en lugar de carbon, carbonato de amoniaco, en proporcion hasta de 3/5 del peso de materia que se ensaya. Esta sal descompone todos los sulfatos, hasta el sulfato de plomo, y se exhala sulfato de amoniaco. En todo caso, se debe al cabo de todo quemar completamente el carbon que se ha añadido.

Queda inevitablemente algo de arsénico y de antimonio en el polvo tostado, si la materia que se ensaya los tiene (páj. 5–6), pero mayor perjuicio al ensaye causa el azufre si no se espele bien, pues su presencia en la *fundicion* dará lugar a la formacion del eje que ocasiona pérdidas de cobre. En efecto, todo el cobre que todavia quedase al estado de súlfuro o de sulfato en la materia tostada, se perderia en el ensaye.

Por esta razon, si aparecen en la materia que se ensaya algunos sulfatos que no se dejan trasformar en estado de óxidos por la accion simultánea de carbon, grafita y carbonato de amoniaco, como son el yeso, el espato pesado (baritina), etc., es necesario principiar por fundir la materia que se quiere ensayar, por eje (páj. 140), y se procede a la tuesta de este eje como de un mineral sulfurado crudo.

Para fundir el mineral crudo por eje, se toma por 1 p. de mineral 1 p. de borax vitrificado 1 p. de vidrio potásico o sódicon 1 centésimo de colofonia y se cubre la mezcla con 3 p. de sal comun: la fundicion se opera en un crisol, y se hace en una media hora si se emplea el horno de mufla, o bien en tres cuartos de hora, si se opera en un horno de viento.

2. *Reducion y fundicion por cobre.* Cuando se funde el mineral tostado, con un reductivo y un flujo conveniente, (borax, vidrio), a cierta temperatura no demasiado elevada, pasan a la escoria los óxidos difíciles para reducirse, como son los de hierro, de manganesa, de zinc, etc., al paso que se reducen completamente el cobre, el plomo, y alguna pequeña proporcion de los metales anteriores, casi con la totalidad de antimonio y arsénico que no se han podido espeler por la tuesta. Si se excede en la proporcion de los reactivos fundientes que se emplean, pasa tambien una parte de cobre a la escoria, lo que se conoce por el color rojizo de esta última. Si falta cantidad suficiente de flujo, se reducirá mayor proporcion de óxi-

dos estraños, se obtendrá el cobre mui impuro y la refinccion se hará con mayores perdidas de cobre. La operacion se ha hecho bien, cuando la escoria tiene color negro o verde botella y el cobre es maleable con fractura de color rojo subido. La presencia de mucho plomo en la materia hace que el cobre pasa con mayor facilidad en la escoria; al contrario el hierro preserva el cobre de la accion disolvente de los flujos. El antimonio y arsenico, aumentando la fusibilidad del cobre, ayudan a reunir el metal en un boton.

Los flujos que se emplean no deben tener azufre. El flujo negro consta por lo comun de 2 a $2\frac{1}{2}$ de crémor por 1 de salitre, pero su composicion varia en Mansfeld segun la lei de los minerales que se ensayan: asi para los que tienen menos de 40 por ciento de cobre, consta el flujo de 14, p. de crémor y 8 de salitre: para los de 40–50 por ciento, de 16 de crémor y 8 de salitre y para los de 50–70 por ciento, de 20 de crémor y 8 de salitre, mientras mas salitre se añade mas tendencia tiene el cobre a óxidarse.

En lugar de flujo negro, cuando este contiene azufre, se emplea una mezcla de 100 p. de potasa purificada y 10-12 p. de almidon, y se toma de esta mezcla 2 p. por 1 p. de mineral, añadiendo al mismo tiempo $\frac{1}{3}$ a $\frac{1}{2}$ p. de vidrio y $\frac{1}{4}$ p. de borax; cúbrese el todo con 2-3 p. de sal comun y se pone encima un pedacito de carbon.

Cuando se emplea el flujo negro, se toma en proporcion de $2\frac{1}{2}$ a 3 p. por 1 p. de mineral y se añade $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ de borax vitrificado y $\frac{1}{2}$ de vidrio. Se principia por moler el mineral con la tercera parte de flujo negro que le corresponde, en un mortero de porcelana o de serpentina; se introduce esta mezcla pronto en un crisol, se la cubre con otras dos terceras partes de flujo que queda, y sobre el flujo se estienden el borax y el vidrio molidos; en fin se cubre el todo con 2 a 3 p. de sal comun y se pone por encima un pedacito de carbon que tenga como media pulgada de diametro. Si se toma pedazo mas grande, absorve en sí casi toda la sal y queda la escoria descubierta. Para minerales mas refractorios se toma menos vidrio.

Para tener mejor reunido el cobre se suele agregar 5 a 15 por ciento de arsénico. Asi en Freiberg, emplean para el

cobre sulfúreo, 0.15 de arsénico o 0.50 de borax y 0.40 de vidrio; para el cobre abigarrado 0.15 de arsénico, 0.40 de borax, 0.40 de vidrio; para el cobre gris 0.10 de arsénico, 0.25 de vidrio 0.30 de borax y 0.08 de limadura de hierro. En jeneral para los minerales pobres en hierro conviene agregar hasta 10 por ciento de este metal, pues su oxídulo es el que con mayor seguridad preserva el ensaye de la escorificacion del cobre.

Acomodado el ensaye, se espone el crisol por un tiempo que varia de 30 a 60 minutos al calor albo amarillento, ya sea de una mufla, ya de un horno de viento, y si se hace el ensaye en una mufla, se rodea el crisol como a la mitad de su altura de carbon etc.

3. *Refinacion* (gaarmachen). Si por el color y la maleabilidad de cobre se juzga que este metal no contiene mas que 1 a 3 por ciento de materias estrañas, se da por concluido el ensaye, en atencion a las pérdidas inevitables que se cometen en las operaciones anteriores. Pero si el cobre que se obtiene en la fundicion es mas impuro, se somete a la refinacion que se hace, unas veces en tasas o escorificatorias, otras veces en copelas.

En Freyberg introducen el cobre que se quiere refinar, con lo menos posible de borax, por lo comun con igual peso al suyo, enuna tasa mui chata, rodeada de carbon bien encendido, al calor albo, y se funde lo mas pronto posible. Si el cobre no contiene arsénico, ni antimonio, ni plomo, se añade, segun necesidad, 5 a 10 por ciento de plomo y 30 a 50 por ciento de borax. Se funde primero el borax, luego se introduce el cobre y despues el plomo. Tan pronto como el cobre presente una superficie convexa, mui clara, lustrosa, con un anillo de escoria de borax mui líquida, se abre un poco la mufla para dar acceso al oxíjeno. Si la superficie, apesar del color albo de la mufla, se halla cubierta con una costra negruzca, es seña que se debe agregar mas borax. Si esto no es suficiente, se añade mas plomo y se aumenta el fuego hasta que se aclare la superficie. Cuando el cobre es mui impuro y no contiene mas que 40 a 50 por ciento de cobre, no se emplea al principio mas que borax y no se añade plomo sino cuando el cobre ya se halla bastante purificado. De todas las sustancias estrañas que

suelen hallarse en el cobre bruto, el níquel es el que se escorifica con mayor dificultad y no se separa sino a fuerza de añadir mucho plomo, ocasionando grande pérdida de cobre.

Al acercarse la refinacion a su término, aparece luz (relámpago) semejante a la que arroja en igual caso la plata, solamente menos visible y por lo comun en el contorno inferior del boton. La temperatura debe ser en este momento tal que el cobre se solidifique inmediatamente. Sácase el ensaye del horno, se apaga con agua y se separan las escorias.

Para correcciones (páj. 157) se admite que por cada 10 por ciento de metales escorificados (es decir de cobre bruto y de plomo añadido) hai 1 por ciento de pérdida en cobre. En otras partes de Alemania se cuenta, por cada 5 por ciento de *merma* en el cobre que se ha refinado, 1 por ciento de pérdida de cobre que se añade al peso del boton refinado.

DEFECTOS DE ESTE METODO.

No será inútil que se cite en este lugar en qué términos se opina sobre el mérito de los ensayes de cobre por la via seca, en la citada obra de Bodemann, edicion de Kerl: libro adoptado por texto en todos los colejios de minas y por los ensayadores de Alemania.

"Estos ensayes tienen varios inconvenientes. La tuesta es operacion que quita al ensayador mucho tiempo, y solamente con cierta temperatura que se hace aumentar lenta y gradualmente, volviendo repetidas veces a moler la materia tostada y a mezclarla con carbon, grafita y carbonato de amoniaco, se logra espeler el azufre suficientemente. Ahora, en la reduccion y fundicion del mineral tostado es fácil que resulten pérdidas "de cobre si no se acierta producir la temperatura que "corresponde a estos ensayes o no se han empleado los flujos "en proporcion conveniente. Si los fundientes (borax, vidrio, "etc.) se hallan en exceso, pasa mas o menos cobre a las esco-"rias; si faltan, resulta un cobre mui impuro cuya refinacion "ocasiona pérdidas tanto mayores, cuanto mas impuro es el "cobre bruto. En fin, la última operacion (refinacion, gaarma-"chen) es por sí imperfecta, y por causa de la temperatura

"mui elevada que exije y la precaucion que se necesitan tomar,
"mui difícil."

"Cuanto mas pobre es la materia tanto mas inexacto resul-
"tado dan estos ensayes"—páj. 216 del citado libro.

Ensayes por la via húmeda.

A los ensayes por la vía húmeda que se han descrito en las pájinas 135–143–147 y que consisten en el uso del hierro metálico para precipitar el cobre, se debe agregar, que en todos los casos en que se emplea el hierro puede sustituirse este metal por el zinc cuyas sales son solubles y no se descomponen en subsales como las de hierro.

El modo mas sencillo y cómodo de hacer estos ensayes es el siguiente:

Obtenida la disolucion de cobre en estado de introducir en ella la barrita o el alambre de hierro, se toma un peso determinado de zinc, por ejemplo, peso igual al mineral, si este es rico, o bien la mitad, la tercera, o la cuarta parte de su peso, segun su riqueza aparente; y, sin vaciar la disolucion en la tasa, se echa el zinc en el mismo matraz donde la tenemos. El zinc debe ser purificado por destilacion, en hojas delgadas o granallas, como el que se usa para preparar hidrójeno puro. Se calienta lijeramente el licor y cuando ya se ve que ha perdido su color, se hace hervir hasta que se disuelve completamente el exceso de zinc. En caso de alguna duda, o de divisar algun indicio de color azulejo en el licor, se añadirá uno o dos gramos de zinc mas y se prolongará la ebulicion hasta que se disuelve completamente este metal. Se procede inmediatamente al lavado del cobre por decantacion, en el mismo matraz, recojiendo las aguas en un otro matraz mas grande para examinarlas si se han arrastrado con ellas algunas partículas livianas de cobre, y se recojerá el cobre sobre el filtro cuando ya esté bien lavado, como se ha dicho en la páj. 138.

II.

Adicion a los ensayes de plomo.

Comparacion de los diversos métodos que se emplean para ensayes de los minerales y productos metalúrjicos de plomo; segun Markus: véase *Arte de Ensayar* de Bodemann por Kerl. Claustral, 1837, páj. 547.

a.) "*Ensaye con flujo negro y hierro.* Se toma 1 p. de materia que se ensaya (5.7 gramos), 2 p. de flujo negro (compuesto de 16 de salitre y 40 de crémor), y 0.60 de borax vitrificado; hecha la mezcla, se introduce en un crisol, en cuyo fondo se fija verticalmente un grueso alambre de hierro de una pulgada de largo, y como de 2,2 gramos de peso. Cúbrese el todo con 2 p. de sal comun y se funde en un horno de mufla, con la puerta de la mufla cerrada y el rejistro de tiraje a la mitad abierto. Abrese en seguida la mufla y, despues de haberla mantenido por unos 6 a 7 minutos a una temperatura mas baja, se vuelve todavia a dar un golpe de fuego de igual duracion, cerrando la mufla. En este momento, luego que se deja de oir un lijero chisporroteo, el ensaye está hecho. Toda la operacion dura poco mas o menos 20 minutos."

b.) "*Tuesta y fundicion con hierro.* Se principia por tostar la materia en una taza de arcilla templando cuanto se pueda el calor, por unos treinta minutos, y en seguida, se pone esta taza mas adentro por 6 a 8 minutos, para que se descompongan los sulfatos. El resíduo de la tuesta se introduce con 3 p. de flujo negro, y 0.50 de vidrio de borax, en un crisol, en cuyo fondo se deja un pedacito de hierro de 0.20 de peso. Se cubre el ensaye con sal y se funde.

c.) "*Tuesta y fundicion con flujo negro*; 1 p. de mineral tostado, se mezcla con 3 p. de flujo negro y ½ p. de borax; se funde sin agregar hierro."

La practica ha probado lo siguiente:

1. El primer método *a* es el que da la mayor proporcion de plomo, hasta 96 por ciento de metal contenido en la materia que se ensaya, siempre que esta materia conste de galena bastante pura o de mineral sulfurado rico.

2. Cuando en la composicion de la materia que se ensaya entran tambien algunos súlfuros estraños, el ensaye *a* da

tambien resultados mejores que los últimos, sin embargo la diferencia no pasa de unas pocas unidades por ciento.

3. Si los súlfuros estraños predominan, llevan los métodos *b* y *c* una ventaja insignificante al primer método *a*.

III.

Adiciones a los ensayes de níquel y de cobalto.

Método de Forbes.

1. 50 gramos de mineral se mezclan con 25 gr. de vidrio de borax y 3 gr. de carbon en polvo; introducida esta mezcla en un crisol de greda se cubre con una capa de sal y se funde. Todo el níquel, cobalto, cobre, hierro, se reconcentra con el arsénico en el boton metálico, y la escoria queda libre de níquel y de cobalto. Para ensayes de comercio se tomarán 100 gramos en lugar de 50.

2. Del boton obtenido, despues de haber determinado su peso, se tomarán 1.5 gr. de materia y se calcinarán en una cápsula, dentro de una mufla, o sobre la llama de una lámpara, al calor rojo, añadiendo hacia el fin de la operacion polvo de carbon, hasta que cese de desarrollarse el vapor arsenical. En seguida, se mezclará bien el resíduo con 4.5 gr. de carbonato de sosa anhidro y 4 gr. de nitrato de potasa y se funde esta mezcla en un crisol de plata. Puede tambien omitirse la calcinacion en la cápsula, fundiendo desde luego el eje con una mezcla de salitre y de carbonato de sosa, en un crisol de porcelana o de plata: conviene sin embargo tostar, aunque incompletamente, el eje, para deshacerse del gran exceso de arsénico.

3. Fundida una vez la masa, es necesario hacer hervirla con agua y se recoje la parte insoluble en un filtre, que se lava con agua en ebulicion. Disuélvese en seguida esta parte en el ácido clorhídrico, agregándole un poco de ácido nítrico; y al licor obtenido se agrega carbonato de barita. Se ha de dejar el todo por algunas horas, sin calentar la disolucion y solamente se hace revolverla de vez en cuando. El precipitado que se forma es hidrato de peróxido de hierro.

4. Fíltrase el licor, añádase ácido sulfúrico para precipitar exeso de barita, y luego hágase pasar por la disolucion una

corriente de hidrójeno sulfurado, con lo cual todo el cobre, el plomo y si hai antimonio, bismuto o algo de arsénico, precipitarán al estado de súlfuros.

5. Separados estos súlfuros por filtracion, se principia por neutralizar el licor con el amoniaco y se añade sulfidrato de amoniaco, con lo cual precipitarán los súlfuros de cobalto, níquel y manganesa. Un rato despues, se vierte en el mismo licor, antes de filtrarlo, ácido acético, hasta que la disolucion adquiera una lijera reaccion ácida. Este ácido atacará solamente el súlfuro de manganesa sin tocar los otros dos, los que se han de recojer en un filtre y se lavarán con agua impregnada de hidrójeno sulfurado.

6. Procúrese ahora despegar como se pueda estos súlfuros del filtre; lo que quedará en el papel se ha de quemar en un crisol de platina hasta la completa incineracion del papel y se añadirá esta ceniza a los súlfuros, los que, en seguida, se disolverán en el ácido muriático mezclado con un poco de ácido nítrico. De esta disolucion precipitaremos los óxidos de cobalto y de níquel por la potasa cáustica, o mejor por sosa cáustica, procurando añadir el mas pequeño exceso posible de estos reactivos. Formado que esté el precipitado, se ha de hervirlo con agua y lavarlo primero por decantacion, añadiendo nuevas aguas en ebulicion, antes de recojerlo en el filtre. Se ha de completar esta operacion hasta que el agua de lavado cese de dejar el mas pequeño indicio de álcali por evaporacion en una hoja de vidrio.

7. Si la materia que se ensaya no contuviera mas que uno de los dos óxidos, lo que rara vez sucede, no quedará mas por hacer que calcinarlos a una temperatura mui elevada y calcular la cantidad de cobalto o de níquel por el peso del protoxído que se obtiene. En el caso que se exijiera mayor exactitud, habria que reducir el óxido por el hidrójeno y pesar el metal.

8. Pero si se trata de separar los dos óxidos, que se hallan casi siempre juntos en la naturaleza, entonces volveremos a disolver los óxidos calcinados en acído nítrico. Quedará un pequeño residuo de sílice si el álcali que empleamos lo contenia, y quitaremos el peso de sílice del de los dos óxidos. Luego volveremos a precipitar los dos óxidos por la potasa y, recoji-

dos estos óxidos sobre un filtre sin dobleses, se lavarán por un rato con agua caliente. En seguida, se vierte sobre el mismo filtre una disolucion de cianuro de potasio puro, recojiendo en un matraz o en una taza aparte, el licor que pasa al travez del filtre y en el cual los dos óxidos quedan disueltos; se lava este filtre con agua caliente hasta que no quede nada sobre el papel y se hace hervir el licor. Tan pronto como principie a hervir, se introduce en él óxido de mercurio en polvo mui fino, preparado a proposito por levigacion, sin que se interrumpa la ebulicion. El precipitado que se forma contiene, a mas del exceso de óxido de mercurio, todo el níquel, mientras que el cobalto queda en la disolucion. Se filtra esta última, se lava el precipitado con agua caliente, y despues de haberlo secado, se calcina al calor rojo. En esta calcinacion se va el óxido y el cianuro de mercurio y se obtiene el óxido de níquel puro, cuyo peso, restado del de los dos óxidos da, por diferencia, el de óxido de cobalto.

El cianuro de potasio que se emplea debe ser puro y en el caso contrario se ha de calcinarlo, primero con un poco de carbon en polvo y en seguida disolverlo en el agua.

Este método, propuesto por Forbes, es sin duda el mas completo para los ensayes de cobalto y niquel. Debo tambien agregar que en los mas casos, aun cuando se quisiera emplear los métodos descritos en las pájinas 444, 446 y 449 conviene principiar por fundir el mineral que se tiene que ensayar, primero por eje, y en seguida se procede al ensaye del eje como si fuera materia primera, lo mineral *crudo*.

Bayerische
Staatsbibliothek
München