

METALURGIA.

APUNTES SOBRE CONCENTRACION DE MINERALES DE ORO Y PLATA

POR EL

INCENIERO DE MINAS TEODORO LAGUERENNE. (1)

En toda substancia mineral tenemos que considerar dos partes distintas, la una que contiene la materia rica y la otra estéril. Es indudable que la materia rica es más escasa, por cuya causa, por medio de preparaciones mecánicas, se trata de reducir á un pequeño volumen la parte rica para que seguida pueda entrar en beneficio.

Entre las distintas operaciones mecánicas á las cuales se someten los minerales, la concentración es tal vez la más importante, habiendo llegado á adquirir de pocos años á esta fecha una verdadera importancia, á causa de la explotación de los criaderos que contienen oro.

El oro muy raras veces se encuentra en fragmentos gruesos, generalmente está muy diseminado en la matriz, y en partículas tan pequeñas, que muchas veces ni aun con el auxilio de lentes poderosos son discernibles.

Puede asegurarse que la mayor parte de los minerales que se benefician en la República contienen oro, cuyo valor puede ser de seis á ocho pesos oro por tonelada, cantidad costeable siguiendo buenos sistemas del beneficio.

El oro encuéntrase en el estado nativo en la parte superior de las vetas hasta donde los agentes atmosféricos han podido ejercer su influencia; pasando este límite, se encuentran los sulfuros, antimonuros, arseniuros y teluros de oro y plata, y podemos asegurar que llegando al nivel en que se encuentran las aguas en las minas, el cual es variable en cada mina, se presentan estos últimos compuestos minerales. Por lo expuesto podemos dividir los minerales de oro y plata en dos grupos: el primero comprende los minerales en el estado nativo, así como los cloruros, bromuros, ioduros y sulfuros simples, que son propios para la amalgamación y que podremos llamar minerales dóciles; el segundo comprende los minerales combinados con el azufre y demás compuestos, y que son impropios para la amalgamación y que llamaremos rebeldes ó refractarios.

El oro nativo se amalgama sobre placas de cobre colocadas en el interior y en el exterior de los aparatos de molienda, estando estas placas amalgamadas y preparadas de una manera especial.

Generalmente se cree que el oro en el estado nativo se amalgama con suma facilidad con el mercurio, pero en la práctica desgraciadamente se observa muchas veces lo contrario.

El Sr. D. Guillermo Skey, químico analítico de la Sociedad Geológica de Nueva Zelanda, después de haber hecho numerosas experiencias, con el objeto de investigar por qué causas no siempre tiene lugar la amalgamación del oro, observó lo siguiente:

1º Que muchos fragmentos de oro nativo de diversas magnitudes cuya superficie parecía estar completamente limpia, no se amalgamaban con el mercurio.

2º Que siempre que esto tenía lugar se encontraba azufre sobre la superficie de estos ejemplares.

(1) Tenemos el honor de dar cabida en nuestras columnas al estudio precedente, por cumplimentar á un abonado y aunque es cierto que fué publicado hace algunos años, como contiene reglas y enseña útiles conocimientos que no poseen todos los prácticos, creemos que siempre es de utilidad volver á mencionarlo.

	TERRENOS.	COLORES.	FÓSILES, ETC.
SECUNDARIO.	Gault.	Azul, sombrero ó verdoso.	
	Arenas verdes inferiores y Wealden.	Verdoso.	Arena, arcilla, marga [con algunas especies marinas.]
		Verdoso, etc.	Arcilla, y arena [que sirve para la fabricación del vidrio.] No hay especies marinas, pero hay gran desarrollo de la flora tropical.
	Jurásico, Oolito, Lías, etc.	Amarillo, verde, blanco, marrón, gris azul, etc.	Arcilla, arena, calcárea, esquistos. Notable abundancia de amonitas y de nautilus. La oolita y el lias proporcionan piedras de construcción y de pavimentos. Esquistos aluminosos de lias; minerales de hierro, de oolita y de lias.
	Trías.	Rojo, verde, blanco.	Arcillas rojas, margas, esquistos, asperón. Restos de peces y de reptiles, y huellas de pisos de animales. Capas de sal gema en el Cheshire.
PRIMARIO.	Permiano.	Rojo, amarillo, blanco, marrón.	En Inglaterra, asperones rojizos y calcárea magnésiana. Pocos fósiles en el asperón; en la calcárea magnésiana, restos de pescados con colas semejantes á las colas de los esturiones. Huellas de pasos de animales.
	Carbonífero. (1)	Gris oscuro en general, con visos azules ó negros.	Hullero.—Capas de hulla en calcáreas, asperones, esquistos, minerales de hierro. Conchas de agua dulce y conchas marinas. Plantas fósiles en gran cantidad: helechos, árboles, musgos, calamitas (colas de caballo,) etc. Piedra de molino.—Asperones finos y asperones gruesos, conglomerados, esquistos. Algunos fósiles. Caldreas montañosas.—Restos de corales, encrines, conch. 3 [nautilo.] Los trilobitas son raros en el terreno carbonífero.
	Devoniano, asperón, rojo, antiguo.	Rojos en general, con visos grises y amarillos.	Calcáreas, asperones, pizarras. Trilobitas, pero en menor abundancia que en el siluriano; conchas, plantas, animales. Esquistos calcáreos, conglomerados, rojos en general, algunas veces púrpura ó verde. Restos de pescados de agua dulce.
			Estos terrenos proporcionan piedras de construcción y de pavimento, pizarras para techos.
	Siluriano.	Gris, rojo, púrpura, verde, verdoso.	Capas de arcilla, pizarra y esquistos, asperón, asperón grueso, calcáreas, conglomerados, etc. Restos de trilobitas, de corales, de estrellas de mar, de graptolitas, representadas actualmente por la "pluma de mar." Los trilobitas y las graptolitas son fósiles muy característicos.
Siluriano.	Gris, rojo, púrpura, verde, verdoso.	El siluriano es la capa más antigua en que se encuentran pescados fósiles. Las rocas volcánicas son muy frecuentes y los terrenos estratificados están á menudo invertidos ó plegados.	
Cambriano.	Colores diversos.	Pizarras terrosas, asperones, piedra de teja, conglomerados, fósiles de trilobitas, etc. Estos terrenos proporcionan pizarras para techos, piedras de amolar, calcárea laminar, y diferentes minerales metálicos.	
Laurenciano.	Colores diversos.	Gneiss cristalizados con lechos de calcárea y vetas de granito. En el Canadá el laurenciano ocupa más de 50 millones de hectáreas. Proporciona materiales de construcción, etc.	

(1) Los terrenos inferiores al terreno hullero son notablemente ricos en filones metalíferos; lo mismo pasa con las rocas metamórficas y con el granito. Se explota en el carbonífero minas de hierro, de plomo, de zinc, etc.

Continuará.

3º Que el oro nativo absorbe fácilmente el azufre que se desprende del hidrógeno sulfurado ó de la descomposición de varios sulfuros, sobre todo en presencia del agua hirviendo.

4º Que el oro nativo en estos casos, aun cuando su superficie aparezca estar completamente limpia, no se amalgama.

5º Puede conseguirse que el oro nativo se amalgame, atacándola con reactivos especiales que hagan desaparecer el azufre.

6º Esta mezcla del azufre con el oro puede considerarse como una verdadera combinación química.

7º Los sulfatos de hierro en la presencia del aire y del agua, descomponen varios sulfuros metálicos que generalmente acompañan á los minerales de oro, dando lugar al nacimiento y desprendimiento de hidrógeno sulfurado.

De estas observaciones se deduce que el trabajo de las placas es difícil, y que el encargado de su manejo debe tener conocimientos bastante extensos en química.

Cuando el oro y la plata no se encuentran en el estado nativo, sino combinados con otras sustancias como sucede en los minerales del segundo grupo, el beneficio por medio de las placas no da resultado alguno, y en este último caso es cuando se trata por medios mecánicos, empleando de preferencia la concentración, de separar la parte metálica de la estéril; hecha esta separación es cuando la parte metálica se somete á diversos tratamientos metalúrgicos, con el objeto de obtener el metal que se explota en el estado de pureza.

La condición esencial para que la concentración pueda tener lugar es, que la parte metálica tenga mayor densidad que la matriz ó parte estéril que la acompaña, de manera que en una corriente de agua la parte metálica como más pesada puede asentarse con facilidad, mientras que la parte más ligera ó matriz sea arrastrada.

La concentración de arenas finas ó lamas, partículas sumamente finas de mineral ó matriz en suspensión en el agua, procedimiento sobre el cual está basada la explotación de criaderos de oro, se hace generalmente ó sobre bandas de tela gruesa ó de hule; el principio en que está basada la concentración en este caso, es el de la resistencia que oponen las partículas metálicas como más pesadas para resbalar sobre estas mesas, mientras que las partículas ligeras de matriz son arrastradas por el agua.

Es bien sabido que los minerales se separan en el agua según sus densidades, pero no debemos olvidar que en esta separación además de la densidad influye la figura de las partículas, pues si algunas de éstas se presentan en figura de laminillas sumamente delgadas, como puede suceder con el oro y la plata nativa, así como con los cloruros y sulfuros de plata, estos cuerpos aún cuando más densos que las matrices, demandan mucho más tiempo para su precipitación.

En todo aparato empleado para la molienda, por perfecto que sea, no pueden obtenerse partículas de un tamaño uniforme ni de la misma figura, circunstancias que como acabo de indicar, influyen de una manera poderosa en su separación, por cuya causa las concentradoras aun las mejores conocidas hasta ahora, nunca podrán dar un resultado satisfactorio, si los minerales ya molidos no se someten previamente á una clasificación especial.

Debemos tener presente que la influencia del peso específico es casi nula cuando las partículas son sumamente tenues, por cuya causa en lamas muy finas la influencia de su peso específico es realmente un fac-

tor insignificante; de aquí dimana la dificultad que se presenta en la concentración de lamas muy finas.

También debe tenerse presente, que los minerales que contienen piritas no deben someterse á una molienda muy fina, porque generalmente la parte mineralizada es más blanda que la matriz, por cuya causa se produce mucha lama sumamente fina que no puede concentrarse en seguida.

Minerales de matriz cuarzosa necesitan para su molienda menos agua que los de la matriz arcillosa.

El oro grueso necesita menos agua que el muy fino, pues este último se asienta más fácilmente cuando está diluido en mayor cantidad de agua.

Cuando los minerales de oro y plata son de ley baja deben someterse primero á la concentración; cuando por el contrario son de ley alta, deben primero beneficiarse y en seguida pueden concentrarse los residuos; considero como ley alta á aquellos cuyo valor es de \$ 40 por tonelada para arriba.

La concentración comprende las siguientes operaciones:

1ª Clasificación de las arenas y lamas por medio de aparatos adecuados.

2ª Concentración de las arenas en mesas especiales.

3ª Concentración de lamas sumamente finas en aparatos apropiados al objeto.

Daré en general una idea de los aparatos que están actualmente más en uso para efectuar estas diversas operaciones.

Para la primera operación, ó sea la clasificación según sus gruesos de las arenas y lamas, el mejor aparato es el que los alemanes llaman «Spitkasten» ó sea Caja puntiaguda, estas cajas son rectangulares y tienen la forma de pirámides rectangulares con su base hacia arriba.

Las lamas pasan del aparato de molienda por varias de estas cajas, de manera que en la primera se depositen las partículas más gruesas, en las segundas otras menos gruesas y así sucesivamente, hasta la última en donde se depositan las lamas más finas; para obtener este resultado, las cajas son de diversas magnitudes, siendo la primera la más angosta, lo cual hace que el agua corra con mayor velocidad en esta primera caja, por cuya causa sólo se precipitan en ella las partículas más gruesas, en la segunda caja que es un poco más ancha, se precipitan partículas más finas, y en la última, que es la más ancha de todas, se precipitan las lamas sumamente finas; estas cajas están comunicadas las unas con las otras en su parte superior por medio de conductos rectangulares, que tienen la inclinación necesaria para que las partículas pasen de una á otra caja sin que queden sedimentos. Estas cajas tienen además la gran ventaja de quitar el exceso de agua que resulta de la molienda, exceso que es perjudicial en la concentración.

Cada una de estas cajas tiene en su fondo un tubo exterior ascendente, cuya abertura de descarga está arreglada de manera que la cantidad de lama que sale por dicho tubo para la concentradora esté compensada por la que entra en la parte superior; esto tiene por objeto el mantener siempre un nivel constante dentro de la caja; en caso de que disminuya la entrada de la lama que proviene del aparato en que se hace la molienda, el nivel dentro de la caja se mantendrá introduciendo agua. La inclinación de las paredes de la caja debe ser de 50° con respecto al plano horizontal.

Haciendo la clasificación de las partículas según sus diversos gruesos, como acabo de indicar que tiene lugar con estos aparatos, se comprende que cada concentradora está siempre cargada con iguales condiciones,

que no hay tampoco un exceso de agua que siempre es perjudicial, y la concentración se efectúa en condiciones las más favorables.

Por lo menos deben emplearse dos cajas clasificadoras, y siempre que sea posible deben emplearse cuatro.

Por término medio, en la primera caja se recoge el 40 por ciento de las arenas.

En la 2ª caja el 22 ídem ídem.

En la 3ª caja el 20 ídem ídem.

En la 4ª caja el 12 ídem ídem.

Siendo la pérdida que resulta de un 6 por ciento.

Estos aparatos clasificadores pueden ser también de figura cónica con su base hacia arriba.

La segunda operación ó sea la concentración propiamente dicha se hace en aparatos especiales.

La concentración la podemos dividir en dos secciones, que llamaremos: á la una, concentración de molienda gruesa y á la otra, concentración de molienda fina.

Por la práctica y según la clase de mineral que se tenga, es como se deduce el número de la tela ó cedazo que deba emplearse.

La molienda gruesa es preferible, cuando se tienen que encontrar minerales de plomo, zinc, cobre, antimonio y fierro que contengan oro y plata; la concentración de este caso es fácil, por ser los compuestos minerales más pesados que las matrices.

La concentradora «Frue Vanner» ó sea la de banda de hule, aun cuando muy eficaz, no puede adaptarse á toda clase de minerales; la de banda lisa no es conveniente para molienda gruesa, pues un exceso de agua hace que la concentración sea imperfecta; la última y nueva modificación introducida, consiste en emplear bandas de hule acanaladas en cuyo caso la molienda puede ser más gruesa.

En general para que la «Frue Vanner» dé el mejor resultado, se necesita que la molienda sea lo más fina que sea posible, en cuyo caso es de temerse que las partículas sumamente finas del mineral de oro y plata sean arrastradas por el agua, lo cual ocasiona una pérdida de consideración.

La concentradora «Perfection» aun cuando menos conocida en el país que la anterior, está formada por una mesa que es una lámina de cobre, es de percusión, y la considero en algunos casos superior á la «Frue Vanner,» por las razones siguientes. (1)

1ª La molienda puede ser más gruesa aumentando por consiguiente el rendimiento del aparato de molienda.

2ª Como las lamas no son sumamente finas hay menos probabilidades de que el agua arrastre partículas delgadas de minerales de oro y plata.

Con buenas concentradoras y bien manejadas, la pérdida puede ser en esta operación de 15 á un 25 por ciento según la clase de minerales.

La tercera operación es la concentración de lamas sumamente finas las cuales á veces son ricas; se hace, en aparatos que podremos llamar planillas circulares (Round buddle).

La mesa de estas planillas puede ser fija ó giratoria, son de figura cónica, pudiendo ser convexas ó cóncavas; en mi concepto las mejores son las convexas de mesa fija, y en las cuales las lamas y aguas están distribuidas en la parte superior por medio de un aparato especial; estas planillas tienen generalmente un diámetro de cuatro y medio metros, y la velocidad con que debe caminar el aparato distribuidor no debe pa-

sar de dos y media á cuatro revoluciones por minuto. (1)

Por lo expuesto se ve que la concentración es una operación difícil, que demanda mucha vigilancia, y si no se emplean aparatos clasificadores nunca podrá llegarse á obtener un resultado satisfactorio; será tal vez por esta causa, que en muchas haciendas de beneficio en el país, se ven abandonadas muchas concentradoras, que realmente son buenas, pero que no se han hecho trabajar en condiciones adecuadas.

AGRICULTURA

CULTIVO DEL HULE.

(CONTINUA.)

Dispuestas las estacas, y procurando no maltratarlas, se conducen al campo; se las colocará en agujeros hechos previamente con una estaca de otra madera con buena punta en el extremo, y de una profundida de 0m20 á 0m25. Una vez puestas las estacas, el obrero apretará con el pie alrededor, á fin de evitar que pueda caerse.

Antes de concluir esta parte, debo recordar lo conveniente que es hacer la elección de los mejores y más lozanos árboles que nos proporcionarán las estacas.

Es este un magnífico método para la reproducción de árboles frutales, pues de esta manera se logra que los árboles tengan las propiedades todas de los de que proceden; así los nuevos árboles de hule serán fuertes y lozanos, si los árboles madres lo eran, y raquíticos y pequeños en caso contrario.

Otro medio de propagación es por semillas:

En nuestro caso, es sin duda, el procedimiento menos económico, tanto en dinero como en tiempo, pero sin duda el más seguro.

Esta siembra puede ejecutarse de dos maneras: ó bien en semilleros ó almácigos, ó bien desde luego en el terreno donde crecerá definitivamente.

Tratándose de la *siembra de asiento*, el terreno se prepara convenientemente, y se abre á la distancia ya dicha de 6.00 m. cepas con las dimensiones ya indicadas, luego estas cepas se rellenan con tierra suave y rica, se colocan los granos encima y se les recubre con una capa de unos 0.011 m. á 0.12 m. de tierra finamente pulverizada. Es muy conveniente hacer esta operación pasado el medio día, y al principiar la temporada de aguas; es decir, á fines de Mayo y principior de Junio, en que tan frecuentes son los días nublados, y que una lluvia muy fina llamada por nuestros campesinos *chipi-chipi*, es tan benéfica á las plantas.

Al cabo de un mes, ó mes y medio, la planta asoma á la superficie; poco tiempo después comienza por abrir sus primeras hojas, hasta los tres ó cuatro meses, en que, en buenas condiciones, la planta suele alcanzar unos 0.30 m. á 0.35 m.

Pero como se comprende, el crecimiento de la planta es más lento según este método, que por los que anteriormente vimos, por trasplante y por estaca.

Finalmente, un último medio de siembra, es en *almácigo*. Para llevarlo á cabo, se opera del modo siguiente:

Cerca del campo de asiento, se labra un espacio de terreno con todo cuidado; sería mejor escoger un terreno igual al de asiento, á fin de que al ser trasladadas

(1) En materia de aparatos concentradores, se ha llegado hoy á un resultado admirable de rendimiento y precisión.

(1) Hoy se reputa como una de las mejores concentradoras, la denominada *Johnston*, sin olvidar que también figura en primera línea la *Bartlett*.