

y estos inconvenientes son en lo general debidos á que, no funcionando sino por la reaccion que ejerce el agua á su salida de la máquina, es necesario, para obtener todo el provecho de que es capaz esta reaccion, que la rueda giratoria forme el recipiente ocupado por el agua bajo cierta presion, y del cual salga con una velocidad determinada, pero siempre mayor que la que tiene el líquido al empezar su movimiento al través de la rueda.

Esta consideracion basta por sí sola para demostrar que una turbina de reaccion sólo puede dar un resultado satisfactorio cuando se puede disponer de la cantidad de agua suficiente para que, conservándose llena la rueda giratoria, pueda ésta ser considerada como el aparato de salida. Si la cantidad de agua es menor que la necesaria para llenar la rueda, el efecto será muy desfavorable en cuanto á que dicha rueda, que es el único receptor de la fuerza, no puede absorber la reaccion de la masa de agua que pasa por ella cuando ha dejado de ser aparato de salida; y las compuertas, que sólo sirven para mantener la presion, trasforman la rueda de la turbina de reaccion en un sistema de canales conductores, impulsados en parte por el choque que siempre está acompañado de pérdida de fuerza, ó la presion, que siempre se utiliza muy mal en los aparatos en que se debe aprovechar la fuerza de reaccion.

Si las turbinas de reaccion funcionan bajo una caida elevada, pierden mucha agua por el intersticio que queda entre la rueda giratoria y el aparato de direccion, cuyo intersticio siempre tiene que existir para evitar el rozamiento, siendo este inconveniente otro de los que caracterizan las turbinas de reaccion.

Hay más: cuando para montar una turbina de esta especie se dispone de un volúmen corto de agua, y de una caida considerable, es necesario que dichas turbinas sean muy pequeñas y tengan una gran velocidad, cuya doble condicion constituye una verdadera dificultad en la práctica.

En efecto, por la estrechez de sus vias, consecuencia de su pequeño tamaño, se obstruyen con facilidad, y el *desgaste* ocasionado por las arenas gruesas y demas cuerpos extraños acarreados por el agua, por corto que sea, influye muy poderosamente en las dimensiones calculadas en un principio.

El gran número de vueltas que constituye la velocidad, las expone á descomposturas frecuentes que originan gastos y suspension en el trabajo: demandan cuidados continuos y consumen una parte de la fuerza útil en las máquinas interpuestas con el fin de disminuir la velocidad en las piezas que producen el trabajo.

Estos inconvenientes quedan destruidos por la turbina de presion, la que presenta las ventajas siguientes:

Primera: aprovechan cualquier cantidad de agua, desde una quinta y aun más pequeña parte hasta el máximo con igual efecto útil, y éste iguala el de una rueda hidráulica.

Segunda: no pierden nada de agua entre el aparato de direccion y la rueda giratoria.

Tercera: permiten en todos casos ser construidas con las dimensiones suficientes para la solidez y accesibilidad, resultando las vias siempre bastante amplias para no dar lugar á obstrucciones aunque el agua esté bastante sucia.

Cuarta: no están sujetas á descomposturas ó desgastes que influyen sobre la marcha regular de la máquina.

Quinta: el número de vueltas no depende de la caída, y se puede en todos casos hacer una construcción matemáticamente exacta, en que el número de vueltas sea un factor elegido *ad libitum*, de modo que se adapta directamente á las transmisiones de las máquinas trabajadoras, sin complicación de engranes ó bandas que consumen fuerza y aceite, y requieren atenciones y composturas.

Sexta: funcionan por acción de fuerza viva exclusivamente y satisfacen todas las condiciones impuestas por los principios de mecánica para la construcción de un perfecto motor hidráulico, á saber:

- A. Reciben el agua sin choque ni pérdida.
- B. No alteran la velocidad ni la dirección del agua sino muy paulatinamente, convirtiendo toda la velocidad en presión.
- C. Despiden el agua de la rueda con una velocidad muy corta, casi sólo la necesaria para evacuar la rueda.

Sétima: su construcción material es tan perfecta como sencilla, sólida y accesible en todos sus detalles, que salvo accidentes extraordinarios ó mucho descuido, marchan muchos años sin compostura alguna. Sus soportes y pivotes están completamente fuera del alcance del agua, y aun andando la máquina, quedan á la vista de toda persona que quiera aproximarse un poco. Se prestan para toda clase de transmisiones, montándose, ya horizontalmente, ya con su eje vertical, y se adaptan fácilmente á un tubo aspirante (sifon) que

permite la colocación de la turbina hasta diez metros más alta que el nivel del agua á su salida.—Se prestan más que ningunas otras ruedas para aplicar la fuerza motriz del agua á la extracción de aguas y metales de las minas.

Volviendo de esta digresión, para reanudar la reseña interrumpida, debo hacer notar que en este beneficio, lo mismo que en el de patio, se presentan ciertas dificultades que entorpecen la regularidad en su marcha, que se designan con el mismo nombre de *accidentes*.

El principal de éstos consiste en la producción de *pegaduras*, formándose masas pastosas que se *pegan* á las paredes del horno, y sobre las cuales se adhieren otras, entorpeciendo la regularidad en la marcha.

Este accidente se conoce en la cantidad y modo con que sale el humo que se desprende por la chimenea, en el color y extensión de la llama, y particularmente en la irregularidad en el descenso de la carga.

Este accidente, que cuando se presenta se puede corregir con facilidad, se destruye aumentando ó disminuyendo la carga de la revoltura, ó poniendo una revoltura especial formada de grasas limpias y mineral de fierro, sustituyendo el carbon de encino con carbon de ocote, que en igualdad de circunstancias eleva más la temperatura.

La revoltura especial así formada, da lugar á un silicato de fierro muy fusible, que al pasar por la pegadura la disuelve y la arrastra, limpiando las paredes del horno y poniéndolo en aptitud de continuar su marcha.

Obtenido el plomo argentífero por los procedimientos indicados, queda la separación de la plata que contiene, cuya operación, lo mismo que en el ensaye á la mufla, se hace por el método de copelación.

El aparato en que se efectúa se llama *horno de copelación*, más generalmente conocido con el nombre de *vaso*; y es un horno de bóveda, cuyo lecho está formado por una gruesa capa de copela, que recibe la llama del combustible puesto en un lado y consistente en una madera capaz de producir llama, como el ocote ó el *árbol del piñon* que se usa en Zimapan.

El vaso, que en el interior está construido con ladrillo refractario, y en el exterior con mampostería, tiene generalmente 3 metros de diámetro y lleva en el frente tres aberturas: una es la de la parrilla, otra para la introducción del plomo, y la tercera para hacer el desgrete: en la espalda está el alcribis por donde se da el sople. En un vaso de estas dimensiones caben 220 quintales de plomo argentífero que producen de 550 á 660 marcos de plata.

La copela ó cendrada se hace mezclando caliza, barro refractario calcinado y copela que ya ha servido y no tiene litargirio, todo en polvo muy fino y formando una pasta por medio del agua.

Cuando el plomo se empieza á fundir en el vaso, ó según la expresión de los fundidores, cuando *abre el baño*, sobrenadan en el menisco que forma, impurezas de las que no se pudo limpiar el plomo en la plancheta y constituyen lo que los alemanes llaman *abzugs* y *abstrichs*, y nosotros *fierros del vaso*, que también entran en la revoltura.

Cuando todo el plomo se ha separado por la copelación, lo que se conoce por la aparición del *relámpago*, al que sigue la irisación de la plata, se suspende el sople, se retira el combustible, se cierra el horno, y después del enfriamiento se retira la plata, con lo que el beneficio queda terminado.

Después de esto, viene la operación del desgrete, separando y pesando las dos clases de greta que se forman, y se distinguen por sus colores verde y amarillo; la extracción de la copela, de la que se hacen tres partes: la cargada de plomo, que se reserva para extraerle este metal; la que tiene poco, que entra en la revoltura formando la cendrada; y la que queda limpia, que es la de las orillas, que se usa en la preparación de un nuevo asiento del vaso, para la afinación siguiente.

Como se comprende por esta reseña, una parte de la plata se pierde en las escorias ricas, fierros, litargirio y aun por volatilización; y esta pérdida puede llegar, y para las consideraciones industriales se hace subir al 20 por 100 de la ley.

Esto, y lo costoso del procedimiento, son causas por las que sólo es aplicable á los minerales ricos, cuya ley mínima es, en general, de 1 marco por carga.

Por la descripción que se acaba de hacer del beneficio de fundición, se ve que en este sistema pueden considerarse los períodos siguientes:

- 1º—Ensayes docimásticos y calcinación de los minerales sulfurados.
- 2º—Formación de las revolturas y fundición de los minerales.

3°—Extraccion del plomo argentífero del horno y formacion de los galápagos.

4°—Separacion de las escorias ricas y fierros de planchera.

5°—Copelacion del plomo argentífero para la separacion de la plata.

6°—Desgrete del vaso, y separacion de las dos clases de greta que se forman en la copelacion.

7°—Extraccion de la copela del vaso.

8°—Reduccion del litargirio contenido en la copela para convertirlo en plomo metálico.

Los productos que se obtienen en cada una de las operaciones que constituyen estos períodos, son los siguientes:

1°—Glóbulo de plata y régulo de plomo en el ensaye, y metal calcinado en la calera.

2°—Plomo argentífero, grasas, escorias y fierros.

3°—Liga de plomo y plata, escorias ricas y fierros de planchera.

4°—Grasas pobres y ricas y fierros de planchera.

5°—Plata pasta, greta, fierros del vaso y copela con litargirio.

6°—Greta ó litargirio rojo y verde.

7°—Copela impregnada de óxido de plomo, cendra-da y tierras viejas.

8°—Plomo metálico no argentífero, y escorias ó grasas.

Para concluir lo que he creído deber exponer respecto de este sistema, haré notar que la cantidad de carbon empleado en el horno es el 30 por 100 con relacion á la revoltura, y el 65½ por 100 con relacion al

metal de pinta y al de ayuda solamente; y deduciendo el que se emplea en brasca, fragua, etc., el 50½ por 100.

El consumo de leña empleada en la calcinacion y copelacion, es de 5 arrobas por carga; ó sea, en número redondo, el 42 por 100; y el de leña, con relacion al plomo copelado, 2,44 arrobas por quintal.

Estos datos se refieren al mineral de Zimapan, pero pueden servir como tipo para apreciar los factores que á ellos se refieren, á las demas localidades de nuestro país en que dicho tratamiento metalúrgico se halla establecido.

No sucede lo mismo respecto de los costos, porque éstos son susceptibles de variar con circunstancias ajenas de la naturaleza de las cosas y de las propiedades de los cuerpos; y por esta razon creo conveniente omitir los datos que á ellos se refieren, que sólo tendrían un valor particular muy restringido.

Réstame hablar para concluir esta parte de mi reseña, de la amalgamacion directa á que se sujetan los minerales de oro, y los de plata cuando este metal se encuentra en el estado nativo.

En este procedimiento, que voy á describir tal como se ha usado en el Mineral del Oro, de cuyas minas el mineral dominante es el cuarzo aurífero, todas las operaciones que constituyen la preparacion mecánica son las mismas que en el beneficio del patio, hasta la porfirizacion; pues siendo ésta simultánea con la amalgamacion, tiene forzosamente que modificarse en algunos detalles.

El aparato en que esta doble operacion tiene lugar, es el arrastre, que no describiré en su totalidad por

ser muy conocido, fijándose sólo en las variaciones á que se le sujeta para que sirva á la amalgamacion; cuyas variaciones tambien son diferentes, segun que para efectuar ésta se emplea el mercurio solo ó amalgamado con alguno de los metales que para ésto se emplean (plata, cobre ó zinc), formando pella. En este último caso, se construye el fondo poniendo verticalmente y en contacto unas con otras las piedras llamadas *tacos*: su forma se aproxima á la de una pirámide rectangular, truncada, cuya base mayor vuelta hácia arriba, constituye el fondo propiamente dicho.

Las dimensiones médias de un taco son las siguientes:

Altura del tronco de la pirámide.....	0.35 metros.		
Area de la base mayor.....	0.15×0.10	„	=150 cent. cuad.
Area de la cara de truncamiento.....	1.10×0.08	„	= 8 „ „

En la construccion del fondo debe procurarse: 1º, que los *tacos* queden colocados verticalmente; 2º, que sus caras libres se conserven á la misma altura, para que la superficie de la molienda sea perfectamente horizontal; 3º, que estén fuertemente apretados unos por otros para evitar los movimientos que serian muy desfavorables; 4º, que las caras de contacto de dos *tacos* contiguos, no sigan la misma direccion, pues de este modo se formarian canales en las que, depositándose la granza, no sufriria la friccion de la piedra.

Como la forma de los *tacos* no tiene la regularidad geométrica que se les ha atribuido al definirla, quedan entre ellos grandes espacios que se llenan con fragmentos proporcionados de piedra de la misma clase, cuyos

fragmentos, que se designan con el nombre de *ripio*, se fijan por golpes de mazo. Los pequeños intersticios que aún quedan, se llenan en seguida con la *cabecilla* y sirven de depósito á la pella, por lo cual se les designa con el nombre de *criaderos*.

Cuando sólo se emplea el mercurio para efectuar la amalgama, los *tacos* tienen mayor seccion y se les llama de *banco*.

Estos *tacos* están labrados de un pórfido muy duro de base de jaspe, cuyos cristales de cuarzo hialino, duros y salientes, son muy apropiados para que, aun cuando la superficie de la molienda esté muy pulida, la porfirizacion sea perfecta.

Las piedras voladoras son de la misma roca, su forma se aproxima á la de un prisma rectangular, cuya seccion es de 0^m.40×0^m.35, y su altura de 1^m.25. Con estas dimensiones y la densidad de 2.59, determinada por 20 experiencias, resulta á la voladora un peso de 9.80 quintales.

La cara de contacto que es generalmente la menor de las dos laterales, para aprovechar el peso máximo de la piedra, se designan con el nombre de *asiento*, y se labra ligeramente para destruir las asperezas naturales de la piedra, sin lo cual la molienda no quedaria afinada, y el fondo del arrastre se deterioraria muy pronto. En la cara adyacente y cerca de la arista superior, se fijan, haciendo unos taladros, las *estacas* que llevan las *lias*. Cada arrastre tiene cuatro piedras que se colocan, dos en el espeque y dos en la cruz; en esta colocacion debe procurarse: 1º, que una de las piedras toque al *camon* y la inmediata al *cepo*, á fin de que el

fondo sufra el mismo rozamiento, y experimente por lo mismo igual gasto en toda su extension; el espacio libre facilita la circulacion de la lama. 2° Que las lias estén convenientemente inclinadas, para que se aproveche el mayor peso de la piedra; como el tiro en ésta es oblicuo, se puede considerar como la resultante de dos fuerzas: una vertical, que obrando de abajo arriba, es contraria á la pesantez, y se opone por consiguiente al objeto; y la otra horizontal, que por sí sola lo produce: y como el valor de esta componente está en funcion del coseno del ángulo de inclinacion de las lias, mientras mayor sea este ángulo, menor será su coseno, y menor tambien la fuerza cuyo valor determina; y en caso de que las lias fueran verticales, ésto es, que su ángulo de inclinacion fuera de 90°, la componente horizontal seria nula y la vertical obraria aisladamente, teniendo en suspension á la piedra, que no moleria. 3° Que el asiento esté ligeramente inclinado en la direccion del movimiento, pues de otro modo no podria pasar la granza por debajo, y la piedra la desviaria en vez de molerla. 4° Que no todas las piedras sean nuevas, pues por perfecto que sea el pulimento de los asientos, nunca es el que se necesita para afinar la molienda, cuyo grado sólo se obtiene por el uso de algunos dias. Esta precaucion es más necesaria en los arrastres nuevos ó recientemente enfondados. 5° Que las dos lias tengan la misma longitud, para que la piedra conserve en su movimiento una posicion paralela al brazo que la sostiene. 6° Que las estacas estén, respecto de la piedra, en la direccion de las lias, pues estando oblicuas quedan expuestas á romperse. 7° Que las

lias tengan la longitud conveniente, á fin de que no soporten otra resistencia que la debida al rozamiento. 8° Que las piedras más pesadas estén en el espeque y tocando los camones.

Concluida la construccion del arrastre, todavía no se encuentra éste en disposicion de servir, tanto por las asperezas de la cabeza del taco, cuanto por los huecos que quedan entre éste y el ripio, los cuales, por pequeños que sean, son siempre capaces de dejar pasar la granza, que no seria molida, y el mercurio, que no podria ponerse en contacto con el mineral. Es, por lo mismo, necesario, preparar el arrastre; lo que se consigue cargándolo con *jales*¹ de los obtenidos en los descargues anteriores, ó bien con tierras pobres, y poniéndolo en movimiento con una ó dos piedras: de esta manera los *jales* se extienden sobre toda la superficie del arrastre, penetrando en los huecos mencionados, y poniendo sucesivamente mayor cantidad, éstos se van retacando hasta formar una superficie muy firme, si bien bastante elástica para recoger la *pella* á medida que se va formando. A esta operacion preparatoria se le llama *asentar el arrastre*.

Cuando el arrastre presenta una superficie rigurosamente pulida; cuando por el roce continuo de las piedras se ha puesto fuera de duda la firmeza de su fondo; cuando todos sus huecos se han llenado con la cabecilla y han sido bien retacados, se pone una pie-

1 Se designa con este nombre la parte muy fina del mineral que, no habiendo sufrido el último grado de pulverizacion necesario para reducirlo á lama, contiene partículas de mineral no alteradas en su composicion, aunque excesivamente pequeñas.