

BOLETIN

DE LA

SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA

METALURGIA

ESTADÍSTICA

REVISTA MINERA

PUBLICACION QUI NCENAL

CAMINOS
FERROCARRILES
Y
TRASPORTES**SUSCRIPCIONES**

POR UN AÑO \$ 5
 POR UN SEMESTRE 3

OFICINA

70—CALLE DE LA MERCED—70
 SANTIAGO

AVISOS

TARIFAS CONVENCIONALES

DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD*Presidente*

FRANCISCO DE P. PEREZ.

Vice-Presidente

PASTOR OVALLE.

Consejeros

CHADWIK, ALEJANDRO
 ELGUIN, LORENZO
 GANDARILLAS, FRANCISCO
 GATICA, MARCIAL

Consejeros

IZAGA, ANICETO
 LASTARRIA, WASHINGTON
 LLAUSAS CARLOS
 MANDIOLA, TELÉSFORO

Consejeros

OVALLE, ALFREDO
 RESPALDEZA, JOSÉ
 PALAZUELOS, JUAN A.
 SAAVEDRA, ARÍSTIDES

Consejeros

VARAS, ZENON
 VICUÑA, FÉLIX
 VALDIVIESO AMOR, JUAN

Secretario

FRANCISCO GANDARILLAS

AVISO

Para todo lo que concierne a la redaccion i administracion, dirigirse al secretario de la Sociedad Nacional de Minería.

SUMARIO

Indice de los pedimentos i denuncias de las minas registradas en Santiago.—Memoria del Directorio de la Sociedad Nacional de Minería.—La asociacion de la turmalina con los minerales de cobre en Tamaya i la distribucion jeológica de los minerales boríferos, por A. vom Groddeck.—Variedades.

Indice de los pedimentos i denuncias de las minas registradas en Santiago**PEDIMENTOS**

1888

- Abril 17.—Don Márcos Romo P. registró el pedimento de la veta de cobre Presidenta, en Las Condes.
- » » Don Márcos Romo P. registró el pedimento de la veta de plata Mira Rosa, en Las Condes.
- » 19.—Don Jerónimo Ponce i otros registraron el pedimento de la veta de plata i cobre Santa Filomena, en Las Condes.
- » » Don Moisés Campos registró el pedimento de la veta de cobre i plata, San José, en Las Condes.
- » » Don Jerónimo Ponce i otros registraron el pedimento de la veta de

plata i cobre Adelaida, en Las Condes.

- Abril 19.—Don Jerónimo Ponce registró el pedimento de la veta de plata i cobre Porvenir, en Las Condes.
- » 23.—Don Telésforo Andrada registró el pedimento de la veta de plomo Potosí, en Las Condes.
- » » Don Telésforo Andrada registró el pedimento de la veta de plata i cobre Sierra Nevada, en Las Condes.
- » » Don Tomas Solar R. registró el pedimento de la veta de cobre i plata San Rafael, en Pudagüel.
- » » Don Tomas Solar R. registró el pedimento de la veta de cobre, plata i oro Bella-Vista, en Pudagüel.
- » » Don Tomas Solar R. registró el pedimento de la veta de cobre, plata i oro Descubridora, en Lo Aguirre.
- » » Don Tomas Solar R. registró el pedimento de la veta de cobre, plata i oro Rosario, en Lo Aguirre.
- » 24.—Don Julio Schneider Mundt registró el pedimento de la veta de cobre i plata San Sebastian, en Polpaico.
- » » Don Federico 2.º Barahona registró el pedimento de la veta de cobre Nueva York, en Tilttil.
- » » Don Benjamin Mandujano registró el pedimento de la veta de plata María, en Las Condes.
- » 26.—Don Francisco J. Martinez registró el pedimento de la veta de plata i plomo Caridad, en Las Condes.
- » » Don Francisco J. Martinez registró el pedimento de la veta de plata i cobre Trinidad, en Las Condes.
- » » Don Juan de Dios Moreno H. registró el pedimento de la veta de plata i plomo Cármen, en Las Condes.

- » 27.—Don Joaquin Sanchez registró el pedimento de la veta de fierro Abundancia, en Tilttil.
- » » Don Claudio Gardaix registró el pedimento de la veta de plata i plomo Josefina, en Las Condes.
- » 28.—Don Claudio Gardaix registró el pedimento de una pertenencia para explorar al oriente de la mina de cobre i plata Rosita, en Las Condes.
- » » Don Juan Espinosa registró el pedimento de la veta de cobre Lucero, en Lo Espejo.

Memoria

DEL DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD NACIONAL DE MINERÍA, SOBRE SUS TRABAJOS, PRESENTADA AL SEÑOR MINISTRO DE INDUSTRIA.

Santiago, abril 30 de 1888.

Señor Ministro:

En conformidad a los deseos de US. tengo el honor de dar cuenta a US. de la marcha i trabajos de esta Sociedad.

La funcion mas constante i permanente que desempeña esta institucion, cual es la de servir de centro de informaciones en todos los ramos que se relacionan con la industria minera i de foco de propaganda para las ideas que conviene realizar por conducto de la administracion pública, ha sido como siempre desempeñada con el celo i ardor acostumbrados.

Con este fin el Directorio ha celebrado regularmente sus sesiones i el Boletin de la Sociedad ha sostenido su tarea de vulgarizacion de todos los datos i noticias que puedan interesar a los industriales i alentarlos en su labor.

A parte de esta accion permanente i jeneral dedicada al fomento de la minería i de las industrias que con ellas se relacionan, esta asociacion ha procurado tambien impulsar la enseñanza práctica i cooperado al efecto a la creacion de una Escuela destinada al objeto, ha espedido numerosos informes sobre materias diversas, formado colecciones de minerales para enviar a la Esposicion de Barcelona i a la de Paris que debe celebrarse próximamente, estudiado la organizacion de un Museo mineralójico e impulsado particularmente la reforma del Código de minas vijente.

Es escusado repetir aquí los pormenores de los trabajos relativos a la creacion i funcionamiento de la Escuela práctica de minería, de la cual este Directorio forma la junta de vijilancia, por cuanto la memoria correspondiente llegará a conocimiento de U.S. por conducto del Consejo de Enseñanza Agrícola e Industrial, como tambien de los trabajos relativos a la formacion de colecciones de minerales, de los que deberá dar cuenta la comision especial nombrada al efecto i bajo cuyos auspicios trabaja este Directorio en la seccion de minería de la misma.

De mayor oportunidad estima este Directorio el llamar la atencion de U.S. hácia la circunstancia de estar organizando, junto con la coleccion de minerales que se enviará a la Esposicion Universal de Paris, otra mas completa e interesante para la creacion de un Museo mineralójico en el cual queden debidamente representadas las riquezas minerales del pais i sirva para la enseñanza práctica de la minería.

El Directorio ha emprendido con entusiasmo esta tarea al ver que en el local destinado al Consejo de Enseñanza Agrícola e Industrial que se construye en la actualidad, se ha destinado tambien el espacio necesario para la colocacion de un Museo mineralójico, cuya organizacion corresponderá a U.S. determinar oportunamente.

En él podrán tener cabida las colecciones que posee esta Sociedad, las que existen en la seccion de mineralojía del Museo Nacional i las que reúne en la actualidad la seccion de minería de la Esposicion.

Con este material falta solo que U.S. decreta la creacion de dicho Museo mineralójico para que al terminarse el edificio que se construye al efecto se encuentre todo listo para su instalacion i funcionamiento.

Otros trabajos i estudios emprendidos por la Sociedad i que ésta ha creído primordiales para fomentar los intereses de la minería, como la fundacion de la estadística minera por el empadronamiento de las minas que tienen existencia legal, i la organizacion de un cuerpo de ingenieros de minas que emprenda el estudio jeológico de los asientos minerales i demas que con la industria minera i la ciencia se relacionan no han podido ser adelantados, porque, como en otras ocasiones lo ha hecho presente este Directorio, para ello es indispensable alcanzar primero la reforma del Código vijente, insuperable obstáculo a toda buena organizacion económica de la industria minera i al progreso propio de esta corporacion destinada a alentarla.

En esta conviccion de que la reforma del Código vijente en el sentido i bajo la base aprobada ya por la Honorable Cámara de Diputados, es la necesidad primordial de la minería chilena, esta Sociedad ha dedicado todo su anhelo a propagarla, defenderla i ratificarla.

Contando para ello con el apoyo decidido de la mayoría de los industriales i el patrocinio que le prestará el Gobierno, la reforma está en via de alcanzarse, i este Directorio, una vez mas aprovecha esta ocasion para rogar a U.S. le preste su prestigiosa adhesion.

Las objeciones que contra la reforma aprobada se han esforzado en acumular sus contrarios no han encontrado eco en la opinion i lejos de levantarse contra ella despues de estar aprobada por una de las ramas del Congreso, es mas ansiado el dia de su promulgacion, como lei de la República. Esto solo prueba que la reforma aceptada no es una amenaza para ningun interes lejítimo, i que como lo ha creído esta Sociedad, será de trascendentales consecuencias para la prosperidad de la minería i dará ensanche ámplio al campo de accion de todas las instituciones que como ésta se puedan crear para su engrandecimiento i desarrollo futuro.

Réstame solo espresar que las entradas de la Sociedad hasta el 30 de abril han sido de pesos 5,103.49 i los gastos, de pesos 5,075.10, quedando en esta fecha un saldo de pesos 33.39.

Dios guarde a U.S.

F. DE P. PÉREZ,
Presidente.

Francisco Gandarillas,
Secretario.

Al señor Ministro de Industria i Obras Públicas.

La asociacion de la turmalina

CON LOS MINERALES DE COBRE EN TAMAYA I LA DISTRIBUCION JEOLÓGICA DE LOS MINERALES BORÍFEROS, POR A. VON GRODDECK.

(Traducido de la *Revista de la Sociedad Jeológica Alemana*, 1887)

Al examinar atentamente una coleccion muy numerosa de muestras procedentes de Tamaya, que la Real Academia Minera de Clausthal debe a la bondad del señor Astaburuaga, llamó mi atencion la abundancia de pequeños cristales de turmalina, la mayor parte microscópicos contenidos en los metales, criaderos i rocas vecinas de aquel gran mineral chileno.

Consultando las noticias existentes sobre tal asociacion me convení que este fenómeno curiosísimo no es del todo ignorado, como creí al principio. El primero que reconoció la presencia de la turmalina en los metales de cobre de Chile, en cuanto pude averiguar, fué M. Böcking (*Neues Jahrbuch für Mineralogie*, 1857, páj. 169) quien en 1855 al analizar un bronce morado de Coquimbo encontró una lei de 11.80 por ciento de turmalina en forma de cristales pequeños, negros, bien caracterizados.

En el *Manual de Mineralojía* de Naumann-Zirkel se cita este descubrimiento de Böcking, al tratar de la bornita, en esta forma: «una variedad de Coquimbo que fué analizada por Böcking contiene hasta 12 por ciento de cristales microscópicos de turmalina».

Como 10 años mas tarde Ulex (*Neues Jahr-*

buch für Mineralogie, 1866, páj. 459) aisló, de minerales chilenos beneficiados que fueron en el establecimiento metalúrgico de Steinwörder, en Hamburgo, un mineral que el análisis le mostró ser una turmalina de hierro i magnesia. Esta turmalina de color verdinegro o pardo i estructura radial o fibrosa, se encontraba en una mezcla de atacamita, malaquita, óxido de hierro i espato calizo. Ulex no deja de indicar que esta mezcla es sin duda la misma que la que describió Forbes (l. c. 1863, páj. 470) bajo el nombre de taltalita.

Mas tarde G. vom Rath (*Groth's Zeitschrift für Krystallographie* t. V., páj. 257) describió varias muestras de turmalina chilenas, sin apuntar el lugar de su procedencia «en las cuales se cifra un interes descomunal a causa de la copresencia de cobre rojo i silicatado».

Desatendiendo los estudios de Böcking i Ulex, continúa G. vom Rath: «Dudo si cristales de turmalina perfectamente conformados i embutidos en óxido de cobre compacto jamás hayan sido observados».

Por último, debo mencionar que Phillips en su obra «*A Treatise on Ore Deposits* (London, 1884)», páj. 619, cita la turmalina como criadero de la pirita de cobre en Panulcillo.

Otros datos no avanza.

Estas pocas noticias prueban que la turmalina no es escasa en varios metales de cobre en Chile (1). Asociacion tan extraordinaria hace suponer, como ya lo observa G. vom Rath, que los lechos donde se encuentra, son de un orijen muy anormal.

La excelente coleccion de Tamaya que comprende 64 muestras me habilita a contribuir algo mas al conocimiento de los metales de cobre en que entra la turmalina.

LA TURMALINA DE TAMAYA

La turmalina de Tamaya no pasa casi nunca de pequeñez microscópica. Los cristalitos columnares de seccion tríquetra $\left(\frac{\infty R}{2}, \infty P2\right)$ o hexágona ($\infty P2$) alcanzan jeneralmente a 0.1—0.5 milímetros de largo i 0.05—0.1 de ancho.

Cristales mas grandes son raros: en algunas muestras ocurrieron escepcionalmente unos de cerca de $\frac{1}{2}$ milímetro de ancho i 2 de largo. Columnas de mayor tamaño (hasta 15 milímetros) como las describe G. vom Rath de procedencia indeterminada, no he podido hallar en las muestras de Tamaya a que me refiero.

Difficil fué determinar de qué clase eran las caras finales en el extremo de los prismas. Bajo el microscopio se reconoce a veces algo que se parece a las formas hemidricas de la turmalina, en cuanto las agujas terminan en un extremo en forma de cuña (R) i en el otro en forma de un solo plano perpendicular (OR).

No me ha sido posible aislar cristalitos de caras terminales bien delineadas. G. vom Rath dice que los cristales examinados por él mostraban en un polo solo $-\frac{1}{2}R$, en el otro $-\frac{1}{2}R$ i R.

No solo en cristalitos sueltos ocurre la turmalina; la pude reconocer tambien en agregados jeneralmente menudos, arredondados o irregularmente dispuestos, en los cuales los diversos individuos tienen invariablemente distribucion granulenta, jamás radial o fibrosa, como seria de esperar.

La turmalina de Tamaya, dondequiera que se la reconoce con un lente i con un poco de práctica tambien con el ojo inerme, aparece en columnas pequeñísimas rayadas a modo de chorlo, que bajo el microscopio se caracterizan por su pleocroismo.

Los cortes verticales al eje *c* de forma redonda, triangular o hexangular son casi siempre de un tinte pardo; en los cortes en forma de alfiler paralelos o casi paralelos al eje *c* hai natices ama-

(1) El Museo Nacional posee una muestra de cristales de una turmalina verdicea concrecionados con silicato de cobre, procedentes de la mina Llanca, en La Higuera; miden muchos centímetros de largo i fueron obsequiados por D. Julio Fonck.—N. del T.

rillentos, a veces morenos o rojizos alternando con mas oscuros azulejos o verdizcos.

Al dar vuelta a los preparados, la turmalina, de vez en cuando cambia de claro en impelúcido i negro. No faltan tampoco varios colores en uno i mismo cristal, distribuidos de tal manera de que un extremo del cristalito es mas oscuro que el otro, como es bastante comun en la turmalina. Los agregados se presentan manchados, lo que nace sin duda de la aposicion i penetracion de cristallitos diversamente orientados.

Ante el soplete la turmalina se funde con facilidad, hinchándose i dejando una escoria verde parda.

Con el fin de analizar la turmalina se procedió a separar una considerable cantidad de espato calizo negro que acompaña los minerales de cobre de Tamaya, por medio de los ácidos clorhídrico i nítrico. El polvo residual era de turmalina casi pura. Pequeñas escamas de una sustancia hialina, isotrópica en la luz polarizada (ópalo?) en la cual se hallan embutidos muchos cristales de turmalina excesivamente pequeños, se separaron por la pinza.

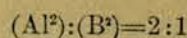
	I	II
SiO ₂	36,341	39,6
Al ₂ O ₃	32,225	35,5
B ₂ O ₃	10,870	7,5
FeO.....	8,306	6,5
CaO.....	0,786	2,2
MgO.....	3,925	4,3
Na ₂ O.....	3,141	1,6
K ₂ O.....	0,221	0,3
Pérdida de calcinacion=H ₂ O.	3,889	1,8
Fl.....	vestijios	
Suma.....	99,704	99,3

Peso específico 3,2=3,1-3,4

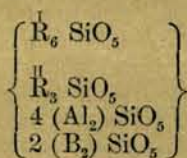
I—Análisis de la turmalina de Tamaya, ejecutado por C. Schwarz en el laboratorio de la Academia Minera de Clausthal.

II—Análisis de una turmalina chilena, embutida en minerales de cobre, segun Ulex (Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1886, pág. 459.)

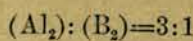
El análisis I hace incluir la turmalina de Tamaya a la primera seccion de las turmalinas de Rammelsberg, en que



La composicion de esta turmalina puede espresarse por la fórmula:



La turmalina examinada por Ulex que obedece a la proporcion de



debe colocarse en la segunda seccion. Lo que no puede ménos de ser estraño, atendido el color oscuro que tira a verdinegro o moreno, es la poca lei en alúmina i alta en hierro, magnesia i cal i la ausencia de la litina.

Estas circunstancias i la lei algo subida en sílice hacen suponer que el material aprovechado no fuera de los mas puros.

La turmalina se halla embutida:

- 1.º En los minerales sulfurados de cobre (pirita cobriza, bronce morado i bronce acerado).
- 2.º En los minerales oxidados que aparecen cerca del afloramiento de las vetas.
- 3.º En el espato calizo i cuarzo, como criaderos.
- 4.º En las masas espáticas, cuarzosas, micosas i cloríticas que acompañan los minerales de cobre.

1.º—La turmalina de los minerales sulfurados

En las piritas i bronces de cobre recién estraidos de Tamaya, los cristallitos de turmalina deben ser mui comunes; porque entre las numerosas muestras que tengo de varias minas, como el *Pique, Murciélagos, Arenillas, Potrerito, Borracho, Almagre, La Cortada, Mollacas, Compañía* i de todas las profundidades entre 100 i 600 metros, hai mui pocas que no los muestren al examinarlos por el lente.

Sin embargo, la distribucion de la turmalina es mui desigual.

En algunos puntos los minerales tienen fractura enteramente homogéneas, concoída i hasta desigual, sin indicio de adulteracion. En otros puntos se observan cristallitos sueltos o reunidos en pequeños grupos en forma de diminutos puntos, rayas o manchas negras. Jeneralmente la turmalina se acumula en grandes masas reuniéndose los cristales en nidos de variables dimensiones i formas o en aglomerados que pervaden los minerales sin regla fija. Entónces la fractura del mineral se hace áspera, oscura i negruzca, señal segura de la presencia de la turmalina.

Si los cristales son de dimensiones considerables, se señalan al ojo inerte como turmalina por lo estriado de la superficie de los prismas i rarísimas veces por caras terminales resplandecientes.

El exámen microscópico que me hizo reconocer primero la turmalina da apénas lo mas que se puede observar por el lente. Sorprende ver el mineral en algunos puntos atravesado por innumerables pequeños cristales de turmalina.

No carece de interes apuntar que la masa del mineral ordinariamente es atravesada por una red finísima de una sustancia negra de lustre metálico que creo debe ser calcosina. Parece imposible aislarla i determinarla exactamente, ya que en ninguna parte llega a constituir una masa compacta. La fractura de los minerales tambien ofrece lustre negro, el cual, sin duda, proviene de una costra delgada de calcosina distinguida por su blandura al cortarla con el cuchillo.

El lente ya hace ver esta red; con mayor precision se destaca en las secciones microscópicas.

Los hilos de calcosina o sea las paredes de las mallas de aquella red alcanzan de 0,06 a 0,1 milímetro de grueso. Las mallas mismas miden de 0,3 a 1 o 2 milímetros. La calcopirita i la bornita son atravesadas por iguales venillas, hallándose la turmalina tanto en las últimas como en las primeras.

La conocida interpretacion de los bronces, cuya composicion se desvía de la normal, como una mezcla de los bronces entre sí i con la calcosina se confirma por el exámen microscópico.

No sé decir si la calcosina es de orijen primario o secundario, ya que no estoy seguro si ocurre solo a poca profundidad o en todos los niveles.

2.º—La turmalina en los minerales oxidados que se hallan cerca del afloramiento

Atendida la gran riqueza de los metales sulfurados en turmalina no es estraño que ésta acompaña ordinariamente tambien los oxidados. Su presencia allá no da lugar a observaciones. Los cristallitos se hallan embutidos en el cobre resinita o en el ziegelerz o masas que se les parecen, en la crisocola i la azurita de la misma manera como en los minerales sulfurados. Es de notar, sin embargo, que los minerales oxidados que ocurren mui mezclados unos con otros muestran bajo el microscopio la misma estructura de mallas como las piritas i bronces.

3.º—La turmalina en el cuarzo i espato calizo

Un espato de cal blanco grueso i poco cuarzo, a los cuales se asocia de vez en cuando una especie de mica en fibras i escamas, se hallan en algunos puntos en concrecion con los minerales sulfurados. La fractura muestra la apariencia que caracteriza los rellenos de vetas. El exámen atento deja reconocer la turmalina tanto en las piritas como en el criadero.

Disolviendo el espato en ácido nítrico diluido, quedan las agujas microscópicas de la turmalina en forma de un polvo negro.

En la seccion microscópica se ven diseños irregulares que sirven de límites entre pirita i criadero, los cuales se encierran alternativamente en manchas mas o ménos grandes.

Donde quiera aparecen los pequeños cristales de turmalina, ora sueltos dentro de la pirita o del espato, ora reunidos en grupos o venillas. Particular interes reclaman las agujas de turmalina, pues, un extremo radica en la pirita, mientras el otro entra al espato.

Todo indica que la formacion de la turmalina no dista en tiempo de la de los minerales sulfurados i del criadero.

De la mina *Murciélagos* hai una muestra de espato grueso con color de antraconita, producido por cobre espejuelo, e infinidad de cristallitos de turmalina, como lo hace ver el análisis que sigue:

Cu.....	17,106
S.....	4,780
CaO.....	23,682
CO ₂	18,088
Resíduo.....	36,263
	99,919

De manera que en cifras redondas la mezcla se compone de

22 por ciento de calcosina.
36 » de turmalina.
42 » de espato calizo.
100

La calcosina penetra el espato en forma de un polvo amorfo, en el cual ni las mas fuertes grandificaciones dejan reconocer forma cristalina. Los cristales de turmalina yacen en irregular difusion en la masa.

Disolviendo el espato en ácido clorhídrico frio, queda un polvo negro. Tratando éste con ácido nítrico, se disuelve la calcosina, i la turmalina queda intacta. Por este procedimiento se ha obtenido el material para el análisis de la turmalina ántes consignado.

Masas considerables de cuarzo parecen ser mui escasas en el criadero de Tamaya. Entre las muestras con que obraba, habia solo una que contenia cuarzo en regular cantidad, en forma de masas columnares concrecionadas con la calcopirita. Tambien el señor Lipken, quien ha dado una descripcion de las minas de Tamaya en la *«Berg-und hüttenmännische Zeitung»*, 1877, p. 129, menciona como criadero solo el espato calizo i no el cuarzo.

4.º—La turmalina en el criadero espático cuarzos, micáceo i clorítico de los minerales de cobre.

El cuarzo que escasea en las vetas de Tamaya parece que es bastante comun en forma de agregados micro-cristalinos junto con espato calizo, sericita, clorita, etc.

Estas mezclas de grano mui fino i a veces compactas son, ora de color oscuro gris hasta negro, ora gris claro, raras veces rojizo o verdizo. Algunas muestran en las secciones microscópicas una estructura porfirica producida por diversos cristales intercalados. Se trata de una pseudomorfosis en que entra el cuarzo, espato calizo i la sericita. Tanto esta estructura como la presencia de minerales micáceos i cloríticos i la de granitos amarillos i agregados granulentos que se parecen a la titanita que proviene del hierro titánico, evidencian que se trata de transformaciones de las rocas vecinas. En efecto, las rocas porfiricas vecinas de las vetas de Tamaya contienen feldespato, hornblenda i hierro titánico, de los cuales es preciso derivar el criadero.

El criadero de color gris oscuro hasta negro se compone principalmente de un agregado de cuarzo de grano mui fino i polarizacion multicolor,

del cual de vez en cuando se destacan granos de cuarzo mas grandes de forma irregular.

En el cuarzo se reconoce bajo el microscopio un mineral verde claro en fragmentos o venillas que aparenta estructura fibroso-escamosa en la luz polarizada, debiéndoselo colocar al lado de los minerales cloríticos. No faltan tampoco agregados de una mica sericítica de estructura característica.

Secciones de cristales perfectamente delineadas no he podido hallar; pero sí, abunda el mineral granulento amarillo que tomo por titanita.

El espato de cal que atraviesa la roca en vetas gruesas, en las cuales no faltan cristales de $2R$. ∞R , se observa tambien en las secciones microscópicas en forma de venillas finas. A la roca compuesta de cuarzo, clorita, sericita i titanita i atravesada por vetas de espato calizo se asocian los conocidos cristales de turmalina en abundancia. De ellos, junto con el material clorítico i la calcosina que luego nos tiene que ocupar, deriva el color oscuro de la roca.

Frecuentes son las penetraciones de la roca por piritita i bronce. La piritita se ve con el ojo inerme, el bronce solo bajo el microscopio, porque está mui subdividido, pareciéndose en eso al espato negro, ántes descrito de la mina *Murciélagos*. Es extraño encontrar mezclado el bronce con cobre metálico en fina reparticion, que no he podido encontrar en las demas muestras de Tamaya, con escepcion de una malaquita.

El criadero de color claro se parece ora a la caliza ora a la piedra córnea. En él aparecen pseudomorfosis de ignota procedencia, supongo de feldespatos.

El criadero calizo de color rojizo o griz verdizo consiste de un agregado microcristalino de cuarzo, espato calizo, mica sericítica, granos amarillos de titanita i turmalina i calcopirita en mayor o menor abundancia. La turmalina i la calcopirita se ven en la fractura del criadero con auxilio del lente.

El criadero silíceo se compone solo de cuarzo i mica sericítica con estructura porfírica que se destaca bien bajo el microscopio. Turmalina no he podido encontrarse allí, pero sí en una vena atravesada de medio centímetro de espesor de color negruzco, en la cual el cuarzo de grano fino era asociado a pequeños cristales de turmalina.

Debo hacer mencion, por último, de una variedad del criadero de color amarillo claro, mui blanda, compacta, raras veces escamosa, que bajo el lente adquiere brillo cristalino. Bajo el microscopio se reconoce por su componente principal una especie de mica potásica o sea de sericita.

El análisis ejecutado por el señor C. Schwarz, sobre un criadero blando compacto de color amarillo claro, confirma este resultado.

SiO ₂	43,88
Al ₂ O ₃	31,43
Fe ₂ O ₃	3,57
FeO.....	0,88
MgO.....	0,65
CaO.....	3,73
K ₂ O.....	10,35
Na ₂ O.....	2,01
H ₂ O.....	1,89
CO ₂	1,17
99,56	

Calculando las proporciones que corresponden a los componentes resulta que este criadero se compone de

92,38	por ciento de sericita
2,66	» » espato calizo
4,52	» » sílice (ópalo?)
99,56	

La composición de la mica potásica en por ciento es la siguiente:

SiO ₂	42,61
Al ₂ O ₃	34,02
Fe ₂ O ₃	3,87
FeO.....	0,95
MgO.....	0,70
CaO.....	2,42
K ₂ O.....	11,20
Na ₂ O.....	2,18
H ₂ O.....	2,05
100,00	

La discrepancia de la fórmula normal de la mica potásica se explica por el hecho que un material absolutamente puro no se ha podido conseguir a pesar de todos esfuerzos.

Porque a la mica se asocia, como se ve examinando por el lente i mejor por el microscopio, una masa mineral dura, de color gris verdizo i la bornita en granos, nidos i venillas.

La última se puede separar con facilidad, pero no la masa mineral gris verdiza, la cual debe sacarse despues de molido todo el mineral, operacion en la cual queda, merced a su gran dureza, en forma de pequeños granos.

Bajo el microscopio, la masa mineral gris verdiza resultó ser no mui homogénea. Consiste principalmente de una sustancia hialina isotrópica (ópalo?) con un mineral verdizo, escamoso, supongo que sea clorítico.

La alta lei del material analizado en sílice i hierro debe referirse a aquellas impurezas. Tambien este criadero micáceo contiene uno que otro cristal de turmalina.

LAS ROCAS VECINAS A LAS VETAS DE TAMAYA

Chile ofrece el espectáculo de la distribución zonal de las vetas metalíferas.

Segun Domeyko, las zonas comparativamente estrechas se estienden paralelas a la cordillera de los Andes, de norte a sur, en armonía con la estructura jeológica del país.

Tamaya pertenece a una de estas zonas que a una distancia de 20 a 25 kilómetros de la costa se eleva a la altura de 1,000 metros.

Esta zona se atiende a rocas dioríticas i sieníticas, segun las descripciones existentes, i comprende vetas de calcopirita, bornita, calcosina, minerales oxidados i cobre metálico.

A veces los minerales son auríferos; pero no tienen plata, ni antimonio o arsénico. Los minerales de mas importancia de esta zona son (segun C. Ochsenius) Carrizal en Atacama, Tambillo, Panulcillo, Tamaya, Punitaqui en Coquimbo, Catemu en Aconcagua, Maipú en Santiago, El Cobre (Pallen) cerca de Chillan i otros.

La única descripción detallada de las vetas del cerro de Tamaya que yo conozco, es la que ha dado Lipken en la «Berg-und hüttenmännische Zeitung» de 1887, i que suministra una idea bastante clara de la localidad.

Segun Lipken, el cerro se compone de diorita, porque dice que al pié del cerro la diorita es de estructura granulenta i que mas arriba se transforma en una masa gris negruzca de fractura fina.

Sin embargo, yo no he podido encontrar una muestra de diorita típica, entre las que tengo de Tamaya; falta tambien la genuina sienita; mas bien el cerro se compone de gabbro i rocas ricas en plajioclasa de estructura porfírica (pórfidos dioríticos?).

El gabbro consiste de plajioclasa, dialaje, mica de color moreno i hierro magnético; es de grano grueso i se parece en todo sentido al gabbro de Europa. No lo describo porque el gabbro segun parece no ha suministrado material ninguno para el criadero. Turmalina falta en él.

Entre las rocas de estructura porfírica descuello una que se parece mucho a los pórfidos cuarzosos de masa gris clara que se ve holocristalina bajo el microscopio. Contiene cristales de cuarzo ahumado con relictos i protrusiones de la masa rodeante, ortoclasa, rojiza i plajioclasa blanca.

Un mineral que se encuentra en granitos pequeños, es de hierro titánico. Costó mucho separarlo, en atencion a su concrecion íntima con los demas

componentes no metálicos de la roca. La muestra obtenida dió las reacciones del hierro, manganeso, titanio, i tambien de cobre i azufre.

Esta roca es mui fresca, acusando solo en los feldespatos el principio de la trasformacion en sericita i ademas algun poco de espato calizo. Carece de turmalina.

El análisis ejecutado por el señor C. Schwarz, en Clausthal, dió por resultado:

SiO ₂	75,93
Al ₂ O ₃	13,26
Fe ₂ O ₃	1,47
FeO.....	0,68
MnO.....	vestijios
CaO.....	1,11
Na ₂ O.....	3,13
K ₂ O.....	3,19
H ₂ O.....	0,44
CO ₂	0,51
TiO ₂	indeterminado.

De ahí los constituyentes se calculan como sigue:

Suma	Diferencia	Espato de cal	Hierro titánico	Cuarzo	Sericita	Anortita	Albita	Ortoclasa	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	CO ₂	TiO ₂	Suma	
75,93				44,59	4,40	0,98	18,17	7,79	75,93	13,26	1,47	0,68	vestijio	1,11	3,13	3,19	0,44	0,51	—	99,72	
		+1,26																			

Mucho interes ofrece otra roca designada como criadero que se parece enteramente en su estructura al pórfido que acabo de describir, de color claro gris i apariencia algo empañada. Los cristales de cuarzo no muestran trasformacion alguna; en cambio los feldespatos, cuyos contornos todavia se pueden distinguir i la masa rodeante son transformados en un agregado mui fino de cuarzo, sericita i carbonato. El hierro titánico ha dado orijen a una titanita amarilla granuda.

Turmalina no existe en ella, pero sí piritita en granitos finos distribuidos por su masa.

El análisis del señor C. Schwarz dió por resultado:

SiO ₂	63,85
Al ₂ O ₃	17,51
Fe ₂ O ₃	1,94
FeO.....	0,18
CaO.....	0,96
MnO.....	vestijios
K ₂ O.....	4,77
Na ₂ O.....	0,25
H ₂ O.....	1,02
Espato de cal.....	8,41
Calcopirita.....	0,84

Los dos últimos componentes consisten de:

CaO	4,71	respectivamente	Cu	0,26
CO ₂	3,70		Fe	0,29
	8,41		S	0,29
				0,84

Teniendo en vista la inspeccion microscópica, se calculan los constituyentes de la manera siguiente.

SUMA	43,30	45,43	8,41	0,84	2,90	-1,15	99,73
Calcopirita				0,84			0,84
Espato de cal			8,41				8,41
H ₂ O		2,05				-1,03	1,02
Na ₂ O		0,25					0,25
K ₂ O		4,77					4,77
MnO							vestijio
CaO					0,96		0,96
FeO		0,18					0,18
Fe ₂ O ₃					1,94		1,94
Al ₂ O ₃		17,63				-0,12	17,51
SiO ₂	43,30	20,65					68,85
Cuarzo.....							
Sericita.....							
Espato de cal.....							
Calcopirita.....							
Titanita i otras sustancias intercaladas.....							
Diferencia.....							
Suma.....							

Es imposible que esta roca, que evidentemente ha precedido en su formacion a la anteriormente descrita, se haya formado bajo la influencia del aire atmosférico, porque contiene bornita perfectamente fresca atravesada por numerosos cristales de turmalina.

En su formacion, que debe tener un orijen comun con la de la veta, los feldespatos han sido destruidos por completo, quedando tan solo sus formas en muchos puntos. El feldespato potásico ha sido trasformado en sericita, la lei en sosa de

la plajioclasa ha sido reducida a $\frac{1}{4}$ por ciento i a la vez se ha hecho un depósito de espato calizo. El ácido silícico ha sido arrastrado en su mayor parte i el hierro titánico trasformado en titanita. Otra roca porfirica de Tamaya lleva encerrados por una masa de color gris i brillo cristalino cristales vítreos de plajioclasa, hierro magnético i titánico i ciertas particulas de un mineral oscuro que el microscopio reveló ser de hornblenda. Tambien ocurren, aunque raramente, clavos mui pequeños, pleocroíticos de mica. La turmalina falta ahí tambien.

Esta roca es enteramente fresca. La única descomposicion que en ella se nota es la segregacion local de diversos productos micáceos en los feldespatos. La roca misma obedece a la siguiente composicion, segun el señor C. Schwarz:

SiO ₂	59,54
Al ₂ O ₃	13,09
Fe ₂ O ₃	4,74
FeO.....	6,13
MnO.....	0,49
CaO.....	3,81
MgO.....	1,33
P ₂ O ₅	0,59
K ₂ O.....	3,86
Na ₂ O.....	5,88
CO ₂	0,18
H ₂ O.....	0,68
	100,32

Siendo desconocida la composicion de la hornblenda i de los minerales de hierro, no se puede entrar a calcular los constituyentes por separado.

Por último, comprende la coleccion de que me sirvo, una roca de color claro gris verdizo con manchas negras i de estructura blanda, sin duda bastante alterada, con pequeñas particulas de pirita. En lo principal esta roca consiste de un agregado de grano fino de cuarzo i minerales micáceos. En ella ocurre la turmalina en cristales pleocroíticos al lado de cristales de cuarzo parecidos a los que suelen tener los pórfidos cuarzosos.

Los granos amarillos de la titanita existen en abundancia; secciones de cristales que dejarian reconocer la existencia anterior de feldespatos, no se presentan ningunas.

La composicion química, segun el señor C. Schwarz, es la siguiente:

SiO ₂	66,435
Al ₂ O ₃	17,425
Fe ₂ O ₃	2,100
FeO.....	1,601
CaO.....	0,650
MgO.....	3,704
K ₂ O.....	4,762
Na ₂ O.....	0,990
H ₂ O.....	2,134
CO ₂	0,101
SnO ₂	vestijios.
P ₂ O ₅	vestijios.
	99,902

Comparando este análisis con el anterior, se nota la baja lei en sosa i la alta en potasa i agua. Es de suponer que en este caso tambien la lei en potasa haya sido concentrada en forma de sericita i la sosa de la plajioclasa estraida por el agua. Notable es tambien la reducida cantidad del carbonato i la alta del ácido silícico.

Mui nuevo i singular parece el estaño que existe en vestijios; no sé decir qué significa en este fenómeno.

Una descripcion mas detallada de las rocas vecinas a las vetas de Tamaya carece de interes en vista de la falta de materiales jeológicos.

Los pocas observaciones precedentes sobre la naturaleza mineralógica i química de las rocas, tienen por único objeto encaminar la futura explicacion de las relaciones entre ellas i el contenido de las vetas.

Dando por cosa cierta que éste se deriva de aquéllas, la procedencia de los minerales de cobre i de la turmalina no se explica. No se ha podido encontrar ácido bórico en las rocas. El material que tengo a la mano no basta para averiguar si en este caso ha tenido lugar secrecion lateral o no.

En la roca fresca la turmalina no existe: ocurre tan solo en los minerales metalíferos, criadero i roca vecina.

BREVE OJEADA SOBRE LA DISTRIBUCION DE LOS MINERALES BORÍFEROS

No es fácil caracterizar la distribucion jeológica de ciertos minerales o familias mineralógicas. No solo porque los datos andan demasiado dispersos para poderlos recojer sin falta, sino tambien porque la jeología de los asientos mineros no siempre se presta a un estudio de esta clase, por ser las mas veces poco atendida, aun sin hablar de las equivocaciones, descripciones deficientes i erróneas.

Agradecería, pues, cualquiera rectificacion que se me hiciera sobre lo que voi a referir.

Al estudiar la distribucion de los minerales boríferos, se notan ciertas relaciones entre su composicion química i su difusion jeológica, que parecen obedecer a leyes físicas.

Los borosilicatos, como ser la turmalina, oxinita, datolita, danburita, i los boratos anhidros, como la rodicita, jeremejewita, eichwaldita, sussexita, ludwigita i szajbelyita, con escepcion de la boracita, ocurren esclusivamente como productos autígenas en las rocas eruptivas, arcáicas i metamórficas.

Para aceptar esta tesis en todo rigor, conviene considerar la sussexita i szajbelyita como sales anhidras, como lo hace P. Groth «Tabellarische Ubersicht der Mineralien, II edicion, p. 59».

Es cierto que últimamente la turmalina ha sido reconocida tambien en las esquistas, areniscas i arenas i que A. Wichmann «Neues Jahrbuch für Mineralogie etc., 1880, Bd. II, p. 294», lo toma por constituyente autígena de aquellas rocas.

No niego que pueda haberse formado de la turmalina en arena i arcilla, en vista de las razones que se han hecho valer; sin embargo, me inclino a preferir la suposicion de un orijen alotígena, suposicion bastante probable si se toma en cuenta la resistencia que oponen a la detricion los cristales de turmalina bien constituidos de 0,05 milímetros de largo i 0,02 de ancho; porque entónces los que se encuentran en la arena mui bien pueden haberse desprendido de la esquita que le sirvió de criadero primitivo.

En caso de que la turmalina pudiera formarse en la arena i arcilla, seria estraño, porque nunca se la ha encontrado en las grietas de rocas sedimentarias normalmente constituidas. Es un hecho indudable que la larga série de sedimentos fosilíferos carece de borosilicatos formados *in situ*. Solo la silicoborocalcita, un mineral que contiene 3 a 5 por ciento de ácido silícico i ocurre en la anhidrita i yeso de la Nueva Escocia, haria escepcion de esta regla, puesto que su individualidad es efectiva, lo que falta probar.

Los borosilicatos se encuentran dispersos en las rejiones de metamorfosis rejional i de contacto. Entre los muchos ejemplos que podrian aducirse, cito los siguientes:

La axinita en la mina *Aaserud*, cerca de Drammen en Noruega, en la formacion siluriana i al contacto de la diorita (1); la misma en la vecindad de los granitos del Harz o sea de la formacion devoniana (2); la axinita junta con la turmalina cerca del granito de Cornwall en el mismo nivel devoniano (3); la haytorita o datolita de la mina *Haytor* en Devonshire, al contacto de granito i carbon (4). Tambien la ludwigita

(1) Berg-und hüttenmännische Zeitung, 1855, pág. 29.
 (2) Jahrbuch der k. preuss. geol. Landesanstalt, 1883, pág. 633.
 (3) Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1863, pág. 186.
 (4) *Ib.*, 1828, pág. 937; 1876, pág. 479.

(5) i la szajbelyita (6) de Rezbánya se hallan en rocas de contacto.

A no contar una mínima porcion de ácido bórico que F. Sanberger (7) acaba de denunciar en ciertas clases de mica provenientes de granito, pegmatita, caliza granulenta i basalto, la turmalina es el único borosilicato que figura de componente primitivo de masas eruptivas como ser el granito, el pórfido cuarzoso i la diabasa de Monzoni i asimismo de rocas arcáicas como ser el gneiss, granulita, esquita micácea, esquita clorítica, cuarcita, caliza granulenta, dolomita granulenta i anhidrita de igual testura. La noticia segun la cual (8) la axinita entra en la composicion de una roca eruptiva de carácter mui dudoso de los Pirineos, llamado limurita, o cerca de la danburita en la dolomita de Danbury (9) en Connecticut i de la datolita en la cal de Santa Clara en California (10) son demasiado deficientes en lo relativo a orijenes jeolójicos que no pueden modificar la tésis jeneral de que la axinita, danburita i datolita pertenecen solo a los minerales de grietas i oquedades.

Entre las rocas eruptivas el granito i pórfido cuarzoso son los que se distinguen por la presencia de turmalina primitiva.

Leopoldo von Buch ya ha observado que la turmalina suele concentrarse en las partes periféricas de las masas eruptivas. Algunos han creido poder explicar este fenómeno por fumarolas boríferas que han surjido principalmente donde las grietas eran mas frecuentes a consecuencia de la contraccion del magma consolidado, es decir, en las rejiones periféricas.

Semejantes procedimientos se han invocado para dar cuenta de la existencia de la turmalina o otros minerales boríferos en las rocas de contacto. Sin embargo, es un hecho que las rocas eruptivas de reciente orijen, como basaltos, traquitas i otras carecen enteramente de la turmalina i que las fumarolas activas en la isla de Volcano, en Toscana i California, no producen sino la sassolina.

De manera que la suposicion de que la turmalina de los granitos, pórfidos i rocas de contacto sea debida a circunstancias análogas a las que caracterizan las fumarolas actuales, parece poco justificada. Al contrario, hai poderosas razones para suponer que la solidificacion de las antiguas rocas macizas i rocas de contacto se haya verificado bajo gran presion en la profundidad de nuestro globo con exclusion de toda clase de fumarolas. Lo mas probable es que las turmalinas se hayan formado bajo la accion de agua sobrecalentada. Miétras que la trasformacion de los sedimentos en la masa de las rocas eruptivas se explica por la traslocacion molecular de los constituyentes, para la turmalina i demas minerales boríferos debe admitirse la presencia de surtidores de aguas calientes cargadas de ácido bórico.

Los accidentes jeolójicos que acompañan los borosilicatos i boratos anhidros dentro del recinto de las rocas arcáicas i metamórficas son mui variables.

Mencionamos primero las vetas graníticas o sea en pegmatita i granito-escrito que no se hallan fuera de la zona de rocas eruptivas i arcáicas. Esta clase de grauitos es tan bien caracterizada, i apesar de su vasta difusion de una estructura tan uniforme i a la vez tan distinta de las rocas típicas de erupcion, que es preciso separarla de los demas granitos. Abundan las razones que obligan a reconocerles un orijen no mui diverso del de muchas vetas metalíferas. Las vetas graníticas casi todas tienen turmalina, tanto el chorlo negro como la turmalina litinífera.

Escepcionalmente ocurren tambien la axinita

(5) Ib., 1874, páj. 630.

(6) Cotta, Erlagerstätten des Banats und Serbiens, páj. 84.

(7) Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1885, I, páj. 171. Entre los silicatos boríferos debe citarse tambien la vesuviana de Wilui. Zeitschr der deutschen geolog. Ges., XXXVIII, páj. 514.

(8) Ib., 1862, páj. 445.

(9) Ib., 1875, páj. 90.

(10) Ib., 1875, páj. 90.

en Striegau (11) i Baveno (12) i la datolita en Baveno. Rarísimos son los boratos de alúmina; la rodicitita en Mursinsk (13) i la jeremejewita i eichwaldita en Adon-Tschilon (14).

Gran afinidad con las vetas graníticas, con las cuales a veces se confunden, acusan las vetas de apatita de la Noruega meridional (15) i del Canadá. Tambien en ellas se encuentra la turmalina, aunque do mui frecuente.

La turmalina, la axinita, la datolita i la danburita son los borosilicatos de mas frecuencia en las grietas i oquedades de las rocas eruptivas de las formaciones arcáica i metamórfica. No faltan relaciones con el criadero, pero son difíciles de precisar i de explicar.

Así la turmalina parece figurar de preferencia en el granito, gneiss i esquita micácea, como en la Suiza (16), por ejemplo. En otras rocas es mucho mas rara. En rocas básicas de erupcion parece que falta enteramente. En las grietas del hierro cromado del Ural (17) la turmalina resulta cromífera, lo que parece indicar una derivacion directa de la roca vecina. La danburita, por demas escasa, hasta ahora solo se conoce en el granito, tanto en Russel (18), St. Lawrence county i New York, como en Scopi (19) en la Suiza.

La zona de mayor distribucion para la axinita i datolita representan las rocas eruptivas básicas, las esquitas hornbléndicas, cloríticas i verdes, en las cuales la turmalina suele escasear. En las diabasas la axinita tiene su principal asiento; la datolita ocurre en cualquiera de las rocas indicadas.

Sigan unos ejemplos.

La axinita se conoce en la diabasa del Harz, en la diabasa de Monzoni (20), en las esquitas hornbléndicas del Delfinado (21) de los Pirineos (22), de Polonia (23), en Hungría i del lago de Onega (24), en la esquita verde del Lötschenthal en Wallis (25) i en Falkenstein en el Taunus (26). Aislada se la conoce en las rocas graníticas del cerro de Scopi (27) en la Suiza, de Gripp (28) en los Pirineos, en la isla de Elba (29) i en los minerales de Arendal (30), Nordmark (31) en Suecia i Schwarzenberg (32) en Sajonia.

La datolita ocurre en la diorita de Bergen Hill (33) i Roskopf (34) cerca de Freiburg, en la kersantita de Markkirch (35) en Alsacia, en la diabasa de Wäschgrund (36) cerca de San Andreasberg i Kuchelbad (37) cerca de Praga, en el melafiro i porfirita diabásica de Turinija (38), de Niederkirchen sobre el Nahe (39) Seisser Alp (40), en el gabbro de Boloña (41) i de Poretta (42), i en la serpentina de Toggiana (43) como

(11) Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1872, páj. 536.

(12) Ib., 1868, páj. 609.

(13) Zeitschrift für Krystallographie, XI, páj. 408.

(14) Rose, Reise nach dem Ural, I, páj. 466; II, páj. 514.

(15) Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1837, páj. 330.

(16) Zeitschrift der deutschen geolog. Ges. XXVII, páj. 646.

(17) Kenngott, Die Mineralien der Schweiz, páj. 113.

(18) Zeitschrift für Krystallographie, VII, páj. 1.

(19) Ib., VII, páj. 296.

(20) Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1883, II, páj. 11.

(21) Zeitschrift der deutschen geol. Ges., XXVII, páj. 368.

(22) Groth, Sitz. ber. der k. bayer. Akademie, 1885, páj. 389.

(23) Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1879, páj. 382.

(24) Ib., 1871, páj. 410.

(25) Ib., 1871, páj. 411.

(26) Zeitschrift für Krystallographie, I, páj. 519.

(27) Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1859, páj. 289.

(28) Kenngott, Mineralien der Schweiz.

(29) Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1879, páj. 382.

(30) Zeitschrift der deutschen geol. Ges. XXII, páj. 617.

(31) Berg-und hüttenmännische Zeitung, 1855, páj. 10.

(32) Cotta, Erzlagerstätten, II, páj. 531.

(33) Frenzel, Mineralogisches Lexicon, páj. 33.

(34) Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1852, páj. 332.

(35) Ib., 1860, páj. 795; 1862, páj. 432.

(36) Ib., 1862, páj. 432.

(37) Ib., 1828, parte I, páj. 322; parte II, páj. 823.

(38) Zeitschrift für Krystallographie, IV, páj. 358.

(39) Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1822, I, páj. 353.

(40) Zeitschrift für Krystallographie, X, páj. 196 i 179.

(41) Ib., V, páj. 530.

(42) Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1862, páj. 446.

(43) Zeitschrift für Krystallographie, VII, páj. 570.

(44) Ib., II, páj. 505.

(45) Berg-und hüttenmännische Zeitung, 1849, páj. 820.

asimismo en el contacto de la serpentina i gabbro en Casarza (44). Mucho mas rara es la datolita en las grietas de las vetas minerales de Arendal (45) i Utön (46) o en las vetas graníticas.

Se presume explicar la presencia de estos minerales por secrecion lateral. Pero miétras no se haya comprobado la existencia del boro en las rocas vecinas, falta toda base para esta hipótesis.

El que parte de las roca vecina entra en la turmalina, ya ha sido referido con relacion a la turmalina cromífera del Ural. Clara se ve la misma transicion tambien en el borato mas rico en hierro, la ludwigita que se encuentra concrecionada con hierro magnético. Lo mismo sucede con la sussexita rica en manganeso (47) que forma fibras en el espato calizo del depósito de Franklinita de Nueva Jersey. F. Sandberger logró evidenciar la presencia del boro en la rubelana de la toba basáltica de Aschaffenburg i de Pölma en el Erzgebirge i tambien en el basalto de Oberbergen el Kaiserstuhl. Es preciso saber que en las grietas de estas rocas, como en jeneral en todas las rocas eruptivas de orijen reciente, faltan los minerales de boro. Hai que usar no poca precaucion en sacar consecuencias de estos hallazgos que estén de acuerdo con la teoría de la secrecion lateral.

En los sedimentos normales fosilíferos los minerales boríferos cambian. En el yeso, marga yesosa, anhidrita i sales potásicas se encuentran la boracita (stassfurtita) la hidroboracita, pinoita, lüneburjita, pandermita, o sean boratos cálcico-magnesianos que tienen agua de cristalizacion, con escepcion de la boracita.

Solo en el yeso i anhidrita del condado de Hants en la Nueva Escocia (48) ocurren tambien boratos sódicos, la natroborecalcita, la criptomerita i la silicoborecalcita.

En los boratos de los salares i desiertos, como Tibet, Clear Lake, Death Valley, Oregon meridional i San Bernardino connty en California, Nevada, Tarapacá i Jujui falta la magnesia o es solamente occidental. Los boratos que allá hai, son de cal i soda con agua de cristalizacion; ahí pertenecen el bórax, hayesina, colemannita (preceita) natroborecalcita i franklandita.

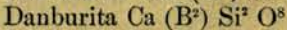
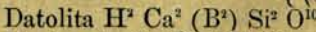
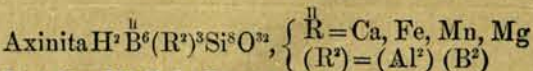
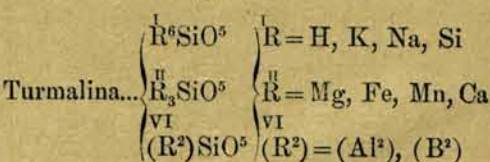
La jénesis de estos productos no ofrece dificultad alguna, atendida la presencia del boro en el agua del mar i en las aguas i fuentes saladas. Pero el por qué el único borato anhidro solo ocurre en yeso, anhidrita i sales potásicas i los boratos magnesianos faltan en los depósitos mas modernos, es otro problema.

En las lagunas de Toscana se presentan boratos hidratados de cal, hierro i amoniaco, como la borecalcita, la lagonita i la larderellita, i por último, la sassolina, que es el producto jeneral de las fumarolas. Sin duda el ácido bórico en Italia i California proviene de rocas boríferas que se hallan a mayor profundidad (49); pero acerca del horizonte a que pertenecen estos minerales, no se sabe nada de cierto.

Conforme a lo espuesto, los minerales boríferos se pueden clasificar de la siguiente manera:

I—Minerales boríferos de las rocas eruptivas, arcáicas i metamórficas.

Sin agua a. Borosilicatos.



(44) Zeitschrift für Krystallographie, IV, páj. 406.

(45) Hausmann, Reise durch Scandinavien, I, páj. 167.

(46) Berg-und hüttenmännische Zeitung, 1855, páj. 21.

(47) Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1869, páj. 83.

(48) Ib., 1871, páj. 754.

(49) Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft, XXX, páj. 140.

b. Boratos

Rodocita $K^2 (Al^3)^2 B^6 O^{16}$
 Jeremejwita } $(Al^3) B^3 O^6$
 Eichwaldita }
 Ludwigita $(Mg Fe)^4 (Fe^2) B^2 O^{10}$
 Sussexita $H^2 (Mn Mg)^2 B^2 O^6$
 Szajbelyita $H^6 Mg^5 B^4 O^{14}$

II.—Minerales boríferos en el yeso, margas yesosa, anhidrita i en las sales potásicas de las formaciones fosilíferas.

A. Sin agua.

Boracita (Stassfurtita, Parisita) $Mg^7 Cl^2 B^{16} O^{30}$

B. Hidratados

Pinoita $Mg B^2 O^4 + 3H^2$
 Lüneburgita $2H Mg PO^4 Mg B^3 O^4 + 7 H^2 O$
 Hidroboraicita $Ca Mg B^6 O^{11} + 6 H^2 O$
 Pandermita $Ca^2 B^6 O^{11} + 3 H^2 O$

En el yeso i anhidrita de Nueva Escocia al lado de la

Natroborocalcita $Na^4 Ca^4 B^{18} O^{33} + 27 H^2 O$

ocurren los minerales dudosos:

Silicoborocalcita (borato hidratado de cal con 4 a 5 p. c. de SiO^2)

Criptomerita (borato hidratado cálcico-sódico).

III.—Minerales boríferos de los salares i desiertos

Boratos hidratados de sal i soda

Colemanita (Priceita) $Ca^2 B^6 O^{11} + 5 H^2 O$
 Hayesina $Ca B^4 O^7 + 6 H^2 O$
 Natroboraicita (Ulexita) $Ca^4 Na^4 B^{18} O^{33} + 27 H^2 O$
 Franklandita $Na^4 Ca^2 B^{12} O^{22} + 15 H^2 O$
 Bórax (atincar) $Na^2 B^4 O^7 + 10 H^2 O$

IV.—Minerales boríferos en lagunas (Toscana).

Boratos hidratados

Borocalcita (Bechilita) $Ca B^4 O^7 + 4 H^2 O$
 Lagonita $(Fe^2) B^6 O^{12} + 3H^2 O$
 Larderellitita $Am^2 B^8 O^{13} + H^2 O$

V.—Producto de fumarolas

Sassolina $B H^3 O^3$

LOS MINERALES BORÍFEROS EN LOS ASIENTOS METALÍFEROS

En las minas de azogue de California que reclaman tanto interes por estar todavía en formacion actual, ocurren tambien la sassolina i el bórax.

En todos los demas asientos mineros hai de metales boríferos tan solo borosilicatos o boratos anhidros. De acuerdo con los hechos establecidos ántes, estos asientos se hallan todos en rocas eruptivas, en serranías arcáicas o rejiones metamórficas (50).

En los asientos mineros que pertenecen a los sedimentos fosilíferos hasta ahora todavía no se ha encontrado ningun mineral de boro.

En la formacion arcáica no pasan de ser hallazgos raros en las grietas i vetas.

En Arendal en Noruega, la axinita se ha hallado en las vetas de cal de la mina *Thorbjærneboe* (51) i la datolita en las grietas de las masas hornbléndicas intercaladas en el cerro de *Nödebroe* (52). Tambien se ha observado la botriolita junto con chorlo en la mina *Oestre Kjeulie* (53)

(50) Es muy improbable que las vetas turmaliníferas de Illampu, en Bolivia, formen escepcion.

(51) Berg-und hüttenmännische Zeitung, 1855, pág. 10.

(52) Hausmann, Reise durch Scandinavien, II, pág. 167.

(53) Ib., pág. 168.

en condiciones parecidas a las de la datolita. La axinita, ademas, ha sido denunciada en Nordmark (54) en Wermeland i la datolita en Utön (55).

Con estos hallazgos pueden compararse los de la axinita entre el granate, las piritas i blendas en Sajonia (56).

Ahí pertenecen tambien la sussexita en el espato calizo de la franklinita de Nueva Jersey ya citada i la turmalina cromífera del Ural.

En los asientos metalíferos propiamente de contacto, cuyo tipo es el de Cristiania, el boro escasea en alto grado, lo que no deja de ser extraño. Ora se encuentra embutido en la cal compacta en forma de szajbelyita, ora con los mismos metales en forma de ludwigita, ora en las grietas, como sucede con la axinita i haytorita. No conozco otro punto donde se verifique esta asociacion fuera de la mina *Aaserud*, cerca de Drammen en Noruega, de la mina *Haytor* en Devonshire, de *Morawitza* en el banato i de *Resbánya* en Hungría.

Dentro i junto a las vetas de estaño que atraviesan rocas graníticas o porfíricas o en sus partes extremas en contacto con rocas sedimentarias, suelen observarse zonas de metamorfosis que a veces son estremadamente ricas en turmalina. Nos referimos a Cab. «*Greyback Hardwork Capel*» de los mineros de *Corualla* (57). En las vetas mismas o «*leaders*» (guias) segun la espresion de los mismos mineros, la turmalina parece ser de muy rara ocurrencia.

Un punto interesantísimo por la presencia de la turmalina en los minerales metalíferos o mas bien en las grietas que atraviesan estos últimos a inmediaciones del granito, es la orilla del *Kravik-Fjord* (58) en *Tellemarken* (Noruega), donde una esquita hornbléndica de constitucion típica contiene 25 vetas o grietas cortas poco distantes que llevan una mezela de grano grueso de turmalina, bruno-espato, hierro olijisto, hornblenda i cobre abigarrado en las proporciones mas variables.

Fuera de la de *Tamaya*, es ésta la única asociacion de la turmalina con la bornita de que tengo noticia. Debo observar, sin embargo, que en la estensa rejion minera de *Tellemarken*, la turmalina de *Kravik-Fjord* no vuelve mas en iguales circunstancias.

No será fuera de lugar anotar que la axinita i la datolita de *S. Andreasberg* en el Harz, no se han encontrado en las vetas de plata misma sino en las rocas vecinas (59). Estos minerales caracterizan la vecindad del granito que aflora a poca distancia; i esto vale para todos los minerales boríferos de allá segun las descripciones de *Lossen* (60).

Es, pues, preciso valerse de mucha circunspeccion al juzgar de las noticias que se conocen acerca de la existencia de minerales de boro en las vetas metalíferas.

Siempre que los accidentes jeolójicos no sean perfectamente detallados, será permitido dudar si la axinita, datolita o turmalina pertenece a la masa de la veta o a la roca vecina.

Abrijo la conviccion que la conocida axinita de la mina *Botallack* (61), en *Cornualla*, se encuentra en caso análogo al de *S. Andreasberg*.

Antes de pasar a enumerar los casos en que minerales boríferos han sido hallados en vetas típicas, debo mencionar que en rebosaderos se los conoce hasta la fecha tan solo en la alta Hungría. Serán depósitos metamorfoseados?

(54) Cotta, Erzlagerstätten, II, pág. 531.

(55) Berg-und hüttenmännische Zeitung, 1855, pág. 21.

(56) Frenzel, Mineralogisches Lexicon, pág. 33.

(57) Véase los trabajos de *Le Neve Foster* sobre los depósitos de estaño en *Cornualla*.

(58) Zeitschrift der deutschen geol. Gesellsch., XXIII, pág. 269 i 391.

(59) Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1834, pág. 208. Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft, XVII, pág. 201.

(60) Ni el granate de *S. Andreasberg* pertenece a la masa de las vetas; está encerrado en una caliza oscura, granuda, como vuelve a encontrarse en las zonas del contacto con el granito en el Harz. Recordamos las calizas metamorfoseadas de la esquita de *Wied*.

(61) Phillips Ore Deposits, pág. 124.

Tanto en la *Bindt* (62) como en *Zsakarocoz* ocurre la turmalina como tuve últimamente ocasion de cerciorarme personalmente.

Al recorrer tantas descripciones de depósitos metalíferos no he podido encontrar mas que ocho, salvo los ya citados ejemplos de *Kravik-Fjord*, *S. Andreasberg* i *Botallack* en que se trata de rejiones de contacto, donde se hace mencion de minerales boríferos, a saber la axinita en *Kongsberg* i *Huasco*, la datolita de *Monte Catini* i del *Lago Superior* i la turmalina de *Illampu*, *Ouro Preto*, *Beresowsk* i *Dobschau*. Es casi de mas advertir que las noticias sobre la axinita de *Kongsberg* (63) donde las vetas arjentíferas atraviesan el gneiss, como la de *Huasco* en *Chile* (64) donde las vetas con glaucodota, calcopirita i cuarzo se hallan en una esquita clorítica, necesitan la misma reserva con que deben aceptarse las de *S. Andreasberg*.

La datolita de *Monte Catini* (65) i del *Lago Superior* (66) recuerdan las grietas i oquedades de varias rocas eruptivas básicas donde se encuentra el mismo mineral, atendido el que las vetas de cobre de *Monte Catini* atraviesan el gabbro rojo que *B. Lotti* (67) considera como una diabasa muy desmoronada i las del *Lago Superior* (68) el gabbro, diabasa i melafiro.

Como puntos de comparacion con *Tamaya* ofrecen especial interes los casos en que la turmalina es el mineral borífero que acompaña las vetas. Es sensible la insuficiencia de los datos de que disponemos.

Las vetas del cerro *Illampu*, en *Bolivia* (69), tienen danaita, pirita arsenical, bismuto, sulfuro i óxido de bismuto, oro, pirita de hierro, blenda, apatita, epidota, turmalina, espato calizo i cuarzo; se refiere que se encuentran en una esquita arcillosa del siluriano inferior. Mas no sé decir sobre su carácter jeolójico.

Segun nuestros conocimientos actuales acerca de la distribucion de la turmalina, tenemos derecho a suponer que las rocas vecinas, supuesto que son de la edad jeolójica que se le asigna, no conservan su estructura normal, mas bien las debemos tomar por metamorfoseadas.

De *Oruro Preto* (70) en el *Brasil*, se describen vetas de cuarzo aurífero que atraviesan la itacolunita, la esquita micácea i la itabirita i en las que junto con el oro ocurre la pirita, la pirita arsenical i turmalina negra.

Noticias detalladas acerca de las vetas de cuarzo aurífero de *Beresowsk* i su turmalina se deben a *G. Rose* (71), quien las halló metalíferos solo en donde atraviesan el granito.

Segun *G. Rose*, la turmalina allá se presenta en cristales verdes de forma de aguja o filiformes, que jeneralmente se elevan de las paredes de la veta embutidos en cuarzo. Ora se ven sueltos o irregularmente dispuestos, ora en hacillos i grupos; los primeros abundan en los cristales pelúcidos de cuarzo; i aunque son mas gruesos que los demas, raras veces superan al ancho de un alfiler. En asociaciones regulares, se encuentran de preferencia en el cuarzo opaco, siendo tambien los mas finos. Aparecen pelúcidos, resplandecientes; los extremos no siempre se distinguen bien, ya por ser tan estremadamente delgados, o ya por estar embutidos por un lado o por ambos a la vez. Se les encuentra principalmente en la mina *Pyschminskoi*, donde lo toman ordinariamente por actinolita.

La veta de *Dobschau*, en *Hungría*, que atraviesa el gabbro, ha sido descrita por *von Cotta* (72).

Sobre la masa que llena las ramificaciones de

(62) Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt, 1885, pág. 675.

(63) Hausmann, Reisedurch Scandinavien, II, pág. 23.

(64) Berg-und hüttenmännische Zeitung, 1850, pág. 57.

(65) Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1856, pág. 349.

(66) Zeitschrift der deutschen geol. Ges., IV, pág. 3 i 5.

(67) Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1885, II, pág. 423.

(68) Third annual Rep. of the U. S. Geol. S., 1881-82, pág. 93.

(69) Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1866, pág. 88.

(70) Zeitschrift für Krystallographie, XI, pág. 629.

(71) Reise nach dem Ural, I, pág. 190.

(72) Berg-und hüttenmännische Zeitung, 1861, pág. 51.1

la veta principal en la mina Zemberg, se espresa como sigue: «La mayor parte consiste en una íntima mezcla de minerales de níquel i de cobalto, aparte hai la tetraedrita con una potencia como de un pié junto con hierro carbonatado, i ademas la anquerita, espato calizo i chorlo, el último en concreciones esféricas de 2 a 6 pulgadas de diámetro, cuyo interior muestra capas concéntricas alternantes de chorlo, cuarzo i espato calizo».

CONCLUSION

De todo lo antecedente resulta que las vetas de cobre de Tamaya son únicas en cuanto a la presencia de la turmalina.

La asociacion de los minerales solo puede compararse con la que ocurre en Kravik-Fjord, en Tellemarken, con la diferencia que los accidentes jeológicos i la estructura de las vetas son enteramente distintas.

Talvez el número de las vetas turmalíferas aumentará por el exámen microscópico de los minerales, criadero i rocas vecinas de otras localidades; de manera que no solo es dable que análogas relaciones no falten en otras partes tampoco, es hasta mui probable que así sucederá, ya que los depósitos metalíferos suelen tener mucha semejanza entre sí.

Por ahora sería interesantísimo averiguar si la turmalina en Chile se reduce al cerro de Tamaya i sus alrededores i si realmente ocupa la estension que hacen suponer algunas noticias sobre el cordón cuprífero del Pacífico. Solo el reconocimiento exacto de todas las propiedades de aquellas vetas, en particular de su jeología detallada, permitirá formar un juicio definitivo sobre su jénesis.

Dependerá de nuevas investigaciones, si se puede aplicar a aquellos depósitos la teoría de la secrecion lateral o la de surgientes termales, ya que no pueden admitirse fumarolas.

Talvez existe conexión directa entre los minerales llenos de turmalina de Tamaya, la axinita del Huasco i los boratos de reciente orijen de Iquique.

Que las observaciones, compilaciones i discusiones apuntadas sirvan de estímulo para emprender nuevos trabajos.

L. DY.

Variedades

EL ORO I LA PLATA EN 1887

La produccion del oro durante el pasado año ha sido en todo el mundo de 502 millones de pesetas, dice la *Revista minera de Madrid*, cifra que aunque mayor que la del año precedente, es sin embargo, inferior al término medio de años pasados.

El término medio en el quinquenio de 1850 a 1854 fué de 676 millones i de 1855 a 1856 llegó a ser de 686; en el período quinquenal de 1860 a 1865 descendió a 624 millones, pero en el siguiente aumentó la produccion media a 657; desde entónces en los quinquenios siguientes pasó por la disminucion a 580, tras este otro quinquenio a 530 i, por fin, el de 1880 a 1885 el término medio fué solo de 490 millones.

Se ve, por lo tanto, que la cantidad del año último excede al mínimo alcanzado, pero es mui inferior al término medio en los veinte años anteriores. América, esto es, los Estados Unidos solos han dado 194 millones del total, la Australia 133, la Rusia 106 i entre todos los demas países 68.

No hace muchos años, la mayor produccion era la de Australia, pero actualmente la supremacia de los Estados Unidos está bien afianzada en las estadísticas del porvenir. El sur de Africa

representará probablemente un papel importante en la produccion de oro.

Por lo que hace a la de la plata, en 1887 la produccion de todo el mundo ha llegado a 603 millones de pesetas; en el año anterior habia sido de 608, pero ademas de ser la diferencia corta, hai la circunstancia que 1886 fué un año de gran crecimiento con relacion a los anteriores, cuyo término medio de los últimos veinte años ha sido próximamente de 500 millones anuales. Ese aumento de produccion, unido a no emplearse ya la plata como moneda con valor fijo en muchos países, explica lo difícil que se hace sostener su precio, que tiende constantemente a bajar.

En este metal, los Estados Unidos han cojido, como en todo, una posicion de primer orden, i el valor producido por ellos fué de 256 millones de pesetas sobre el total de 1887. Méjico los sigue con 78 millones; i en jeneral, todos los países productores aumentaron la cantidad obtenida, aunque no en proporeion igual a los mencionados.

ALEACIONES DEL COBRE

M. G. A. Faurie ha anunciado a la Academia de Ciencias francesa que ha obtenido unas aleaciones de mucha utilidad de cobre con el silicio. Ha descubierto que en ciertas condiciones puede obtenerse una aleacion de cobre con 15 por ciento de silicio. Habiendo investigado las propiedades de estas aleaciones, encuentra que varían notablemente segun la composicion. Las aleaciones de cobre i silicio obtenidas por el procedimiento de Hensler, se sabe que poseen gran fuerza i ductilidad, asimismo es sabido que los alambres de esta aleacion son mejores conductores de electricidad que los de cobre, i tambien que las piezas moldeadas con ella no presentan poros. Las aleaciones obtenidas por Faurie contienen mas silicio que las que las han precedido i se obtienen en Alemania i Béljica, i el mundo industrial se muestra mui impaciente por conocer las propiedades de las nuevas aleaciones.

OTRA LÁMPARA ELÉCTRICA MINERA

Ha llamado la atencion la lámpara eléctrica minera presentada en una reunion de la Sociedad Jeológica de Manchester por la Compañía inglesa de pilas eléctricas portátiles. La invencion de ésta es del ingeniero civil Mr. Urquhart i el carácter distintivo de la misma, es una fuerza electro-motriz considerable con relacion a su peso. La primera es de 4.7 volts i el segundo de unos 1,500 gramos. Las dimensiones son 0,23 x 0,11 i se contiene en una caja sólida de teca. La lámpara se carga para funcionar 12 horas i la luz que emite es cuatro veces mayor que la de la lámpara minera de Musseler, con la cual se la comparó. Segun el inventor, la pila que la hace funcionar no puede llamarse ni primaria ni acumulador, i sin embargo, no entendemos que pueda llamarse otra cosa que acumulador la pila que necesita cargarse por medio de un dinamo. Alguna accion propia, sin embargo, puede suponerse desde el momento que con una dinamo movida por 1½ caballo de vapor se produce la carga para 150 lámparas que funcionan 12 horas. Renunciamos por hoi a hacer descripcion mas detallada de la lámpara, porque siguiendo nuestro propósito, hemos encargado una desde luego, i por tanto, en caso de ser práctica, tendremos ocasion de conocerla i descubrirla con un ejemplar a la vista, mientras si es que no se nos envía será porque la inteligente persona a cuyo juicio dejamos que nos envíe cualquier lámpara minera eléctrica que juzgue llegue a estado práctico, entenderá en este caso como en otros anteriores, que aquella de que nos ocupamos hoi es una tentativa laudable mas, pero que aun no es una invencion prácticamente aplicable.

TUBOS DE COBRE FORMADOS POR LA ELECTRICIDAD

Si se realiza lo previsto, puede predecirse el abandono del sistema actual de fabricar tubos de cobre estirados, para adoptar como regla jeneral el nuevo procedimiento que emplea Mr. W. Elmore, de Cockermouth. El sistema de que se trata es mas barato, pero aun en el caso de ser mas caro, mucho mas caro se impondria, porque produce un artículo mui superior en resistencia al fabricado hasta aquí por los sistemas conocidos.

Se obtienen, por el que vamos a describir, tubos sin juntas ni soldaduras i de una resistencia a la tension superior de 50 a 100 por ciento sobre los tubos estirados. Ademas, se obtiene este resultado aun cuando se emplee cobre de calidad inferior; i por esto puede suponerse que los tubos del sistema Elmore compitan ventajosamente con los hasta aquí fabricados.

Los tubos se fabrican por el depósito electro-lítico del cobre, en lo cual segunamente no hai nada nuevo en esencia; i sin embargo, cuando se han querido hacer tubos por este medio ántes de ahora, solo se ha obtenido un metal saltadizo, cuyo uso era imposible para aplicaciones en que se exijiera resistencia a la tension.

Para las planchas de grabados i para los cilindros de estampacion en telas, el cobre electrolítico depositado lentamente, da buenos resultados, porque en esas aplicaciones no está llamado a sufrir efectos de estraccion.

La novedad del procedimiento de Elmore está en la manera de deshacer los cristales a medida que se van formando, comprimiéndolos de modo que resulta un cobre fibroso, entrelazándose o como si se dijera tejiéndose las fibras, i de aquí esa gran resistencia que se ha encontrado.

El sistema de fabricacion es el siguiente: al mandril o ánima de hierro sobre que se ha de depositar el cobre se le imprime un movimiento de rotacion constante dentro del baño i al mismo tiempo un pulimentador de ágata se mueve de extremo a extremo del tubo lentamente, por manera que su paso queda señalado en el tubo como si fuera un tornillo. Las velocidades de ámbos movimientos se combinan de modo que se deposite una capa de cobre del espesor de siete milésimas de pulgada por cada paso lonjitudinal del pulimentador. Cuando la capa depositada llega al espesor que se desea obtener, se retira el mandril del baño i colocándolo en una vasija con vapor recalentado, la expansion del cobre hace que se pueda separar el tubo de cobre del ánima de hierro i a los pocos momentos se logra extraer ésta.

En las pruebas de resistencia del metal de los tubos fabricados así, hechas por los señores Kirkaldy i Compañía, por el profesor Kennedy i por el profesor Urwin, solo se han roto con esfuerzos equivalentes de 45 a 70 toneladas por centímetro cuadrado, con alargamientos de 7½ a 10 por ciento las barritas de 0,25. El metal producido de este modo admite ser martillado con gran facilidad, i puede doblarse, estirarse i comprimirse sin recocerlo i sin que presente tendencia a agrietarse. Algunas muestras pulimentadas que se sometieron al microscopio hicieron ver que la textura del cobre electrolítico es perfectamente compacta i homogénea, en tanto que el estirado presenta una masa de cristales i cavidades. Por mas que hasta ahora el sistema de Elmore no haya pasado del estado de ensayo, parece prometer que el mundo industrial podrá contar en adelante con una calidad de cobre en tubos mejor que la que ha podido obtenerse hasta aquí.