

longitud mayor de doscientos metros y un desnivel abajo de la boca mina, de cerca de ochenta metros, como puede verse por el plano y corte adjuntos.

CARACTERES GEOLÓGICOS.

La región de que me ocupo, como incluida en el mismo corazón de la Sierra Madre Occidental, forma parte de una inmensa zona minera limitada por el norte y por el sur, cubierta por rhyolitas, lavas volcánicas y basaltos, y al occidente extendiéndose hasta muy cerca de la costa del Pacífico, hacia la cual desciende irregularmente el terreno. Pero la zona de Hostotipaquillo propiamente, está limitada al poniente por la barranca de Mochiltic y al norte por el río de Santiago, cuyo cauce ocupa el fondo de una profunda cortadura del terreno que no parece otra cosa que una gran fractura que atravesó toda la Sierra de oriente á poniente, y paralela á la cual se presentan casi todas las vetas inmediatas al río enunciado. En las inmediaciones de Hostotipaquillo predominan las rhyolitas, esferolitas y lavas recientes, así como en las eminencias de uno y otro lado del río, las cuales se ven coronadas por mesetas de estas rocas claramente superpuestas á las andesitas anfibólicas, en las cuales arman la mayor parte de las vetas, entre ellas la de Mololoa. El terreno es pues, eminentemente minero.

Juzgando por analogía con otros horizontes geológicos, pueden clasificarse estos terrenos eruptivos como de época terciaria. (1)

CONSIDERACIONES GENERALES Y CONCLUSION.

La afirmación, muy aceptada, de que no hay mina buena si no fué trabajada por los españoles de la conquista, parece una vulgaridad, pero si se examina atentamente, aun prescindiendo de la verdad que ella encierra, como deducida de la experiencia, y sin concederle una generalización completa, no está desprovista de fundamento. Efectivamente, la riqueza de las vetas, las bonanzas, no vienen distribuidas al acaso, ni en todo lo largo de ella; comunmente en las vetas del país, esa riqueza viene en columnas más ó menos inclinadas llamadas clavos ó chimeneas, que afloran á la superficie haciéndose manifiestas en los crestones. Fué por las indicaciones de éstos, que estimaron debidamente los aborígenes, quienes sirvieron de guía á los españoles, cómo éstos, explotaron tan pronta y seguramente, los núcleos más ricos de las vetas de México, de tal manera que fuera de ellos poco se ha conseguido; á pesar de los superiores elementos de seguridad personal, de trabajo y de ciencia con que contamos ahora.

Son pues, muy justificadas las esperanzas de éxito fundadas en la rehabilitación de la mina de Mololoa, tanto por esa circunstancia como por las ya enumeradas de la roca en que arma la veta, caracteres de ésta gran desnivel de la mina respecto de las quebradas vecinas y facilidades para el trabajo debido á la baratura de provisiones, fletes y manos de obra, y no debe vacilarse en emprender el trabajo de la mina con el capital necesario para una explotación en grande.

Guadalajara, 20 de Agosto de 1904.

Ingeniero DANIEL V. NAVARRO.
Escuela de Guadalajara.

(1) Véase "Bosquejo Geológico de México" Boletín del Instituto Geológico de México, números 4 y 6.

METALOGRAFIA.

LA MICROGRAFIA DE LOS METALES

POR M. LE LEVERRIER. (1)

El estudio microscópico de los metales fué inaugurado en Inglaterra por Sorby, en Alemania por Martens, en Francia, Osmond, cuyos primeros trabajos fueron hechos en Creusot con la colaboración de Werth, ha proseguido sus difíciles estudios con un talento y una perseverancia admirables. Por los importantes resultados que él ha obtenido, por los métodos originales que ha inventado ó perfeccionado, merece ser considerado como el verdadero fundador de esta nueva rama de la ciencia, que él ha denominado la «Metalografía;» no se contentó con los estudios micrográficos, sino que ha ideado, para ilustrar la física de los metales, diversos modos diferentes de investigación como son el estudio de las leyes del enfriamiento, la determinación de los puntos singulares, etc., que han abierto á la ciencia un vasto campo aún apenas explorado.

Esta obra es tanto más meritoria cuanto que la ha llevado á término, en gran parte, con sus propios recursos, con un instrumental reducido casi rudimentario; y luchando contra dificultades que habrían hecho acobardar á cualquier otro.

Y tanto más tengo la obligación de rendir á Osmond este homenaje sincero, cuanto que me voy á ver obligado á hacer ciertas reservas á algunas de sus conclusiones teóricas. En la evolución de las ciencias, las hipótesis, las teorías, desaparecen ó se transforman; las experiencias y los métodos subsisten. Los que, como Osmond, legan á la ciencia un número de hechos bien observados y métodos nuevos de investigación, hacen una obra que no perecerá aunque el futuro no dejase nada en pie de las inducciones generales que, para ellos, era la coronación de sus trabajos.

Varios observadores han seguido, en Francia, la vía abierta por Osmond; Guillemin, Charpy, han publicado, sobre las aleaciones de cobre, estudios de un interés práctico muy grande.

En Alemania, Martens, que dispone en Charlottenbourg de una verdadera oficina de investigaciones, acumula documentos que constituirán una verdadera enciclopedia metalográfica. En América, Arnold y Sauver prosiguen estudios de un carácter científico á la vez que industrial. En Francia, el empleo del microscopio empieza á extenderse en los establecimientos siderúrgicos del Loira y del Centro. He visto en Montluçon un álbum muy interesante de micrografías hechas con rara habilidad por Gassic, ingeniero en la oficina de St. Jacques, y debo agradecer particularmente al Sr. Levy el que me haya permitido tomar conocimiento de esos documentos de donde he sacado muchas nociones nuevas é importantes.

I.

Modo de operar y naturaleza de las indicaciones dadas por el microscopio.

No pudiendo el microscopio enfocarse sino para ver una superficie plana, se estudian los metales en la forma de muestras arregladas y pulidas.

Hasta ahora no se han podido obtener láminas bastante delgadas para que sean transparentes. Por lo

(1) Memoria presentada y leída ante el Congreso de Minas, Metalurgia y Geología de Budapest.

tanto, es necesario iluminar la superficie por reflexión. Para pequeños aumentos hasta de 100 diámetros, la luz que viene de lado es suficiente: el objeto es iluminado entonces oblicuamente: se concentran sobre el punto por observar los rayos luminosos, por medio de espejos parabólicos ó cónicos colocados sobre el objetivo. Con fuertes aumentos ya no se puede recibir la luz sino por el mismo tubo del microscopio. Se dispone en ese tubo, un poco más arriba del objetivo, una delgada lámina de vidrio inclinada á 45°, que refleja sobre el objeto los rayos luminosos que penetran por un orificio lateral y les permite volver hacia el ocular en gran parte: este es el aparato denominado *iluminador vertical*; en este caso la superficie que se observa esta iluminada por rayos que caen casi verticalmente sobre ella. Las imágenes que se obtienen así, son ligeramente borradas; se puede reemplazar la lámina de vidrio por un pequeño prisma de reflexión total que no ocupe sino una parte del campo de visión; se obtienen así imágenes más netas y más adecuadas para la fotografía, pero el aparato se hace muy difícil de regular.

Para las observaciones corrientes puede emplearse con ventaja el iluminador ocular de Cornu. Se compone de una serie de vidrios incluidos á 45° fijos en un tubo sobre el cual se coloca el ocular: las láminas reflectoras quedan así inmediatamente debajo del ocular. Este sistema funciona con todos los aumentos, é inclinando el aparato se puede emplear la luz natural, mientras que el iluminador vertical no anda bien sino con una lámpara. Desgraciadamente la iluminación ocular no se presta para los procedimientos ordinarios de la fotografía.

Cuando se ilumina verticalmente, las partes brillantes corresponden á las faces ó superficies horizontales: toda superficie inclinada refleja la luz hacia fuera del tubo y aparece en sombra. Con la iluminación inclinada, son, por el contrario, las faces ó superficies convenientemente inclinadas las que se alumbran: las partes pulidas horizontales aparecen sombrías, se iluminan un poco cuando tienen rugosidades. En ambos casos solamente se pueden distinguir las formas, que se traducen por el juego de sombra y luces: no se tienen ningún medio para distinguir la naturaleza de los cuerpos: un cuerpo que no refleja la luz, incluido en el metal, dará una mancha que produce un hueco. Una picadura y un grano de escoria tendrán el mismo aspecto. Aun los mismos colores ya no se distinguen con grandes aumentos: todos los cuerpos pulidos dan más ó menos el mismo brillo y color; un trozo de madera tiene casi el aspecto de un hierro laminado.

La micrografía de los metales se encuentra, pues, en un estado de inferioridad notable en relación á las otras aplicaciones del microscopio, principalmente de la petrografía. Cuando se estudian las rocas, se las reduce á laminillas muy delgadas: se iluminan por transparencia, y ayudándose con la luz polarizada, se pueden determinar las propiedades ópticas de cada cristal. Se tiene así, pues, un medio directo y preciso para determinar la naturaleza de los cuerpos y se pueden reconocer los diversos elementos que entran en la composición de una roca. Al principio se esperó que el microscopio pudiera hacer otro tanto para las aleaciones metálicas; pero no es así. En este caso no se tiene ningún medio directo de determinar los cuerpos que vemos. No observamos sino las formas, y solamente por inducción y por comparación con datos obtenidos de otros estudios se puede llegar á saber, á veces, que tal ó cual forma corresponde á tal ó cual elemento.

Sobre una superficie de metal pulido no se ve sino las rayas y puntos producidos por la misma pulimentación. Para dejar á la vista la estructura interior del

metal es necesario despulir la muestra por medio de un ataque en ácidos muy débiles. Entonces aun cuando el metal sea homogéneo, el reactivo se insinúa por las junturas de los granos contiguos, encuentra líneas de fácil penetración que se cruzan y hace aparecer figuras ó dibujos más ó menos en relación con la estructura íntima de la materia. En suma son esas figuras de corrosión las que se observan; es muy justo recordar que Tresca ha inaugurado hace tiempo y con buenos resultados ese método para el estudio de la estructura en grande del fierro ó de los metales trabajados, y que ha obtenido resultados bien interesantes. Hoy día no se hace sino observar con el microscopio lo que él observaba al ojo ó con una lente.

Parece á primera vista que un reactivo convenientemente elegido podría respetar ciertos elementos y hacerlos aparecer en relieve; desgraciadamente los componentes que se quieren distinguir de esa manera no ofrecen diferencias bastante marcadas, su mezcla es demasiado íntima y, salvo para un pequeño número de aleaciones, demasiadas expuestas á licuación, no se llega á separaciones netas; ó en todo caso, no se dispone de un medio para averiguar si se llega á esas separaciones; falta todo criterio seguro para aseverar que las partes no atacadas tienen una composición especial y por lo tanto para saber cuál es esa composición.

El relieve es el solo medio que permite á veces distinguir dos elementos distintos en un metal. Las partes salientes tienen que pertenecer á elementos más duros ó bien inatacables por el reactivo usado. Este es un diagnóstico bien poco suficiente, pues no prueba con seguridad que exista una diferencia de la naturaleza; muchísimas circunstancias pueden modificar, sea el desgaste, sea la rapidez con que un elemento se deja atacar; además así solamente pueden distinguirse dos categorías. Sin embargo, es de mucha importancia distinguir las partes salientes de las partes entrantes, y esto no es siempre fácil. En efecto, la iluminación vertical suprime toda impresión directa de los relieves. Moviendo lentamente el tornillo correspondiente para llevar el objetivo más arriba ó más abajo del punto en que se había enfocado la primera vez, las modificaciones del aspecto de la imagen permiten á veces distinguir los salientes; se puede aún, teóricamente, medir la diferencia de altura de dos regiones de la plancha enfocadas sucesivamente. Pero en la práctica, cuando las diferencias de nivel son muy pequeñas, no se ve nada de esto, sobre todo tratándose de pequeños detalles. La iluminación oblicua da un diagnóstico más fácil. Para esto es conveniente disponer cerca del microscopio una pequeña lámpara eléctrica que se pueda acercar al objeto y hacer girar para colocarla según dos azimutes diferentes; esta lámpara puede sostenerse por un soporte acordado cuyo pie vertical puede girar al rededor del eje del aparato. Aproximando la lámpara, y moderando al mismo tiempo la iluminación vertical por medio de vidrios de color, se hacen aparecer líneas brillantes que corresponden á facetas inclinadas hacia el lado de la lámpara; el ojo juzga entonces del relieve como en la iluminación oblicua. No se debe olvidar que las imágenes aparecen invertidas, y por lo tanto debe raciocinarse como si los rayos luminosos viniesen del lado contrario al que ocupa la lámpara.

Según lo que acabamos de decir, el microscopio tan excelente para estudiar la estructura física de un metal, es impotente por sí mismo para mostrarnos si se encuentran en el metal uno ó varios elementos; ó para darnos á conocer su distribución. Micrografos distinguidos á la cabeza de los cuales marcha Osmond, despliegan un talento y una paciencia admirables para

AGRICULTURA

CULTIVO DEL HULE.

Procedimientos de coagulación del latex.

resolver este difícil problema; rindiendo á sus trabajos todo homenaje, no puedo dejar de decir que, hasta el presente, los medios de determinación que ellos han encontrado son seguramente ingeniosos ó interesantes pero de un manejo difícil y, lo que es más grave, de una certidumbre contestable: sus diagnósticos tienen tanto de adivinación como de observación científica. Al esperar que el campo que ellos han entreabierto esté bastante explorado para ser accesible para todo el mundo, creo que el ingeniero que quiera aplicar el microscopio á estudios prácticos, debe conformarse únicamente con pedirle que le demuestre las formas y las estructuras.

Las figuras de corrosión que se obtienen, dependen del modo de hacer el ataque, pero tienen seguramente también relación con la estructura interior del metal, de manera que si se comparan varias muestras atacadas de la misma manera, se puede admitir que las diferencias entre las figuras obtenidas corresponden á diferencias entre las estructuras mismas. Estas figuras no dan una imagen fiel y directa de la estructura molecular; son una consecuencia indirecta de ella, y no pudiendo estudiar la estructura molecular misma que es inaccesible para nosotros, se tiene que estudiar sus reflejos ó su traza más ó menos deformada en los cortes microscópicos.

Es necesario no perder de vista estas restricciones cuando se habla de la micro-estructura de un metal; es necesario no olvidar que lo que vemos, lo que describimos, es el resultado de un tratamiento complejo. Los caracteres observados no tienen una significación absoluta; solamente tienen un valor comparativo y no pueden ser interpretados sino por la experiencia.

Se puede, por lo demás, decir otro tanto del procedimiento cuyo empleo es universal desde hace mucho tiempo en las oficinas y que consiste en juzgar de un metal por su fractura. El aspecto puede variar con la manera con que se haya hecho la fractura de la muestra; no se puede hacer ninguna deducción *a priori* del examen aislado de una fractura. Sin embargo, un operario experimentando encuentra en ella un medio de diagnóstico seguro, con tal que no salga de la serie de metales con que la práctica y la observación lo ha hecho familiar. El microscopio no es sino un medio de estudio más delicado, pero no por eso menos empírico. Dará indicaciones preciosas cuando se haya combinado su empleo con la observación de las demás propiedades del metal y cuando se le aplique á series bien estudiadas. Es preciso no acobardarse por las dificultades de interpretación con que se tropieza y que aún están distantes de estar resueltas.

No con una sola mirada y en una experiencia se aprende á juzgar un acero por su fractura; pero eso no impide que un contra-maestre ejercitado pueda distinguir sin trepidar matices apenas apreciables. Al microscopio las formas son mejor determinadas, pero su interpretación es más dificultosa, siendo que la educación empírica tiene que hacerse todavía por cualquiera que se dedique á este estudio; cuando se haya tenido la paciencia de hacer esta educación empírica, este sistema de investigación se hará tan simple y general como el otro.

Continuará.

El latex obtenido, sea derribando los árboles, sea por cualquiera de los otros métodos que hemos visto ya, no provee todo el caoutchouc que tiene en suspensión, si no se le somete á un procedimiento dado de coagulación que varía con los países, y aun de una á otra región en un mismo país.

Para facilitar nuestro estudio, reunimos en un cuadro los diversos procedimientos empleados, en grupos que á su vez pueden subdividirse en sub-grupos, y al frente de los cuales coloco los países en que comunmente se emplean.

Por el calor	Calor artificial.	Calor seco ó ahumado.	Amazonas y Nueva Caledonia.
		Calor húmedo ó cocción.	América Central.
	Calor natural.	Absorción del suelo por el suelo.	Angola.
Absorción del suelo por el cuerpo humano.		Congo y Angola.	
Evaporación sobre superficies planas.		Ceara y Angola.	
Por el descremado	Descremado después del desdoblamiento con su volumen de agua.	Bahía.	
	Descremado después del reposo; desdoblamiento con 4 ó 5 vols. de agua, trasiegos, lavados y y compresión. ..	Bahía y Congo.	
Por selección.	Selección química por reactivos minerales.	Pernambuco y Marañho.	
	Selección química por reactivos vegetales.	Perú, Nicaragua, Gambia y Madagascar	
Por el calor.	Natural ó artificial y la selección química combinados.	Gambia, Senegal y Mozambique.	

Procedimiento de coagulación del latex por el calor seco, artificial ó ahumado.

Este es el procedimiento empleado en Pará para la obtención del caucho de ese nombre, el más reputado, tanto por su coloración cuanto por su elasticidad y resistencia.