

C-20-6-407

Homenaje del Autor.

459

NOTAS

SOBRE

EXPLORACION Y PROSPECCION DE CRIADEROS

MINERALES

POR

JULIO BAZ Y DRESCH, M. S. A.

INGENIERO DE MINAS



MEXICO

IMPRESA Y FOTOTIPIA DE LA SECRETARIA DE FOMENTO

Callejón de Betlemitas núm. 8

1910



BIBLIOTECA



62234

459

X. 25
V-29-1-296

NOTAS

SOBRE

EXPLORACION Y PROSPECCION DE CRIADEROS

MINERALES

POR

JULIO BAZ Y DRESCH, M. S. A.

INGENIERO DE MINAS



MEXICO

IMPRESA Y FOTOTIPIA DE LA SECRETARIA DE FOMENTO
Callejón de Betlemitas núm. 8

1910



BIBLIOTECA

NOTAS

EXPLORACION Y PROSPECCION DE CRISTALOS

MINERALES

100

LEON BAN Y DRESCH, S. R. L.

MEXICO



MEXICO

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y GEOGRAFIA DE MEXICO
Calle de Belisario 200

1910

NOTAS SOBRE EXPLORACION Y PROSPECCION DE CRIADEROS MINERALES

Por el Ingeniero de Minas Julio Baz y Dresch, M. S. A.

(SESION DEL 2 DE AGOSTO DE 1910)

PROGRAMA

Primeros trabajos para preparar una mina hasta ponerla en estado de ser explotada, tomados desde el tiempo del descubrimiento y pasando revista á todos los estados intermedios, como son: exploración, reconocimiento preliminar, denuncia, levantamientos de estudio, obras de investigación, trazado de las obras de preparación para el disfrute y finalmente apreciación del yacimiento.

DIVISION

1. Introducción y exposición del programa.
2. Trabajos de exploración ó prospección.
3. Reconocimientos preliminares.
4. Procedimientos de denuncia.
5. Levantamientos de estudio.
6. Obras de investigación.
7. Obras preparatorias del disfrute.
8. Apreciación del yacimiento.
9. Conclusión.

1.—Introducción y Exposición del programa

Una mina es un depósito de mineral que puede ser trabajado con beneficio, es decir, que antes de agotarse debe haber devuelto á sus dueños el precio de adquisición y las cantidades gastadas en los servicios de extracción, transporte y beneficio del mineral, costo de obras

auxiliares y administración y además una utilidad líquida y valuada como un tanto por ciento de las cantidades de dinero empleadas.

Por lo tanto la persona que emprenda la explotación de un criadero mineral deberá investigar, antes de invertir sumas más ó menos grandes en las obras é instalaciones previas, asegurándose lo más posible de que el criadero contiene mineral en cantidad y calidad suficientes para justificar esta inversión.

La investigación de los criaderos minerales es una operación necesaria que debe anteceder á las de explotación y es precisamente ella la que decidirá el grado de explotabilidad de un criadero.

Puede decirse que la mayor parte de los fracasos en minería se deben al descuido de la investigación previa del criadero, pues sólo los resultados de dicha investigación serán á los que se deba atender para invertir un capital, casi siempre cuantioso, en un determinado asunto minero.

1.—Los trabajos de exploración son los que se hacen con el objeto de descubrir criaderos minerales. Dichos trabajos se emprenden sistemáticamente en el caso de una Compañía concesionaria de una Zona de Exploración en una región mineralizada y que tenga un campamento Ingenieros dedicados á descubrir criaderos que ameriten denunciarse.

2.—Fuera de este caso aislado, el descubrimiento de los criaderos minerales es debido, ó á la casualidad, ó á los esfuerzos aislados de los gambusinos y cateadores gente de escasos recursos y pocos conocimientos científicos, pues su ciencia se reduce á distinguir unas de otras, tres ó cuatro pintas minerales pero que poseen un espíritu aventurero y que siempre con la esperanza de hacer una fortuna rápida en algún descubrimiento, no desmayan en su empresa arrastrando una vida llena de privaciones.

3.—Así es que generalmente el Ingeniero no tiene que hacer propiamente el descubrimiento, sino que comisionado por el socio capitalista del descubridor tendrá que informar de la existencia y naturaleza del criadero y de su explotabilidad aparente para que en vista de este informe preliminar se decida si hay ó no lugar á proceder al denuncia para amparar la propiedad y empezar á hacer investigaciones formales.

4.—Una vez que se ha visto que el criadero presenta buenas condiciones para ser trabajado se procederá al aseguramiento de la propiedad.

Dos clases de procedimientos se presentan: 1. Los administrativos, que son los que se siguen en la Agencia de Minería y que comprenden: permiso de exploración, solicitud de denuncia, publicación de dicha solicitud, nombramiento y aceptación del perito, entrega del plano é informe á la Agencia de Minería y expedición del Título por la Secretaría de Fomento. 2. Los procedimientos periciales, que son los que tiene que efectuar el Perito para hacer la medida y localización de las pertenencias señalando en el terreno los puntos que deben ocupar las mojoneras.

5.—Siendo muy costosas, las obras preparatorias de explotación antes de emprenderlas, deberá hacerse un estudio completo del criadero y de las condiciones en que se encuentra. Hay necesidad pues, de hacer un levantamiento de estudio para poder determinar la mejor colocación de las dichas obras para que llenen su objeto y para que resulten lo más económicas posible.

Con un levantamiento bien hecho se tendrá el criadero de tal modo representado, que será posible después proyectar los lugares de él que se deben atacar y calcular además, no sólo la duración de las obras, sino aun su costo.

6.—El estudio del criadero no será completo si no se investiga antes, tanto en la superficie como en la profundidad, sus dimensiones, regularidad, mineralización y condiciones generales para su explotación.

Ciertamente que esto originará un gasto (especialmente las investigaciones subterráneas), pero deberá tenerse en cuenta que, si el resultado de la investigación es negativo evita el emplear en un mal negocio cantidades fuertes de dinero y si el resultado es favorable, estas obras servirán para dar á conocer la mejor manera de trabajar el yacimiento.

Quando no se conozcan todas las condiciones que se tienen que satisfacer y todos los obstáculos que hay que vencer, las obras que se emprendan tendrán que salir defectuosas y redundarán en perjuicio de la explotación económica.

7.—El estudio y la investigación de las condiciones del criadero

permitirá fijar de una manera definitiva el método de explotación que se va á seguir y una vez este elegido habrá que hacer el trazado de las obras (pozos y galerías) necesarias para llevarlo á cabo.

El trazado de esta red subterránea comprenderá las obras de acceso y las de circulación interior, que son las intermediarias entre las labores y el patio de la mina y que una vez ejecutadas permitirán á ésta entrar en un período de plena producción.

8.—El último punto tratado es el que se refiere á la apreciación del yacimiento para decidir de su explotabilidad.

9.—Conclusión.

2.—Trabajos de exploración ó prospección

Dos factores intervienen en el descubrimiento de criaderos minerales: casualidad y tiempo; pocos son los que han escapado á esta doble influencia.

El hombre desde las más remotas edades ha extraído las sustancias minerales del seno de la tierra, es claro que desde un principio debe haberle llamado la atención el diferente aspecto de los minerales respecto á la roca en que se encuentran y atraído por su color, su brillo, su peso, etc., los recogió y acabó por descubrirles sus otras cualidades.

Los minerales más fáciles de recoger fueron los primeros en ser explotados, tales son aquellos cuyos criaderos pertenecen á los denominados placeres.

El pastor, el arriero, el caminante, han sido los principales descubridores de los criaderos minerales.

Pero además de los casos en que interviene la casualidad, hay otros en los que el hombre se dedica exclusivamente á encontrar ó descubrir dichos criaderos.

Estos trabajos de descubrimiento son emprendidos ya sea por personas aisladas que en general poseen escasos conocimientos mineralógicos y geológicos y que son designados con el nombre de gambusinos; ó por sociedades organizadas con el objeto de determinar, en una región dada, los criaderos que ameriten ser denunciados.

Estas empresas, equipadas á veces con todo gasto, tienen verdaderos campamentos de ingenieros dedicados á levantar el plano topográfico y geológico de la región abrazada por la zona de exploración concedida y mantienen por un tiempo largo un trabajo perfectamente organizado.

El individuo que se dedica á descubrir criaderos minerales debe tener cualidades especiales; debe ser robusto y sano para poder soportar las fatigas físicas, largas jornadas, mala alimentación, vida al aire libre, inclemencias del clima, etc. Su carácter distintivo es su afición á estas empresas, además debe ser sobrio, prudente, tenaz para no desmayar en la prosecución de su ardua tarea y sobre todo debe ser escéptico para no ilusionarse con indicios falsos y así poderle dar á las observaciones y descubrimientos su real valor.

Conocimientos en mineralogía, geología, docimacia y análisis químico (por lo menos al soplete), y de topografía, son enteramente indispensables y aunque no se puede decir hasta qué grado debe poseer estos conocimientos, se comprende que de ellos dependerá en gran parte el resultado que se obtenga.

Además debe conocer los procedimientos administrativos de ley que se siguen para amparar los descubrimientos.

Todo esto reunido hace del individuo que se dedica á buscar minas un ser especial y en cuanto á su carácter se puede decir que el gambusino nace, no se hace.

Este sería el gambusino ideal, raramente realizado, pues la mayor parte no llenan ni la mitad de los anteriores requisitos, pero al hablar de él lo he hecho porque las condiciones que he expresado son las que deben tener los ingenieros comisionados para el estudio de una región.

En un campamento organizado en regla se aplicará el principio de la división del trabajo. El número de personas que lo formen variará en cada caso con la extensión de la zona por explorar, del tiempo en que deba quedar acabado el estudio y de la posibilidad monetaria de la compañía organizadora.

Pero en general el servicio debe organizarse así:

- Un jefe.
- Sección de topógrafos.
- Sección de exploradores.
- Administrador del campamento.
- Mozos y peones.

El jefe del campamento es generalmente uno de los exploradores y su misión es además la de distribución del trabajo, la recopilación de datos y la vigilancia.

TOPOGRAFIA

El levantamiento topográfico es una operación enteramente indispensable en el caso que nos ocupa, pues el conocimiento de la región y de las formas del terreno hará que la exploración se lleve con orden y método y permitirá relacionar unas con otras las observaciones y datos recogidos.

Las operaciones topográficas que tienen que hacerse son de dos órdenes, primero un levantamiento general que dará á conocer los accidentes orográficos y las vías de comunicación y un cierto número de puntos fijos á los que se relacionarán los levantamientos especiales; y segundo, los levantamientos especiales que se harán en cada punto en que el explorador haya hecho un descubrimiento y tiene por objeto determinar los elementos del criadero descubierto, localizar los puntos adonde se hayan tomado muestras, servirán además para proyectar los trabajos que se han de hacer sobre dicho criadero, en vista de que salgan lo más apropiados para el objeto y por último para establecer el denuncia.

EXPLORACION

Cada explorador tiene que hacer sus investigaciones en una área limitada y proceder sistemáticamente.

Las indicaciones á que tiene que atender y por su orden, son las siguientes:

Indicaciones locales.

Arqueológicas.

Mineralógicas.

Indicaciones geológicas.

Relaciones de formación de los criaderos.

Asociación, continuidad y paralelismo.

INDICACIONES ARQUEOLOGICAS

Son las señales de cualquiera naturaleza que hayan podido dejar los trabajos efectuados en épocas más ó menos remotas.

Desde luego la etimología dará una luz á este respecto y aunque muchas veces un nombre puesto al acaso, no quiere decir nada, hay otros en los que dicho nombre guarda alguna relación con su significado.

Así hay lugares denominados: Piedras Negras, Barriga de Plata, Río del Oro, Tetela del Oro, Minas Viejas, Azufrosa, etc., en los que existen carbón de piedra, mineral de plata, oro de placer, etc.

Tradiciones.—Muy abundantes en el país, sobre todo en los distritos mineros de difícil acceso y poco poblados; se refieren generalmente á minas muy ricas cuya localización exacta no se conoce, pero en la tradición se cuentan incidentes por los que puede deducirse el lugar adonde estaba situada la mina, que generalmente fué tapada por su propietario, habiendo éste al momento de huir ó morir, legado los datos de su situación á una ó dos personas que quedaron en el secreto.

De dichas tradiciones hay que desconfiar, pues si bien es cierto que las hay verdaderas y que realmente han servido para hacer buenos descubrimientos, la mayor parte son inventadas por individuos que tienen por profesión vivir de los crédulos y entusiastas buscadores de minas, al ofrecerse como guías y ayudas en el descubrimiento de la mina objeto de la tradición que ellos mismos cuentan.

Documentos.—Son más raros pero sin embargo existen y sobre ellos se puede decir, lo mismo que se dijo respecto á las tradiciones. Suelen ser de valor los documentos originales pertenecientes á los archivos

virreinales en los cuales se daba cuenta ó informe de trabajos de minas ó de causas instruidas contra mineros.

Trabajos antiguos.—Estos son los más valiosos de todos los indicios arqueológicos puesto que son pruebas fehacientes de la existencia de un criadero mineral. Son de dos clases, restos de excavaciones de donde se ha extraído el mineral, ó de las construcciones destinadas á beneficiarlo.

Los yacimientos minerales fácilmente reconocibles han sido trabajados desde épocas muy remotas, cuando menos en los puntos bien mineralizados del afloramiento. Pero la imperfección de los medios con que contaban estos mineros primitivos dió por resultado que sus trabajos no pasaron de una profundidad relativamente corta (aunque hay ejemplos de casos excepcionales en los que las profundidades alcanzadas son notables), sobre todo cuando tenían que luchar con el agua y por otra parte los procedimientos metalúrgicos antiguos sólo permitían el tratamiento de los minerales ricos.

Debido á esto, muchos trabajos tuvieron que ser abandonados cuando, por haber llegado á una profundidad relativamente grande, por un decrecimiento de la ley del mineral, por una irrupción de agua en las labores ó por una mala organización, el minero no podía seguir trabajando con provecho.

Las vicisitudes por que haya atravesado la región en un período largo de tiempo: escasez de lluvias, malas cosechas, guerras y por consecuencia emigración y falta de brazos, contribuyen al abandono de los trabajos, los que después de un largo tiempo de inactividad no pueden volver á ponerse en estado floreciente sino á costa de grandes capitales.

Así en muchos casos esas antiguas obras pueden tomarse de nuevo con utilidad. De ello hay actualmente en el país numerosos ejemplos, aun de aprovechamiento de los desechos de los antiguos (terreros y jales).

INDICIOS MINERALÓGICOS

Estos pueden presentarse de dos maneras: en su lugar ó transportados.

El explorador al recorrer una región debe hacerlo con método premeditado, recorrerá primero los arroyos principales en sentido ascendente, y si llega á descubrir un fragmento de mineral (debe fijarse también en las substancias que pueden ser matrices), esto lo pondrá en el camino del yacimiento; desde luego se fijará en su estado, así un fragmento rodado de un mineral duro que presente sus aristas arredondadas habrá recorrido un gran camino, y si el mineral es suave y presenta aristas angulosas, el camino recorrido habrá sido muy corto; juzgando de esta manera y averiguando por la forma del terreno el camino por donde este mineral pudo haber llegado al lugar adonde fué encontrado, proseguirá su investigación en esa dirección buscando más fragmentos, la presencia de los cuales le irá acercando al lugar de donde provienen.

La desaparición de los fragmentos dará lugar á buscar en otra dirección ya sea en un talweg tributario ó en el flanco de la colina, de esta manera se llega hasta el lugar adonde se encuentra en su yacimiento.

Las investigaciones pasarán de los arroyos á las crestas ó filos de las elevaciones y serán facilitadas en muchos casos por la ausencia de vegetación, lo que permitirá notar los cambios de la coloración. El color es un factor muy importante en el descubrimiento de los criaderos minerales, pues generalmente el mineral tiene un aspecto distinto de la roca; una capa de carbón se marca por una cinta negra en el terreno ó en el flanco de la colina adonde aflora. Los minerales de cobre dan lugar á manchas verdes, azules ó rojas más ó menos intensas que llaman la atención desde luego. Los minerales comunes de hierro son rojos, pardos, amarillos ó negros. Los de manganeso, negros; los de plomo dan colores amarillo y blanco; el mercurio vermellón y el cobalto da coloraciones rosas aunque poco intensas.

Los cambios de coloración en el terreno indican también un cambio en la naturaleza de las capas y los lugares en que dos rocas distintas

ya sean sedimentarias ó eruptivas se tocan ó se ponen en contacto son lugares propios para investigar si hay mineralización.

Los afloramientos de los criaderos se hacen notar en lo general del resto del terreno y desde luego llaman la atención los crestones salientes (en el caso de que el llenamiento del criadero sea más duro que la roca encajonante) ó las depresiones (en el caso contrario).

El sombrero de hierro de muchos criaderos, por la coloración de los compuestos de hierro se hace también notable y atrae las miradas del explorador.

La naturaleza de las aguas da, algunas veces, idea de la mineralización que se encuentra en el camino que han recorrido y muchos manantiales han dado lugar á descubrimientos de criaderos minerales. Además, los manantiales de combustibles líquidos y de gases no dejan duda respecto de la existencia de depósitos de estas substancias.

INDICACIONES GEOLOGICAS

RELACIONES DE FORMACION DE LOS CRIADEROS

Los minerales útiles se encuentran repartidos en todo el globo, pero sus criaderos difieren grandemente entre sí según la naturaleza del mineral. Sin embargo se puede decir que hay una asociación entre los terrenos y los minerales que encierran; así, sin analizar esta asociación con detalle, se puede notar desde luego la diferencia que existe entre las regiones á donde se encuentran mantos de carbón intercalados entre las capas del terreno y aquellas en las que dichas capas están atravesadas por fracturas mineralizadas y lo mismo se podría decir de otras formaciones, como los placeres auríferos, las regiones petrolíferas y las diamantíferas, etc.

Sería una obra de geología especial la que se ocupara con detalle de este punto. Aquí solamente se hace referencia á las fracturas cuya mineralización se ha producido por la circulación hidro-termal, por ser este el caso de los criaderos minerales más explotados en nuestro país y con objeto de hacerlo de una manera breve y clara transcribiré lo que dice *J. Le Conte*.

1.—Los depósitos minerales, usando el término en su acepción más amplia, pueden tener nacimiento de muy diversas clases de soluciones, pero especialmente de las alcalinas porque estas son las disolventes naturales de los sulfuros metálicos y los sulfuros metálicos son usualmente la forma original de tales depósitos.

2.— Pueden tener nacimiento de soluciones con muy diversas temperaturas y presiones, pero principalmente de aquellas que poseen una alta temperatura y que se hallen bajo una presión elevada, porque debido á su gran poder disolvente, tales soluciones pueden contener mayor cantidad de compuestos metálicos.

3.—Las soluciones depositantes pueden moverse en cualquiera dirección, pero serán las ascendentes las más favorables, porque perdiendo calor y presión á cada paso, tales soluciones harán el depósito más abundante.

4.—Los depósitos pueden tener lugar en toda clase de fracturas que sirvan de camino á las soluciones; en fracturas ampliamente abiertas, en fisuras, juntas, planos de separación, zonas de fracturación y aun areniscas porosas, pero especialmente se verificarán en fracturas amplias, porque éstas son los caminos más fáciles para el agua que viene de la profundidad.

5.—Los depósitos pueden encontrarse en muy diversas regiones y en muchas clases de rocas, pero especialmente en las regiones montañosas y en rocas ígneas y metamórficas, porque la termosfera está más cerca de la superficie y su acceso por grandes fracturas es más fácil en estas regiones y en estas rocas.

Esta última proposición será la que más utilice el explorador.

ASOCIACION, CONTINUIDAD Y PARALELISMO

En general se puede decir que en una región adonde existe un criadero deben existir otros semejantes, pues no es natural suponer que las causas que dieron origen á un depósito mineral se hayan concretado á un solo punto permaneciendo aisladas.

Las fracturas de la masa terrestre no se verifican en puntos aisla-

dos, sino que se asocian en sistemas y las aguas mineralizantes circulan á la vez por todas ellas.

Dichas fracturas en lo general no se manifiestan netamente en toda su extensión y por eso hay lugar á buscarlas de uno y otro lado del punto en que se manifiesta claramente.

Por otro lado, como ya se dijo, una fractura ocasionada por la tensión de la corteza terrestre, va acompañada de otras paralelas, pues las fuerzas que las producen son las mismas.

A todo lo anterior deberá atender el explorador.

ADMINISTRADOR DEL CAMPAMENTO

Tiene por misión hacerse cargo del aprovisionamiento y de la servidumbre así como de las bestias de silla y carga, de modo que ni los topógrafos ni los exploradores distraigan nada de su tiempo en estos asuntos, sino que por el contrario lo encuentren todo siempre listo.

Un campamento organizado de esta manera llega á fijar los lugares que se han de denunciar y con todos los datos topográficos, geológicos, mineralógicos y económicos hace para cada uno de estos lugares un proyecto de explotación y con esto habrá concluido su misión.

3.—Reconocimientos preliminares

El caso en que el Ingeniero es mandado como explorador con el objeto de descubrir criaderos minerales es un caso aislado que sólo tiene lugar cuando dicho Ingeniero está al servicio de una empresa concesionaria de una Zona de Exploración.

Mas generalmente el Ingeniero es comisionado, no para descubrir criaderos minerales, sino para examinar los ya descubiertos.

Cuando se está en presencia de un criadero hay que averiguar antes que nada su naturaleza. Para este objeto la siguiente clasificación es la más apropiada:

I.) Depósitos superficiales.

A.—Debidos á agentes mecánicos.

B.—Debidos á agentes químicos.

II.) Depósitos enterrados.

A.—Estratificados.

a. de origen contemporáneo con las rocas encajonantes.

b. De origen posterior á las rocas encajonantes.

B.—No estratificados.

a. En fracturas.

b. En fisuras.

c. Stocks epigenéticos.

I. Los depósitos superficiales no tienen una forma regular y hay que clasificarlos según su origen.

El tipo de los depósitos de la clase A son los placeres y el de la clase B el hierro de pantano.

II. En los depósitos enterrados se encuentra una gran variedad, pero desde luego la primera división puede establecerse entre los que están concordantes con la estratificación y los discordantes.

Entre los primeros hay unos que son contemporáneos con la roca encajonante, como los mantos de carbón y otros en los que la mineralización es de origen subsecuente á dichas rocas; esto sucede cuando las aguas mineralizantes han circulado por una capa dada más ó menos porosa impregnándola y haciendo depósitos por sustitución. De este género son los yacimientos de cobre de El Boleo, B. G., las areniscas platosas de Utab, E. U., y los conglomerados auríferos de Witwatersand en Africa del Sur.

En cuanto á los depósitos enterrados no estratificados, los que se han formado en fracturas son los denominados vetas ó filones, á menudo de gran longitud. De este tipo son los criaderos de plata de Pachuca, Guanajuato y Zacatecas. Aquí se colocan los depósitos formados en el contacto de dos rocas, generalmente una sedimentaria y otra intrusiva como los de Campo Morado en Guerrero, aunque su génesis sea distinta de la de los filones. La estructura de unos y otros los dis-

tingue de los diques, que se presentan en una forma semejante pero que no están mineralizados.

Los depósitos no estratificados formados en fisuras, casi siempre son debidos á impregnaciones y tienen lugar en las juntas ó á lo largo de los planos de estratificación y crucero de las rocas. Siendo por lo general irregulares y de pequeñas dimensiones, son raramente explotados por no contener mineral útil en cantidad suficiente aunque sea de ley elevada. A este tipo pertenecen muchos de los criaderos de cobre del Estado de Guerrero.

Por último, los criaderos no estratificados denominados stocks epigenéticos son los depósitos en forma de bolsas, chimeneas, stocks, etc., que se encuentran generalmente en las calizas y que han sido formados esencialmente por el reemplazamiento del carbonato de cal por otros minerales. Estas sustituciones producidas por aguas mineralizadoras, han tenido lugar en las zonas de fracturamiento y aun aprovechando cavidades existentes. A este tipo pertenecen los criaderos de plomo auro-argentíferos de Mapimí, Durango y plomo-argentíferos de Santa Eulalia, Ch. y Sierra Mojada, Coah.

El conocimiento de la naturaleza del criadero es indispensable para juzgar del grado de su explotabilidad.

Y como la parte directamente accesible de un yacimiento es su afloramiento, en él habrá que basarse, atendiendo á su forma, naturaleza y relaciones con las rocas encajonantes, para determinar qué clase de criadero es el que se tiene á la vista.

Así pues, lo primero que hay que hacer es practicar algunas pequeñas excavaciones que permitan reconocer el estado del afloramiento, tanto más cuanto que muchas veces éste no es visible en toda la extensión del criadero y hay que quitar los materiales depositados sobre él para asegurarse de su existencia y continuidad.

Aunque no siempre son indispensables estas excavaciones preliminares á poca profundidad, siempre son útiles y agregan mucho al conocimiento que se pueda obtener del criadero por la inspección superficial.

De todas maneras el Ingeniero tendrá en seguida que determinar la

extensión del criadero en que es visible, su dirección ó rumbo, su echado y su potencia. Empezará por hacer un croquis del lugar para darse cuenta de la posición topográfica. Tomará en seguida muestras y datos de las rocas encajonantes y sobre todo del llenamiento anotando su estructura, ya sea ésta maciza, brechosa, cinteada, etc.; cuál es la matriz y cómo se halla en ella distribuido el mineral, ya sea que esté diseminado, formando nódulos, bolsas ó cintas y en cada uno de estos casos las proporciones relativas de matriz y mineral.

Las operaciones anteriores se ejecutarán en diferentes lugares del crestón, que quedarán anotados en el croquis; además en cada uno de estos diferentes lugares se tomará una serie de muestras del llenamiento del criadero, que después serán ensayadas, y que darán á conocer el contenido de metal útil. Esta toma de muestras se hará con mucho cuidado y de dos maneras: unas se tomarán en general en todo el ancho del afloramiento, rompiendo el llenamiento con el huíngaro ó la cuña según una línea perpendicular á la dirección del criadero y todo ese material, pulverizado ó quebrado cuando menos al tamaño de granza, se mezcla bien y se reduce la muestra á un pequeño volumen.

Otras muestras se tomarán de cada una de las porciones que la estructura del criadero particulariza, por ejemplo, en una veta cinteada se tomarán muestras aisladas de las diferentes cintas tanto de las mineralizadas como de las que no lo estén; estas muestras se numerarán y sus números se relacionarán en un croquis.

Al tomar los datos que van á servir para darse cuenta del valor aproximado del yacimiento, hay que tener presente que en los depósitos enterrados la parte superficial de ellos suele presentarse en condiciones completamente distintas de apariencia y explotabilidad de las que posee el criadero en la profundidad.

Esto es debido á la alteración que en las sustancias que constituyen el llenamiento del criadero, producen los agentes meteóricos; esta alteración es de dos clases química y mecánica.

La primera es la oxidación, carbonatación, hidratación, y disolución de los minerales y matrices de que está formado el criadero. La segunda es el transporte de estos mismos materiales algunas veces por

el viento, la mayor parte por el agua que se infiltra á través del llenamiento.

El resultado es un cambio completo en la parte del criadero influenciada. Unas veces se produce un enriquecimiento superficial, como por ejemplo, cuando del material desagregado del afloramiento el viento arrastra las partículas de matriz poco pesadas y deja las de metal; ó cuando el agua ha disuelto y arrastrado los productos de descomposición de las pirritas y ha dejado en las cavidades que ocupaba en el cuarzo que le sirve de matriz las partículas de oro incluidas en dichas pirritas y que no es soluble; ó por último cuando debido á transformaciones químicas (oxidación, carbonatación, etc.), el mineral queda apto para ser tratado más económicamente.

Otras veces el cambio es contrario y el resultado es un empobrecimiento superficial; esto sucede cuando el mineral de la parte superior del yacimiento ha sido, después de su transformación química, transportado mecánicamente ó en disolución á las regiones más profundas. Pero entonces resulta además un enriquecimiento secundario en la parte del yacimiento adonde se halla depositado este material que proviene de parte superior.

En general en un depósito enterrado hay que considerar tres zonas:

1.—La zona de alteración meteórica ó de oxidación. Tiene por límite superior el afloramiento y por inferior el nivel hidrostático. Cuando el criadero contiene gran cantidad de pirritas, el afloramiento es una masa de limonita impura denominada el sombrero de hierro. Más abajo, el material alterado del criadero está teñido con óxidos de hierro y contiene óxidos, carbonatos y algunas veces cloruros, etc., y metales nativos. Esta zona de oxidación suele ser extraordinariamente productiva; sin embargo los valores pueden haber sido lixiviados.

2.—La zona de enriquecimiento secundario. Colocada abajo de la zona de oxidación y entre ella y el material primitivo é inalterado del yacimiento. En esta parte del criadero las aguas descendentes que al paso de la zona de oxidación se han cargado de sustancias minerales, entran en reposo y dejan precipitar por reacción química con los minerales del yacimiento que aún se encuentran sin alterar, las substan-

cias que llevan en solución, originándose así un depósito secundario.

Su límite superior está usualmente bien definido, marcándose por el contraste con el color de la primera zona cuyo material está teñido con óxidos de hierro. El límite inferior, aunque en algunos casos está bien definido, por lo general es sumamente irregular, pues debido al fracturamiento del yacimiento las aguas provenientes de la primera zona han penetrado por las hendeduras y resquebrajaduras y especialmente á través de las diaclasas, que son los canales más apropiados para las aguas descendentes, ensanchándolas y rellenándolas al precipitar el material acarreado de la zona superior. Esta es la zona de los sulfuros ricos en plata, cobre, plomo y zinc.

3.—La zona de los minerales primitivos. Comprende la parte del yacimiento que no ha sido alterado y por lo tanto se extiende desde el límite inferior de la zona de enriquecimiento hasta la profundidad.

El espesor de la zona de alteración varía según las circunstancias; puede ser nulo, cuando debido á la posición topográfica y geográfica del criadero, los productos de descomposición son arrastrados á medida que se van formando; puede alcanzar, cuando las condiciones son favorables, una profundidad de 400 y más metros; esto depende de la profundidad alcanzada por el nivel hidrostático, que en general sigue las desigualdades y desnivelaciones del terreno pero con un perfil mucho más moderado. En los lugares montañosos que contienen numerosas cavidades como es el caso para las regiones fracturadas, el agua meteórica puede descender por estas cavidades á grandes profundidades. Igualmente la profundidad del nivel hidrostático depende del clima y de la cantidad de precipitación pluviosa.

De aquí que en muchos casos un informe basado en un reconocimiento preliminar, presente muchas dificultades y las conclusiones á que llegue sean muy restringidas.

Además en el reconocimiento preliminar el Ingeniero comisionado para informar de la existencia, naturaleza y grado de explotabilidad aparente del criadero, tiene que tomar sobre el terreno los datos necesarios para hacer el denuncia de la propiedad ó para ratificar que el ya existente cubra bien el criadero.

Esto es indispensable hacerlo en este reconocimiento preliminar, pues caso de hacerse el denuncia, todos estos datos *exactos* deben entrar en la solicitud, sin cuyo requisito no será admitida.

Para que puedan ser admitidas para su registro y tramitación las solicitudes de concesión que se presenten ante los Agentes de Minería, es requisito indispensable que en tales solicitudes se exprese con toda claridad y precisión el número de pertenencias que se solicite, la situación que haya de tener en el terreno, la ubicación de éste en la municipalidad correspondiente, con las señales más notables para indentificarlo, la designación de la substancia mineral que se trata de explotar y la naturaleza, forma y situación del criadero respectivo en que ésta se encuentre, expresando si dicho criadero es veta, manto ó placer ó afecta cualquiera otra de las formas en que se presentan y precisando el lugar ó lugares de la circunscripción de la Agencia respectiva en que pueda reconocerse el criadero, con señales claras y las más notables para su identificación.

El párrafo anterior expresa con toda claridad lo que debe contener la solicitud de denuncia y como una de las primeras cuestiones que hay que precisar es el número de pertenencias y la situación que hayan de ocupar en el terreno, será necesario hacer un croquis (que generalmente y para mayor claridad se adjunta á la solicitud de denuncia) en el que se haya situado el afloramiento del criadero, su dirección y echado y en vista de esto se situarán las pertenencias que se desee amparar.

Respecto á las señales más notables para identificar el terreno y que servirán como punto de partida para la localización de las pertenencias, serán puntos perfectamente fijos utilizándose cuando se pueda las mojeneras de triangulación, pero como éstas son raras, generalmente se hace referencia á catas ó bocasminas, mencionando el arroyo, cañada ó cerro en que se encuentran.

En cuanto á la designación de la substancia mineral que se trata de explotar, la naturaleza, forma y situación del criadero, todo lo que se ha dicho en esta sección permitirá hacerlo de una manera adecuada.

WZ

4.—Procedimientos de Denuncio

Las substancias minerales para cuya explotación es indispensable, en cada caso, la concesión correspondiente, son las que en seguida se enumeran, cualquiera que sea la naturaleza, forma y situación de sus criaderos respectivos.

A. Oro, platino, plata, mercurio, hierro, excepto el de pantanos, el de acarreo y los ocre que se exploten como materia colorante; plomo, cobre, estaño, excepto el de acarreo; zinc, antimonio, níquel, cobalto, manganeso, bismuto y arsénico; ya se encuentren en estado nativo ó mineralizadas.

B. Las piedras preciosas, la sal gema y el azufre.

La propiedad minera, excepto en el caso de placeres ó criaderos superficiales, se entiende sólo respecto del subsuelo y no de la superficie, la cual continúa bajo el dominio de su propietario.

La unidad de concesión ó pertenencia minera, es un sólido de profundidad indefinida, limitado en el exterior por la parte de la superficie del terreno que sirva de proyección á un cuadrado horizontal de cien metros de lado, y en el interior, por los cuatro planos verticales correspondientes.

La explotación de los frutos de las minas, queda completamente limitada por los linderos respectivos.

Las concesiones corresponderán y serán otorgadas al primer solicitante.

Todo habitante de la República puede hacer libremente en los terrenos de propiedad nacional, exploraciones conducentes al descubrimiento de criaderos minerales.

Para hacer dichas exploraciones deberá dar previamente aviso al Agente de Minería, por duplicado y especificando los límites del terreno que se propone explorar. Dichos avisos no necesitan llevar timbre.

Dentro de los terrenos particulares es necesario el permiso de su dueño.

El Agente devolverá al explorador, el duplicado del aviso, después de anotar en él el día y la hora de la presentación.

No es permitido practicar exploraciones dentro del recinto de las poblaciones sino hasta una distancia de 50 metros de los últimos edificios, hasta una distancia de 30 metros de las líneas exteriores de los caminos, ferrocarriles y canales y á un kilómetro de las fortificaciones.

En los minerales en que haya pertenencias posesionadas las exploraciones solamente podrán hacerse en terrenos que disten 200 metros de esas pertenencias y en las minas abandonadas.

Dentro de sesenta días improrrogables á contar desde la fecha del permiso, sólo el explorador tendrá derecho á que se le otorguen pertenencias en el terreno por explorar.

Al concluir dicho plazo de sesenta días no se registrarán nuevos permisos para ese terreno sino hasta después de seis meses, durante los cuales el terreno quedará libre para poder solicitar en él pertenencias mineras.

Las solicitudes de concesión de pertenencias mineras se presentarán por duplicado al Agente de la Secretaría de Fomento en el ramo de Minería en cuya demarcación se encuentre el yacimiento.

Las solicitudes de concesión deberán ser acompañadas del certificado expedido por la Oficina local del Timbre que acredite haberse depositado en la mencionada oficina el importe del impuesto de titulación, según el número de pertenencias mineras comprendidas en la solicitud.

El importe de estas estampillas es de cinco pesos por cada pertenencia amparada, cualquiera que sea la substancia mineral que se trate de explotar.

El Agente de minería registrará inmediatamente la solicitud en el libro respectivo y en presencia del interesado, anotando el día y la hora de la presentación y devolverá al interesado el duplicado de dicha solicitud.

En la solicitud debe expresarse con toda claridad y precisión el nombre, edad, ocupación, nacionalidad, domicilio y habitación del denunciante, el número de pertenencias solicitadas, la situación que hayan de tener en el terreno, la ubicación de éste en la municipalidad correspondiente, con las señales más notables para identificarlo, la designa-

ción de la substancia que se trate de explotar y la naturaleza, forma y situación del criadero en que ésta se encuentre, expresando si dicho criadero es veta, manto, placer ó afecta cualquiera otra de las formas en que se presentan, y precisando el lugar ó lugares de la circunscripción de la Agencia respectiva en que puede reconocerse el criadero, con señales claras y las más notables para su identificación.

En los casos en que las solicitudes de concesión no satisfagan debidamente los anteriores requisitos, no podrán ser admitidas ni registradas.

Si no obstante estar satisfechos estos requisitos, no hubiere suficiente claridad en la solicitud á juicio del Agente de Minería, interrogará éste al solicitante consignando en la solicitud las aclaraciones que haga.

Las solicitudes de concesión en que se pidan pertenencias interrumpidas, se admitirán siempre que tales pertenencias estén en la misma municipalidad y en el mismo criadero, pues en caso de ser municipalidades ó criaderos diferentes, deberán presentarse solicitudes separadas referentes á las pertenencias que se encuentren en cada criadero ó municipalidad.

Dentro de los tres días que siguen á la presentación y registro de una solicitud de concesión minera el Agente nombrará un perito titulado ó práctico para que mida las pertenencias solicitadas y levante el plano correspondiente señalando en él claramente las mojoneras de las pertenencias solicitadas así como las de las pertenencias colindantes que se encuentren en una zona hasta de 100 metros alrededor.

El Agente podrá nombrar el perito que le indique el solicitante, siempre que dicho perito reúna las condiciones necesarias.

Dentro de los ocho días siguientes á su nombramiento el perito comunicará al Agente si acepta ó no el cargo, y en el primer caso, que está ya arreglado con el solicitante respecto al pago de honorarios.

Los peritos están obligados á presentar por cuadruplicado el plano de las pertenencias y colindancias y un informe explicativo, dentro del plazo improrrogable de sesenta días, quedando á su cargo y responsa-

bilidad personal todos los daños y perjuicios que ocasione con la falta de presentación del plano é informe dentro del plazo improrrogable ya señalado.

Una vez que el perito ha aceptado y ha recibido copia certificada de su nombramiento, el Agente entregará al solicitante un extracto que contenga:

1.—El de la solicitud, con especificación clara y precisa del nombre y domicilio del solicitante y el número de orden del expediente.

2.—El nombre, domicilio y aceptación del perito nombrado.

3.—La advertencia que se abre un plazo improrrogable de ciento veinte días para la substanciación del expediente en la Agencia.

El solicitante tendrá que mandar publicar este extracto antes de que terminen los ciento veinte días de la tramitación del expediente por tres veces seguidas en el periódico oficial del Estado y entregará á la Agencia los ejemplares respectivos de los periódicos.

Los Agentes de Minería tienen un arancel para el cobro de sus honorarios, pero generalmente llevan un precio determinado, \$ 20.00 ó \$ 25.00 por cada denuncia, encargándose ellos de toda la tramitación, publicaciones, etc.; de modo que el solicitante no tiene sino que esperar que pase el tiempo reglamentario de cuatro meses fijado por la ley para la substanciación del expediente en la Agencia de Minería, más el tiempo necesario para la expedición del Título por la Secretaría de Fomento, que generalmente es de otros cuatro meses, para recoger en la Agencia el referido Título que ampara la propiedad minera por él solicitada, entrando desde luego en posesión de ella.

Solamente durante los noventa días, contados desde la fecha de la publicación del extracto, será admitida cualquiera oposición que se presente á la solicitud de concesión, ya sea porque la propiedad solicitada invada pertenencias colindantes ó porque dicha propiedad ó parte de ella haya sido solicitada ó concedida con anterioridad.

En todo caso cuando se presente un incidente de oposición, el Agente procurará una avenencia entre los opositores, pero si no la lograre, entonces la causa se remitirá al juez local de 1.^a Instancia.

Toda omisión en la presentación de recursos, ministración de estam-

pillas, publicaciones, pagos de honorarios y en general en cualquiera de los trámites, importará para los solicitantes el tenerlos por desistidos de su solicitud.

El solicitante en posesión del Título que ampara su propiedad minera tendrá que pagar el impuesto anual. Este impuesto anual de propiedad de minas se causa en los términos siguientes:

A.—La cuota será de seis pesos anuales por pertenencia minera ó sea de dos pesos por tercio de año, cualesquiera que sean las substancias minerales que se exploten.

B.—Si el número de pertenencias de una misma empresa minera excediese de veinticinco y estas pertenencias colindasen todas unas con otras, la cuota de seis pesos sólo se causará por las veinticinco primeras pertenencias y se reducirá á tres pesos por cada una de las pertenencias que excedan de ese número.

El impuesto anual se paga por tercios adelantados en cada año fiscal, debiendo hacerse el pago en el primer mes de cada tercio, es decir, durante los meses de Julio, Noviembre y Marzo y se paga en las Oficinas del Timbre.

La falta de pago del impuesto anual es la única causa de caducidad de las propiedades mineras.

El impuesto federal sobre minerales de oro y plata es de 3.5 por ciento de su valor para los de exportación y de 2.5 por ciento de su valor para los que se benefician en la República.

El impuesto local de los Estados sobre el mineral extraído es variable, pero no puede ser mayor de 1.5 por ciento de su valor.

Las operaciones que el perito nombrado tiene que practicar en el terreno son, como ya se dijo, la medición de las pertenencias solicitadas señalando en el terreno los puntos donde deben construirse las mojoneas y el levantamiento del plano correspondiente en el cual queden señaladas las mojoneas de las pertenencias solicitadas, así como las de las pertenencias colindantes en una zona de cien metros alrededor, cuyo plano por cuadruplicado junto con un informe explicativo, debe remitir á la Agencia de Minería en el plazo de sesenta días, para que se adjunte al expediente.

Una de las copias de dicho plano debidamente legalizada es devuelta al solicitante acompañando al título de propiedad.

El procedimiento topográfico de que se sirva el perito para señalar en el terreno los puntos adonde se han de colocar las mojoneras debe ser bastante preciso, pues tales mojoneras están destinadas á fijar puntos esencialmente invariables; generalmente se sigue un caminamiento por deflexiones haciendo polígonos cerrados ó una pequeña triangulación cuando la propiedad es muy extensa.

La escala del plano deberá ser proporcionada al objeto y es conveniente que dicho plano sea de un tamaño parecido al del Título, cuyas dimensiones son de 42 por 28 cm. y la escala aproximada será de 1 : 5000.

Los planos de los predios mineros deben dibujarse en papel enlienzado y las copias en tela de calca y contendrán los datos siguientes:

1.—El nombre de la mina, el lugar de su ubicación; la Municipalidad, Distrito ó Cantón, el respectivo Estado ó Territorio y los datos que sirvan para la identificación del predio minero.

2.—Las longitudes de las proyecciones horizontales de los lados del perímetro del predio minero y los azimutes astronómicos de los mismos lados.

3.—La superficie en hectáreas que comprenda la proyección horizontal del predio.

4.—La escala que debe ser decimal entera.

5.—Aun cuando se haya usado la brújula sólo se pondrá la meridiana astronómica, la cual estará representada por una línea paralela á la orilla derecha del papel del plano y orientada de manera que su extremidad superior indique el Norte astronómico.

6.—Las visuales de referencia á puntos fijos y notables del terreno.

7.—Las colindancias mineras.

8.—La fecha respectiva y la firma del perito.

Los informes explicativos referentes á la medición de los predios mineros, deberán contener necesariamente, además de la descripción de las operaciones técnicas ejecutadas, todos los datos indicados en los planos, de modo que, en caso necesario, se pueda reconstruir el plano

valiéndose sólo de los datos del informe. Se expresarán además en éste, los de ubicación del predio y los de la situación relativa de las pertenencias que lo componen, según esté consignado en el denuncia, exponiéndose las observaciones del caso.

El perito hará construir en los lugares adonde deban construirse las mojoneras, bases sólidas de mampostería, de altura no menor de cincuenta centímetros, de superficie horizontal y de sección cuadrada y de lados también de cincuenta centímetros por lo menos.

5.—Levantamientos de estudio

Una vez el minero en posesión de sus títulos y estando dispuesto él ó la compañía que organice á emprender los trabajos necesarios para disfrutar de la materia útil que contiene el criadero, procederá antes de decidirse á erogar los gastos que ocasionan las obras de preparación para el disfrute, á una investigación formal del criadero, en vista de decidir del grado de explotabilidad de él y de la naturaleza y localización de dichas obras preparatorias de disfrute.

Muchas veces, la mayor parte por desgracia, el explotador de una mina reduce al mínimo y aun llega á suprimir por completo esta investigación formal del criadero. Esta práctica es sumamente nociva y no puede tener por consecuencia más que una falsa inversión del capital en obras costosas y que una vez mal establecidas sólo redundan en perjuicio de la explotación económica del criadero, punto definitivo al que tienden todas las miras del Ingeniero.

La investigación formal del criadero comprende: El levantamiento topográfico y geológico del yacimiento y ciertas obras de investigación para penetrar á él y conocer su naturaleza íntima.

El primer punto se trata en esta Sección 5ª, el segundo en la Sección 6ª

El levantamiento topográfico de estudio tiene por objeto dar á conocer la posición exacta de los elementos de relieve alrededor del criadero y aun á cierta distancia de él, pues se hará no solamente de la

superficie amparada por el denuncio sino que se extenderá aunque con menos detalle á aquellos puntos de los cuales el ingeniero considere útil saber su colocación, altura, distancia, etc., con respecto al lugar del yacimiento.

Es el esqueleto del levantamiento geológico, que es el que va á dar la relación de posición de las diferentes formaciones, cuyo conocimiento nos llevará al de la naturaleza del yacimiento.

Es la base sobre la que se proyectarán las obras de investigación para penetrar al criadero, pues dará á conocer la situación relativa del yacimiento con respecto al relieve superficial y por lo tanto, será fácil ver en qué punto y con qué dirección deben emprenderse las obras acabadas de mencionar, y calcular su costo y duración.

Y por último, por este levantamiento topográfico se llegará á determinar los lugares más adecuados para las instalaciones superficiales necesarias en toda explotación, sobre todo de los establecimientos de preparación mecánica y beneficio de los minerales, de los caminos, etc.

Los métodos empleados para llevarlo á cabo no necesitan especial mención, pues son los usuales. Una pequeña triangulación es siempre de gran utilidad como base del levantamiento, sobre todo cuando este es algo extenso; la configuración se hará con más detalle de los lugares en los cuales se haya de ejecutar obras. Se puede decir que en general basta con curvas de nivel espaciadas 10 metros y 5 metros para los lugares especiales.

Sobre el plano se indicarán los puntos en que el afloramiento corta á las curvas de nivel de modo de tener perfectamente representado en el papel esta intersección del yacimiento con la superficie, lo que dará á conocer exactamente su forma y la dirección según la cual penetra al interior.

Se indicarán igualmente las líneas ideales que representan los límites de la concesión, es claro que de esta manera se verá si el yacimiento queda bien amparado.

Respecto á la escala del dibujo de este levantamiento topográfico, es bueno decir que debe ser más bien grande que pequeña pero sin caer en exageración; la escala de 1:1000 es muy apropiada, aunque para

un plano de conjunto de una región extensa haya que usar una más reducida.

El levantamiento geológico tiene por objeto mostrar la naturaleza de las diferentes formaciones geológicas y sus relaciones entre sí, así como los accidentes que hayan sufrido, tales como plegamientos, dislocaciones, fracturamientos, metamorfismo, etc.

Como ya se dijo, se basa en el levantamiento topográfico. El modo de efectuarlo es delimitando las fronteras geológicas y anotando en el mapa las intersecciones de estas fronteras con las curvas de nivel; en seguida con colores convencionales se indicarán las diferentes clases de rocas, de las cuales se tomarán muestras para su estudio y determinación. Es importante ver cómo varían en su estructura y alteración á medida que se acercan al criadero.

Los rumbos y echados de las capas se anotarán en el mapa de la manera usual. Mucho cuidado debe tenerse en anotar exactamente las diaclasas, pues es bien sabido la influencia capital que tienen en la formación y modo de ser de los criaderos.

Por este levantamiento se llegará á conocer qué clase de criadero es el que se va á explotar y es indispensable para no caminar á ciegas en dicha explotación.

En el criadero mismo habrá que tomar muestras para llegar á conocer la distribución de la mineralización. Muchas veces no se podrá hacer esto más que del afloramiento y en este caso hay que tener presente que esta parte del yacimiento está casi siempre alterada y en algunas ocasiones profundamente modificada por los agentes atmosféricos, pero el estudio cuidadoso de esta alteración podrá decir con bastante aproximación cómo será la parte no alterada.

Algunas otras veces se puede tomar muestras del interior, pues suelen encontrarse trabajos antiguos; de todos modos ya se ha dicho la manera de tomar las muestras (Sección 3ª) y del cuidado que en este se debe tener, anotando siempre en un croquis el lugar correspondiente.

Todos estos datos expresados en un plano y bien combinados permitirán sacar deducciones de la geogenia del yacimiento, lo cual contribuirá mucho á conocer su valor.

En Mapimí, Durango, habiéndose estudiado la geogenia de los criaderos de plomo, se vió que se han formado en las intersecciones de tres sistemas de diaclasas producidas en la caliza mezo-cretácica por la intrusión de una andesita anfibólica terciaria. Por estas diaclasas han circulado las aguas termominerales (producidas por las acciones solfatareas acompañantes de la erupción de las andesitas), que en su camino ascendente han ensanchado las cavidades y depositado su carga mineral. Después de este estudio, buscando nuevas intrusiones y nuevas diaclasas se ha llegado á encontrar otros lugares mineralizados.

En Campo Morado, Guerrero, se ha visto que los yacimientos de pirita aurífera con mezclas isomorfas de sulfuros de Cu, Pb. y Ag. (y de los cuales se explota la parte superior alterada y enriquecida por fenómenos químicos), se han producido en los lugares en que la pizarra es cortada por diques de diorita y al bajo de ellos. Y teniendo en cuenta esta asociación de los yacimientos con las intrusiones de la diorita se ha llegado á descubrir otros criaderos á pesar de estar la parte superior de ellos completamente cubierta de detritus.

Los dos ejemplos anteriores no son nada raros en el país, muy por el contrario, una gran parte de nuestros yacimientos están íntimamente ligados con las intrusiones de otras rocas y el fracturamiento de las primitivas.

Además, dependiendo la alteración de la parte superior de los criaderos de la circulación en ellos de las aguas meteóricas y de la profundidad á que llega la influencia de los agentes atmosféricos, se verá la importancia que tiene determinar el nivel hidrostático del lugar, para apreciar hasta dónde han podido efectuarse las acciones de enriquecimiento secundario.

Si pues se examina bien esta cuestión tan importante, se verá que al geólogo minero toca indicar *adonde* se puede trabajar con éxito los criaderos minerales y al Ingeniero de minas *cómo* se debe explotarlos.

6.—Obras de investigación

Las obras que se emprendan con el objeto de investigar la distribución y calidad de la mineralización de un criadero y por lo tanto su grado de explotabilidad son de dos clases, superficiales y enterradas.

La parte del yacimiento que llega á la superficie es el afloramiento; sobre él se deberán hacer los primeros reconocimientos para conocerlo en toda su extensión. Con ayuda de la carta topográfica se verá cuál es su forma y qué irregularidades sufre, es decir, si tiene dislocaciones, cambios de dirección ó de potencia y qué relación guarda con las diaclasas del terreno si éstas existen.

La influencia de estas diaclasas sobre la mineralización y modo de ser del criadero, se reconoce ahora como de primera importancia. De los criaderos primarios se puede decir que todos los epigenéticos se han formado en zonas de fracturamiento, que son fáciles caminos para los agentes mineralizadores diversos y favorecen sus relaciones entre sí.

La alteración que sufre el criadero en esta parte superficial es muy importante y muy variada.

Mientras en algunos yacimientos la alteración producida por los agentes atmosféricos es casi nula, en muchos otros se han verificado cambios muy notables.

La alteración depende de la naturaleza de la matriz y de los minerales que contiene. La primera puede ser en muchos casos prácticamente inatacable, pero si los minerales son fácilmente descompuestos, al ser transformados al menos en parte en productos solubles que son arrastrados por las aguas, originan la desorganización de toda la masa.

Depende también la alteración de la parte superior de un criadero del clima de la región; se sabe el poderoso efecto de desintegración de todas las rocas debida á las grandes alteraciones de las temperaturas diurna y nocturna y en las altas elevaciones por la congelación del agua en las pequeñas grietas y hendeduras, lo mismo que la acción del aire húmedo.

Igualmente la situación topográfica del afloramiento tiene gran in-

fluencia en la conservación de esta zona de alteración, pues sucede que el material alterado es deslavado á medida que se forma y si el grado de alterabilidad del yacimiento es menor que el poder de arrastre del agua ó del viento para estas partículas, aparecerá siempre el afloramiento en estado fresco.

La profundidad de la alteración es á veces considerable llegando á 500 metros. En las vetas de cobre de Bute, Mont. E. U., los minerales de cobre han sido deslavados en los primeros 400 pies de profundidad, abajo de los cuales se encuentra la bornita y la chalcosita de enriquecimiento secundario.

El resultado de esta alteración es sumamente diverso. Unas veces aparece el llenamiento del criadero elevándose sobre el terreno circunvecino, cuando éste ha cedido más que el primero á la erosión. Pero á pesar de esto la materia útil ha sido en la mayoría de los casos deslavada de estos crestones que quedan constituidos únicamente por la matriz alterada.

Otras veces los productos de alteración del llenamiento son más blandos que el terreno y entonces se forman ligeras depresiones que pasan menos advertidos que los crestones del caso precedente.

El producto de la alteración también varía; en los yacimientos de Cu. son los carbonatos y los óxidos que con sus fuertes coloraciones se hacen muy notables. En los yacimientos que contienen mucha pirita los óxidos de Fe. que se forman por la descomposición de ella tiñen á las otras materias alteradas y constituyen el sombrero de hierro. En otros es la matriz podrida la única que queda, unas veces endurecida, otras desagregada.

Respecto á la distribución en profundidad de los productos de alteración, ya se habló en la Sección 3ª, adonde quedaron indicadas tres zonas; la de alteración meteórica, la de enriquecimiento secundario y la de los minerales primitivos.

La superficie de separación de estas tres zonas es sumamente irregular y depende de las condiciones locales, sobre todo de las fracturas, que siendo canales para la circulación descendente de las aguas meteóricas, permite llevar su acción muy profundamente. Es en estas

fracturas adonde se forman las bonanzas puesto que ahí las reacciones químicas y por lo tanto los depósitos de enriquecimiento secundario han sido mayores.

Se tomarán muestras de todos lugares, sobre todo de aquellos en los que el mineral aparezca á la vista, pero también de los otros pues suele suceder que adonde menos se espera existen leyes regulares.

En algunos lugares habrá necesidad de hacer excavaciones transversales sobre el afloramiento, cuando está cubierto por detritus, para asegurarse de su continuidad y para tener muestras de ensaye.

Todas las observaciones que se hagan deberán anotarse en la carta topográfico-geológica.

La inspección del afloramiento dará pues bastante luz acerca de la naturaleza del yacimiento, pero lo que acabará de decidir en este punto son las investigaciones subterráneas.

Las obras subterráneas de investigación son de dos clases: los sondeos y las excavaciones que permiten directamente el acceso al criadero.

Con estas últimas se tiene la ventaja de poder penetrar al seno mismo de la masa mineral por excavaciones amplias para darse cuenta del estado, calidad y distribución de la mineralización y además pueden ser utilizadas posteriormente para la explotación del criadero, pero requieren un tiempo mucho más largo y un costo mucho más grande que los sondeos.

Los sondeos presentan en cambio la ventaja de poderse hacer en un tiempo corto y de sacar un costo pequeño que se reduce aún más cuando su número aumenta, pues entonces los gastos generales y de amortización del precio de maquinaria se reparte entre todos ellos; pero en cambio sólo dan una pequeña muestra de mineral.

Sin embargo, como los agujeros de sonda se pueden multiplicar tanto como se quiera es posible llegar á adquirir por medio de ellos los datos necesarios para proyectar las obras de explotación.

Hay casos en los que la exploración por sondeos está completamente indicada y es insustituible, como sucede en la exploración de mantos de gran extensión, el conocimiento del tonelaje y de la calidad de

la materia útil se obtiene directamente por medio de estas perforaciones.

También en los yacimientos irregulares como son los stocks formados como se ha dicho en las zonas de fracturamiento, son no sólo de gran utilidad, sino aun indispensables las exploraciones por sondeos.

Además son de gran valor como preparación de una obra importante cuando aún no se conocen por otros medios las condiciones del interior.

La aplicación de los sondeos á la exploración de los filones aumenta cada día más. Se dice que en una formación irregular como es la de los filones metalíferos el agujero de sonda puede ir á dar á una parte estéril cuando precisamente está rodeada de partes ricas ó al contrario y de esta manera dar indicaciones falsas; pero lo mismo sucederá con un tiro y en cambio la diferencia de costo y tiempo es notable y los sondeos pueden multiplicarse tanto como se quiera con un aumento de precio no muy grande.

En el interior de la mina también son de gran utilidad esta clase de exploraciones para proyectar la prosecución de las obras.

De los procedimientos de sondeo es claro que el único que puede usarse es el que permita sacar del interior una muestra sólida del terreno.

Este es el procedimiento llamado de perforación al diamante. En este sistema el ataque de la roca se hace por medio de diamantes negros engarzados en una corona de acero que está unida á la extremidad inferior de un tubo del mismo material; sujeto desde el exterior á un movimiento de rotación. La roca se va desgastando á medida que la corona gira, en una sección anular y el núcleo central ó corazón va penetrando al interior del tubo vástago á medida que éste avanza en profundidad, queda ahí sujeto y cuando el aparato es sacado al exterior es tomado para ser examinado.

Estos aparatos de sondeo están bastante perfeccionados, alcanzan profundidades considerables y pueden instalarse tanto en el exterior como en el interior de una mina y transportarse á lomo de mula. Funcionan á brazo ó con fuerza animal, pero los de gran potencia tienen un motor.

Las excavaciones que permiten directamente el acceso al criadero pueden también ser de dos clases según que lo sigan á paso y medida que se ejecutan ó que vayan á encontrarlo después de haber atravesado una porción estéril de la roca encajonante.

Los primeros, que comprenden los socavones á hilo y los pozos inclinados, hacen posible el examen continuo del yacimiento y hasta empezar á disfrutar de la materia útil, pero estas obras están obligadas á seguir las irregularidades del yacimiento, además no siempre es posible dar un socavón que permita con corto desarrollo alcanzar una buena profundidad en el cerro y los pozos inclinados no son perfectamente utilizables para el servicio futuro de la explotación.

En cuanto á los segundos, los cruceros se hacen cuando con un corto desarrollo alcanzan el yacimiento en un punto situado á bastante profundidad y los tiros verticales además de que para una profundidad dada salen más cortos que los inclinados, son los más apropiados para el servicio de la mina.

Teniendo en cuenta estas observaciones generales y las condiciones particulares (topográficas, geológicas y mineralógicas) del yacimiento, se escogerá lo que más convenga. Siempre será mejor hacer á la vez dos de estas obras.

Por medio de ellas se penetrará al seno de la masa mineral que se trata de explotar, pero para su conocimiento completo será preciso dividirla en macizos por medio de galerías y pozos.

Casi siempre en este punto es adonde empieza el período de disfrute, pues sería anti-económico esperar á que las exploraciones interiores estuvieran terminadas; pero siempre estas exploraciones deben continuarse preparando el terreno y poniendo á la vista nuevas reservas de mineral.

A medida que se van ejecutando las anteriores obras de exploración subterránea se va muestreando, pues este es el único modo de saber en realidad lo que se tiene.

Examinadas de esta manera las condiciones del yacimiento es como se podrá establecer un plan de explotación racional.

7.—Obras de preparación para el disfrute

La explotación de un yacimiento mineral tiene por objeto extraer del modo más completo y más económico, más seguro y más rápido la materia útil que contiene.

Pero antes de que esta explotación entre en un período de plena actividad, el yacimiento debe estar preparado de tal manera que esta actividad (determinada de antemano por el número de toneladas á extraer) no se interrumpa ni se aminore, pues esto recaería directamente sobre el costo de la extracción y gravaría por lo tanto las utilidades líquidas.

Esto es tanto más importante cuanto que el beneficio en la explotación de un gran número de yacimientos importantes radica más en la cantidad del mineral extraído que en su calidad, al grado de que esos mismos yacimientos explotados en escala menos grande no dejarían ningún rendimiento.

Además, si bien existen ciertas explotaciones que por la naturaleza del yacimiento tienen una existencia pasajera, hay otros por el contrario que deberán durar un número considerable de años. Es en estos últimos adonde más sería de desearse que las obras preparatorias para el disfrute estuvieran bien meditadas y establecidas, pues una explotación ciega y atolondrada puede dar lugar á la pérdida de una parte del yacimiento y las obras mal establecidas en su principio, gravarán posteriormente el precio de la extracción.

Es por lo tanto de primera necesidad, organizar con anticipación la explotación subterránea y á eso tiende todo lo que á exploraciones se refiere.

Los datos que habrán proporcionado las investigaciones son los siguientes: Género del criadero, forma y posición de él en el terreno, sus dimensiones, sus relaciones con el relieve de la superficie, grado de solidez de las rocas encajonantes y del cuerpo del criadero, distribución y constancia de la mineralización. Además, como ya se dijo, habrá que tener en cuenta el grado de intensidad que se le quiera dar á la explotación.

Vamos á ver cómo influyen estas diferentes circunstancias en la elección del método de explotación y por lo tanto de las obras que van á preparar el disfrute.

Los criaderos minerales se clasifican según la substancia que contienen, su génesis ó su situación en el espacio.

Atendiendo á la primera clasificación desde luego se distinguen tres clases de criaderos según que el material que contengan sea gaseoso, líquido ó sólido.

La explotación de las substancias gaseosas y líquidas se hace por pozos ó perforaciones á través de las cuales salen por sí solas cuando están sometidas á alguna presión ó hay que bombearlas en caso contrario; aquí quedan colocadas las explotaciones de gas natural, petroleos y sal gema.

En cuanto á las substancias sólidas hay que atacarlas directamente en su masa para fraccionarlas y transportarlas al establecimiento de beneficio de donde saldrán para el mercado.

Por otro lado, la explotación variará con el valor de la substancia explotada, pues en el caso de minerales de alta ley de metales preciosos la explotación deberá tender á no dejar nada absolutamente de la substancia útil aun á costa de un método de explotación más dispendioso; pero en el caso de materias de escaso valor incapaces de remunerar los gastos que ocasiona la extracción completa de la materia útil habrá que abandonar una parte más ó menos grande de ésta.

En cuanto á la diversificación de los criaderos minerales que resulta de clasificarlos según su génesis, si bien es cierto que se debe atender á ello para saber qué es lo que se puede esperar del criadero comparándolo con tipos semejantes, no tiene mucha importancia para determinar la manera de cómo debe ser extraída la materia útil.

En cambio la situación que guarda con relación al terreno influye directamente en la manera de cómo debe explotarse.

Una gran división puede desde luego establecerse (Sección 3ª), entre los depósitos superficiales y los enterrados.

A los primeros se aplica el método de explotación á cielo abierto. Las canteras toman la forma de graderías, estando el espesor de los es-

calones muchas veces determinado, por el de las capas ó lechos de la substancia que se ataca. Otras veces la explotación se hace por medio de excavadoras ó dragas.

Como ejemplo de estas explotaciones se puede citar la de los materiales de construcción (canteras, mármoles, areniscas, pizarras, caleras, etc.), turbas, guano, ámbar, minerales de hierro, diamantes, placeres de oro, éstos se explotaban en California desagregando las arenas auríferas por medio del agua bajo presión.

Las máquinas cavadoras (steam shovel) se usan también con gran ventaja en muchos de los casos anteriores, lo mismo que la draga cuando el mineral está bajo de agua (caso de placeres).

La gran ventaja del procedimiento es la economía con que se ejecuta por la facilidad con que se hace el ataque de la masa mineral, porque no se necesita de ademes ni de alumbrado; la pepena se hace mucho mejor que en las excavaciones interiores y además los obreros trabajan en mejores condiciones.

Los inconvenientes que presenta la explotación á cielo abierto se deben á la acumulación de las aguas de lluvia y á que muchas veces la substancia por extraer no está directamente en la superficie sino que se encuentra cubierta por material estéril que debe quitarse antes que la útil, lo que constituye un gasto muerto. El espesor de esta capa determina si la explotación debe hacerse subterránea ó á cielo abierto.

La explotación de los depósitos enterrados sigue uno de los tres principios siguientes establecidos por Haton de la Goupilliere:

1. Método por abandono de macizos.
2. „ „ desplomado.
3. „ „ retaque.

Por el primer método se extrae del yacimiento solamente una parte de la materia útil dejando la restante en forma de pilares como sostén de la excavación. Se practica este método con los depósitos de materias de poco valor que no remunerarían los gastos de ademación ó retaque en caso de que se quisiera extraer todo el contenido.

Por el segundo método se extrae la mayor parte del contenido del llenamiento del criadero quitando los sostenes ó pilares que se habían dejado en el caso anterior; quedando entonces el techo de la excavación sin apoyo se derrumba más ó menos pronto, pero siempre es imposible retirar completamente toda la materia útil. Este método proporciona gran economía en el precio de costo de la extracción, pero en razón al peligro á que expone á los operarios y á los trastornos que ocasiona en la superficie, sólo puede aplicarse cuando existen ciertas condiciones, como son las de profundidad suficiente, una potencia media, poca inclinación y un techo sólido.

Por el tercer método se consigue extraer todo el contenido del criadero sin exponer á los trabajadores á ningún peligro y sin comprometer la solidez de las excavaciones, reemplazando el mineral por estéril. Es este por lo tanto, el método más racional y el que se emplea en la mayor parte de las explotaciones modernas, á pesar de que origina un gasto extra.

Pero también debe atenderse á la forma del criadero, principalmente cuando se trata de explotaciones subterráneas.

Si el criadero es un filón ó veta, el valor del llenamiento hará que se procure extraerle completamente, además en lo general presentará irregularidades en la distribución de la mineralización, existiendo muchas partes estériles, la abundancia de matriz proporcionará el material para el retaque, material que de no ser empleado así, daría ocasión á un gasto inútil para sacarlo al exterior. Por lo tanto en esta clase de criaderos el método de explotación retacando es el indicado.

Si el criadero es un stock y la materia útil es de valor suficiente se empleará también el método de retaque, pero si no, entonces habrá que recurrir al de abandono de macizos. El método de despilado no es aplicable, porque debido á las grandes dimensiones de estos criaderos los perjuicios ocasionados por los desplomes serían muy grandes.

En cuanto á las capas ó mantos presentan ejemplos de los tres métodos de explotación y para la elección del más apropiado hay que tener en cuenta el valor de la materia útil que encierran, el perjuicio que pueden ocasionar los desplomes y la potencia de la capa.

Pero sea cualquiera el método que se elija para la explotación de la mina, ésta debe poseer cierto sistema de galerías que pongan en comunicación las labores con la superficie: estas obras son los órganos intermedios por donde se verifica la entrada y salida de la gente, la extracción del mineral, el desagüe, la ventilación y la introducción de los materiales necesarios para el trabajo.

Lo primero que hay que establecer es el acceso al interior del criadero.

Esto se consigue ya sea por socavones, en los terrenos accidentados, ó por pozos. Los socavones se hacen á hilo de veta ó en cruceros, son igualmente ventajosos, cuando, como ya se ha dicho (Sec. 6), con un desarrollo corto se alcanza bastante profundidad en el criadero. Permiten hacer directamente el disfrute de toda la parte del yacimiento colocada encima de ellos y facilita la extracción tanto del mineral como del agua de la parte inferior del yacimiento.

Los pozos pueden ser inclinados ó verticales; los primeros presentan inconvenientes para un servicio activo de extracción, los segundos son los más generalmente empleados.

Para escoger el lugar de emplazamiento se recurrirá á la carta que ha sido el resultado de los levantamientos de estudio, pudiendo así establecerse la obra con las condiciones que se deseen; en el exterior deben dar á un lugar amplio y á propósito para formar el patio y el terrero y al que se puede llegar fácilmente; en el interior deben alcanzar el sitio del criadero que se desea atacar; además, se escogerá un terreno sólido para efectuar la perforación, puesto que estas obras deben durar tanto como la explotación del yacimiento y hay que procurar reducir al mínimo el gasto de las reparaciones.

Estas obras deben ser amplias y proporcionadas al grado de actividad que se va á dar al disfrute, así muchas veces los socavones contienen dos vías y los tiros verticales dos sistemas dobles de extracción.

En cuanto al número de puntos de acceso debe haber cuando menos dos, pero se pueden combinar estas obras con las de investigación hechas anteriormente. Además habrá que tener en cuenta las dimensiones del criadero, pues por ejemplo para una capa ó manto muy ex-

tendido en el sentido horizontal, habrá que dividirlo en campos de explotación independientes unos de otros y por lo tanto con acceso separado.

Una vez procurado el acceso al criadero hay que dividir á éste en secciones ó macizos para facilitar el ataque de su contenido.

Hay dos modos de hacerlo: por medio de planos horizontales como en el caso de los filones y entonces se llama división en pisos ó por secciones verticales, como en el caso de las capas y entonces se llama división en macizos. En el caso de los stocks la división participa de los dos sistemas pues primero se hace una división por planos horizontales y en seguida cada una de éstas se divide en macizos.

Naturalmente que la división se hace por medio de galerías (cañones y pozos) que tienen diversas categorías según la actividad de circulación que deban tener y el tiempo que tengan que durar abiertos. En cada uno de los macizos se establece una ó más labores y el mineral *tumbado* se lleva por intermedio de estas galerías hasta la principal de extracción y por último hasta el exterior.

Entonces estas obras constituyen una red subterránea que es la que hace posible la explotación del criadero. Naturalmente no sería posible esperar para empezar á disfrutar la materia útil del criadero á que esta red subterránea esté completa. Su construcción se va efectuando al mismo tiempo que el disfrute pero siempre en avance, es decir, que estas obras que sirven de exploradoras vayan dejando el campo preparado para que en seguida se haga el disfrute y de esta manera queda la mina en estado de plena producción.

8.—Apreciación del yacimiento

La apreciación total de un yacimiento comprende la material y la económica.

La primera es la determinación de la cantidad (en toneladas) de materia útil. Esta determinación se presenta bajo muy diversas circunstancias, desde el caso en que se tenga un simple prospecto hasta

aquel en que se tenga una mina bien desarrollada y en estado de producción.

De un simple prospecto no se podrá afirmar gran cosa, tanto más cuanto que, como ya se ha dicho, la porción superior del criadero es muchas veces distinta de la parte inalterada del mismo y que además la región explotable de un yacimiento metalífero es muchas veces únicamente la alterada en cierta forma y adonde se encuentran los enriquecimientos secundarios.

Es por esto que debe hacerse todo lo que se ha dicho á propósito de los trabajos de investigación sobre todo de los subterráneos. Es necesario conocer íntimamente la masa mineral para poder apreciar su valor y esto se consigue solamente penetrando en ella y dividiéndola en macizos para poder cubicar su contenido. Por otro lado hay que tener en cuenta las irregularidades en la distribución de la mineralización.

Para la valuación de un yacimiento la escuela francesa hace uso del *espesor reducido*, el cual multiplicado por el número de metros cuadrados útiles del yacimiento da la cantidad de metros cúbicos y de ahí se deduce su contenido en toneladas.

La escuela americana procede multiplicando el número de toneladas de mineral en bruto por el número de kilos de metal contenidos en una tonelada.

De todos modos la apreciación del número de toneladas es puramente estimativa y el término *mineral á la vista* ha sido objeto de muchas discusiones.

La apreciación económica de un yacimiento tiene por objeto determinar la utilidad que se va á obtener en su explotación.

Esta utilidad es el exceso del precio de venta del producto sobre su precio de costo ó producción. Este último se obtiene dividiendo la suma total de gastos por el número de toneladas. Pero el total de gastos es muy complejo. Desde luego se tiene el costo de adquisición de la mina y de las instalaciones (maquinaria y obras de preparación para el disfrute) necesarias para la producción; esta suma se divide para su amortización en un cierto número de años y forma la primera partida.

En seguida vienen los gastos generales comprendiendo sueldos de la administración y empleados, desagüe, exploración, reparación é impuestos y por último los gastos particulares: mano de obra directa, acarreo y extracción.

Se ve desde luego que para hacer la determinación anterior hay que hacer intervenir otro factor que es el tiempo, es decir, el grado de actividad que se va á dar á la explotación.

Aumentando el número de toneladas diarias extraídas, los gastos generales repartiéndose entre ese mayor número gravarán menos cada tonelada. Pero por otra parte, para aumentar la extracción hay que aumentar el capital puesto que las máquinas deberán ser más potentes, las obras de preparación más desarrolladas lo mismo que las de exploración, y las instalaciones en lo general más vastas.

En cuanto al precio de venta será, si la mina no tiene establecimiento propio de beneficio, el que paguen por el mineral las compañías compradoras, y en el caso que lo tengan, el valor que quede después de deducir el costo de beneficio por tonelada.

Entonces una vez hechas las dos apreciaciones, material y económica se llegará á la apreciación total del yacimiento. El número de toneladas de mineral y la utilidad neta por tonelada darán la utilidad total á obtener del criadero, la cual se repartirá por años según el grado de actividad que se le dé á la explotación, es decir, el número de toneladas extraídas por año.

La utilidad anual, representando el interés del capital invertido será la que decida en último término de la explotabilidad económica del yacimiento.

9.—Conclusión

No todos los yacimientos son explotables, aun con el grado de perfección á que han llegado las ciencias del minero y del metalurgista.

Actualmente se emprende la explotación de muchos criaderos que los antiguos no pudieron llevar adelante y de otros que ni siquiera intentaron atacar; los criaderos que hoy no son costeables para nosotros lo serán sin duda para el minero de mañana debido á los progresos de

la minería y de la metalurgia y á la demanda mundial, siempre creciente de materia prima.

Todo lo que se ha dicho, resume en términos generales la manera de como se procede en cuestión de minas y el orden en que deben efectuarse las operaciones necesarias para llegar á un resultado aceptable, positivo ó negativo, pero disminuyendo las causas de azar y evitando por lo tanto las falsas inversiones de capital y además para alejar de la minería el concepto de aleatoria en que se la tiene.

El cambio de precio de venta de la mina no tiene efecto en el pago de beneficio, el que depende del precio de venta de la mina y del costo de explotación y de los impuestos y las utilidades en la generalidad de las minas.

El costo de explotación de una mina no tiene efecto en el pago de beneficio, el que depende del precio de venta de la mina y del costo de explotación y de los impuestos y las utilidades en la generalidad de las minas.

El pago de beneficio de una mina no tiene efecto en el costo de explotación, el que depende del precio de venta de la mina y del costo de explotación y de los impuestos y las utilidades en la generalidad de las minas.

El costo de explotación de una mina no tiene efecto en el pago de beneficio, el que depende del precio de venta de la mina y del costo de explotación y de los impuestos y las utilidades en la generalidad de las minas.

4.—Conclusión

Los datos los yacimientos son explotables, aun con el riesgo de perder a un punto de que han llegado las reservas del mineral y del metalurgico. El aumento se anticipa la explotación de minas viejas y los nuevos no pueden tener reservas y de otros que anticipan la explotación de minas que hoy no son explotadas para asegurar un punto de partida para el futuro de la industria de la minería.

