ALGUNOS DATOS RELATIVOS A LA MINA DE "LA DELFINA"
DISTRITO DE BRAVOS, ESTADO DE GUERRERO
POR EL INGENIERO DE MINAS TEODORO FLORES

(4 Láms. VI y VII)

La mina de "La Delfina" está ubicada en terrenos del rancho de Atlixtae, Municipalidad de Chichihualco, Distrito de Bravos, Estado de Guerrero. La boca del socavón de Los Reyes, que da acceso a su laborío, se encuentra situada a 1050 m sobre el nivel del mar y al E de la población de Chichihualco, próximamente a seis kilómetros de distancia de aquella población.

Fundo minero

El fundo minero de la Negociación de "La Delfina," S. A., se compone de las cuadras de "La Delfina," "Esperanza," "La Casualidad," "Argentina" y "La Paz," que comprenden 119 pertenencias, extensión más que suficiente para abarcar las vetas y crestones hasta ahora conocidos.

Vías de comunicación

La estación terminal de Balsas de las Líneas Nacionales de México, que se encuentra situada a unos 40 kilómetros al NNW de la mina, es el punto más cercano de una vía férrea y pueden seguirse dos caminos para alcanzar este punto: el camino de herradura que va por el arroyo de Huacapa a unirse, cerca de la Venta del Zopilote, con el camino carretero de Chilpancingo a Iguala, o el camino que sigue por Chichihualco, Xochipala, Mexcala, Axcala, hasta Balsas. Los fletes, a lomo de mula, desde la

mina a la estación citada por cualquiera de estos dos caminos cuestan de \$ 25.00 a \$ 30.00, por tonelada.

Existe, además, el camino de herradura que une a la mina con la ciudad de Chilpancingo, capital del Estado de Guerrero, cuya ciudad se encuentra al SE de la Delfina, a una distancia, aproximadamente, de veinticinco kilómetros.

Fisiografía

El Estado de Guerrero se encuentra atravesado, en casi toda su extensión, por la Sierra Madre Occidental y dependencias que le son subordinadas, siendo su topografía, por esta circunstancia, de carácter sumamente abrupto y accidentado. Un rasgo fisiográfico de su topografía es la división de la Sierra Madre, por la profunda cortadura del río Balsas, en dos porciones: una septentrional, que desciende en acentuada pendiente hacia la cuenca de aquel río y otra porción meridional, a la que, impropriamente, se le ha llamado Sierra Madre del Sur.

La dirección general de esta sierra es de Oriente a Poniente y en ella se forman dos vertientes: una hacia el Océano Pacífico y la otra hacia la cuenca del río Balsas. En esta última vertiente se encuentra situada la mina de "La Delfina," en la barranca conocida con el nombre de Juan Cipriano, que es afluente del río de Huacapa, el cual es, a su vez, tributario de la cañada del Zopilote, que desemboca, cerca de la pequeña población de Mexcala, en el río Balsas.

La barranca de Juan Cipriano, que hacia el SW toma el nombre de El Salto, nace en las vertientes boreales del cerro de Tlachihuisco (1600 m de altura absoluta) y de este cerro se derivan las crestas y lomas que la limitan cerca de su confluencia con el río de Huacapa, y que son: por el E los cerros del Guayabo, y por el W, las lomas de La Caballada; estas eminencias llegan a alcanzar una altura de más de 1700 m sobre el nivel del mar.

El río de Huacapa, en cuya margen izquierda se encuentra situada la hacienda de concentración de la Negociación, nace en la serranía de El Limón, al SW de Mexcala y con dirección general de E a W, recorre los alrededores del pueblo de Chichihualco, pasa por La Delfina y siguiendo de allí hacia el E, va a reunirse con la barranca de El Zopilote, cerca de la Venta del mismo nombre.

Solamente en la estación de lluvias corre agua por el arroyo y barranca mencionados, los cuales en la época de mi visita (Marzo del año próximo pasado) se encontraban enteramente secos.

El clima de la región es cálido y no obstante la altura sobre el nivel del mar a que se encuentra la mina, su clima es bastante caluroso, por encontrarse situada en el fondo de una profunda barranca.

Geología general

Las rocas que se encuentran en la región estudiada son de origen sedimentario las unas y de origen eruptivo las otras. Las primeras están representadas por calizas, pizarras arcillosas, conglomerados y brechas; las segundas por andesitas y tobas andesíticas, en su mayor parte.

Las calizas, muy probablemente cretácicas, son de color blanco, gris o azulado y se encuentran en algunos puntos marmotizadas por metamorfismo de contacto. Las pizarras arcillosas son algunas veces carbonatos o suelen contener nódulos de fierro o manganeso; los conglomerados son conglomerados calizos o "conglomerado rojo," formado, casi en su totalidad por fragmentos de andesita, cementados por un material arcilloso teñido de rojo por óxidos de fierro.

Las pizarras arcillosas se ven en algunos lugares debajo de las calizas, en otros alternan con ellas, y generalmente están plegadas en pliegues pequeños y numerosos; las calizas se presentan con frecuencia fracturadas o forman pliegues amplios.

Las rocas eruptivas son andesitas que se presentan como masas intrusivas que cortan a las pizarras arcillosas o como masas efusivas que cubren a las calizas.

En "La Delfina" y sus alrededores se encuentra una masa de andesita de mica negra, que ocupa una considerable extensión superficial y que forma, al N del río de Huacapa, los cerros de Paredones y el Tabacal y hacia el S los cerros de Tlachihuisco, el Guayabo y lomas de La Caballada. Esta masa eruptiva se encuentra atravesada por cuatro sistemas conjugados de fracturas exokinéticas y de presión, orientadas NS-EW y NESW-NWSE, que formaron zonas de diaclasas.

Los sistemas NS y EW, perpendiculares entre sí, son los mejor desarrollados y comprenden fracturas orientadas con rumbo variable entre 2 y 20° NW, con echado generalmente al NE y fracturas EW, cuya dirección varía entre EW y 70° NE con inclinación al N o NW. En los otros dos sistemas, también en

ángulo recto, las fracturas NE-SW son de mayor extensión a rumbo, que las orientales NW-SE, teniendo éstas una dirección comprendida entre 45° y 55° NW, con fuertes inclinaciones, y aquellas un rumbo variado entre 45 y 50 NE con echado de 65° a 70° al NW.

Las diaclasas anteriores parecen haberse formado casi simultáneamente, bajo la acción de los esfuerzos orogénicos de la región, obrando sobre una roca dura y quebradiza como es la andesita; esta roca no pudo resistir los esfuerzos mencionados y fué entonces fracturada, dando lugar a la formación de las citadas diaclasas. No tuve oportunidad de estudiar a estas fracturas en la superficie del terreno, pero es muy probable que penetren a las calizas y pizarras arcillosas y sería, en ese caso, muy interesante estudiar los cambios, que al pasar de una roca a otra experimenten dichas fracturas en su dirección, potencia, inclinación y naturaleza de su relleno.

Criaderos metalíferos

Los criaderos metalíferos de "La Delfina" son vetas-diaclasas que se encuentran contenidas en los sistemas de fracturas a que acabo de referirme.

La potencia de estas vetas-diaclasas varía entre unos cuantos centímetros y $0^{\text{m}}.40$; su relleno está constituido por fragmentos de la roca encajonante o por productos de alteración química o mecánica de esta roca. En algunas vetas este relleno ha sido completamente estéril y en otras ha contenido pequeñas lentes mineralizadas; su estructura es en general compacta, pero suele ser en algunos puntos brechiforme y rara vez se presenta en cintas simétricas y paralelas.

Entre las vetas-diaclasas pertenecientes a los dos sistemas conjugados NS-EW mencionaré a las siguientes: vetas orientadas NS "Delfina," cuyo rumbo medio es de $11^{\circ}30'$ NW con echado de 65° al NE; "Guadalupe," con 2° NW de rumbo y 70° de inclinación al NE; "San Juan," dirección NS y casi vertical y "Las Casas" 20° NW de rumbo y 80° de echado al NW. Vetas orientadas EW: "Caso" con un rumbo medio de EW e inclinación al N 75° ; "Veta Nueva" 75° NE y echado al SW; "San José" 80° NE de rumbo e inclinación 75° al SW y "Quintana."

Entre las pertenecientes a los otros dos sistemas citaré a

las siguientes: vetas orientadas NE-SW "San Enrique" cuyo rumbo es de 50° NE con 65° de inclinación al SE; "2.^a San Enrique" 45° NE e inclinación al SE y por último entre las orientadas NW-SE señalaré a las de "Sorpresa" y "Ultimo Cartucho," actualmente apenas reconocidas.

Con respecto a la distribución de la mineralización en estas vetas puedo decir: que en grandes tramos de su relleno son completamente estériles y que solamente en la intersección de algunas fracturas entre sí, tiene lugar a veces, la concentración de mineralización en "clavos" que han sido de cortas dimensiones y que se han extendido más al echado que a rumbo. Esto puede observarse en los comidos correspondientes a los clavos ya disfrutados de "Ximénez," "El Quinto," "El Ocho," "Once" y "Caso," que se presentan en las intersecciones de las vetas de Guadalupe, Delfina, San Juan y Caso, entre sí, o con fracturas transversales no mineralizadas.

La veta Delfina es angosta y en su relleno se han presentado minerales argentíferos. En la veta de Guadalupe se han presentado también minerales argentíferos con sulfuros de plomo, zinc y fierro. En la veta de San Enrique (SW de "San Enrique") la roca de los respaldos está fuertemente impregnada de pirita y su llenamiento contiene pequeñas bolsas e hilos de galena argentífera. La veta de Caso que es una de las más poderosas, tiene una potencia de 0".40; pero su relleno es estéril y está constituido por "lamas" arcillosas que provienen de la alteración de los feldespatos de la andesita.

Minerales y Matrices

En las vetas mencionadas se encuentran los siguientes minerales de depósito primitivo: freieslebenita, galena, blenda negra y en mucha menor proporción la pyrargirita; rara vez se presenta la estephanita y la argentita. Entre los minerales de origen secundario son los más comunes los óxidos de fierro y muy raros los óxidos de cobre y manganeso. La freieslebenita es el metal constituyente de los metales de "La Delfina" y siguen después la galena, pirita y blenda.

Las matrices que generalmente acompañan a los minerales citados son la calcita, dominante, y en menos proporción la siliza compacta; son raras la dolomia y el yeso.

Génesis de las vetas

“Las fracturas mineralizadas que se encuentran en “La Delfina,” fueron originadas por acciones tectónicas producidas principalmente por esfuerzos de presión lateral; estas fracturas se formaron en andesita y se agruparon en sistemas conjugados de diaclasas. La naturaleza de su relleno y la asociación de los minerales que se encuentran en él indican que estas vetas se formaron por procesos hidratolíticos,¹ durante la circulación de aguas termominerales ascendentes, a través de las referidas diaclasas; la estructura del llenamiento por lo general compacta y el hecho de no estar en todas partes claramente separado de la roca de los respaldos, en la cual penetra la mineralización de una manera muy irregular, parece demostrar la existencia de fenómenos de sustitución metasomática y en ciertas regiones simple cristalización de los minerales contenidos en las soluciones termominerales, que se depositaron en cavidades vacías preexistentes. En algunos lugares el relleno afecta una estructura brechosa debida al depósito de los minerales en los espacios que quedaron entre los fragmentos de la roca de los respaldos, que fueron rellenados por los minerales depositados que cementaron entonces los referidos fragmentos.

La mineralización útil en estos criaderos se concentra en las intersecciones de las vetas entre sí o con diaclasas transversales no mineralizadas, es decir, se concentra de preferencia en los lugares de mayor permeabilidad de la roca de los respaldos, permeabilidad debida al agrietamiento de esta roca.

Clasificación de los criaderos

Según lo anteriormente expuesto los criaderos de “La Delfina” son primarios epigenéticos contenidos en fracturas exokinéticas y de presión;² originados por procesos hidratolíticos, durante la

---

¹ Véanse “Diversas zonas mineralizadas en los principales criaderos metalíferos de México” por el Ingeniero de Minas J. D. Villarelo. Bol. Soc. Geol. Mex. tomo VII. México, 1910. pág. 13.

² “Traité de Gisements Métallifères” par le Dr. Richard Beck.—Paris 1904, páginas. 3, 5 y 194.

circulación de aguas termominerales ascendentes y fenómenos de substitución metasomática o simple cristalización; afectan la forma de vetas-diaclasas y son argentíferos.

Edad de las vetas

Las vetas-diaclasas de "La Delfina" cortan las andesitas terciarias de la región y son por lo tanto posteriores a la consolidación de esta roca eruptiva y muy probablemente estas vetas son de edad pliocena.

Laborío de la mina

El laborío de la mina de "La Delfina" está formado por un socavón (Socavón de Los Reyes) cuya boca está a 20 m arriba del lecho del río de Huacapa y cuya longitud total, actualmente, es de 350 m desde su boca de entrada, situada en el patio de la mina, hasta su tope. Al nivel de este socavón, que sigue en un gran tramo a la veta "Delfina," existen diversas exploraciones, siendo las más importantes las siguientes: un cañón sobre la veta de Caso, de 145 m de longitud (véase el plano anexo a este informe) Láms. VI y VII, que han explorado a dicha veta encontrándola estéril en todo ese tramo, con excepción del punto en el cual es cortada por "La Delfina" (Clavo de Caso); un cañón de más de 130 m de longitud, labrado sobre la veta de San Enrique (SW de San Enrique) que lleva metales plomosos argentíferos (ensayos Núms. 5, 7 y 8), en pequeñas bolsas o hilos delgados; un cañón sobre la veta nueva, de 75 m que sirvió para explorar esta veta que fué completamente estéril en este tramo; un cañón sobre la veta de Guadalupe, en la que se disfrutaron los clavos de "Ximénez," "El Ocho," "El Once" y algunos otros y finalmente de un crucero al E de 30 m de longitud, que parte del punto en que el antiguo tiro de arrastre comunica con el socavón. Este nivel es el más desarrollado y teniendo en cuenta la extensión longitudinal de las obras enumeradas y la de las pequeñas exploraciones llevadas a cabo en algunas otras vetas y fracturas no mineralizadas, su desarrollo total es próximamente de 800 metros.

Los laboríos hechos para explotar, hacia arriba y abajo de este nivel, los clavos que se han encontrado consisten de cañones cuya situación y longitud puede apreciarse en el plano; estos cañones

están a 30 m arriba o abajo respectivamente del nivel del socavón y su desarrollo a rumbo es mucho menor que los labrados a aquel nivel.

El antiguo tiro de arrastre con el cual comunica actualmente el Socavón de Los Reyes tiene 60 m de profundidad desde su brocal hasta el nivel del Socavón y se aprovecha ahora solamente para la ventilación de la mina; cerca del punto de comunicación marcado C en el plano, existe un malacate eléctrico que podría utilizarse, en caso necesario, para continuar el cuele ya iniciado de la lumbrera abajo del Socavón.

No me fué posible visitar los planes de la mina, por encontrarse inundados en la época de mi visita; el agua se encontraba entonces a 12 m abajo del nivel del Socavón de Los Reyes.

Leyes de los minerales

En el plano se encuentran marcados con un pequeño círculo los lugares donde tomé ensayos para poder apreciar las leyes de los minerales; no pude tomar una serie completa de ensayos, por no encontrarse sino muy pocos metales a la vista. Los ensayos recogidos dieron los resultados siguientes:

Número	Nombre del lugar o de la labor	Plata	Oro
1	Gabarro del lote en la hacienda	0.790	0.8
2	Granzas " " " " " "	0.293	indicios.
3	Concentrados en las oficinas del Socavón	2.475	1.
4	Labor de "Ximénez" pequeñas bolsas al bajo	10.575	0.
5	Cielo de Progreso en la Fte. SW de San Enrique	2.020	0.
6	Lamas del bajo en la Fte. SW de San En- rique	0.072	0.
7	Hilo de 5 ctms. ancho pozo Fte. SW de San Enrique	6.300	1.2
8	Pequeña bolsa plomosa tope Fte. SW de San Enrique	0.520	0.
9	Pyritas que impregnan la roca de los res- paldos en la Fte. "SW San Enri- que"	0.242	0.
10	Lamas de la veta de "Caso," cerca del pozo del mismo nombre	0.080	0.
11	Pozo de Salvidea - Hijueta de metal de 1 centímetro	7.070	0.

Como se ve por la lista anterior la ley de los minerales es muy variable; varía entre algunos gramos por ton., que corresponde al llenamiento arcilloso de las vetas EW hasta leyes de 6, 7 y 10 kg por ton, que corresponden a los metales ricos de las vetas NS, en sus uniones e intersecciones con otras vetas; pero estos metales ricos se presentan en cintas angostas de 1 a 4 cm de espesor o en bolsas muy pequeñas e interrumpidas. La ley de oro de los minerales es baja y no crece al aumentar la ley de plata.

Exploración y explotación

La exploración de las vetas diaclasas de "La Delfina" se ha extendido hasta ahora principalmente a rumbo. Los labrados a nivel del Socavón han alcanzado, como lo he hecho notar al describir el laborío de la mina, una extensión longitudinal de cerca de 800 m; en cambio los cañones inferiores están menos desarrollados y sólo llegan a niveles situados a 30 m abajo del socavón. Se ha limitado mucho, por consiguiente, la exploración a profundidad en relación con la exploración a rumbo. Esto ha obedecido, probablemente, a la facilidad de trabajo a rumbo en un nivel que no necesita transporte vertical de tepetates, ni instalaciones especiales de desagüe; pero la extensión y costo de este laborío de exploración no ha correspondido a los frutos encontrados o ha dado resultados completamente negativos. Al limitar la exploración a profundidad se ha tenido en cuenta seguramente las dificultades relativas que ofrecen los trabajos descendentes de una mina; pero se ha olvidado también que los clavos encontrados se han extendido siempre al echado y muy poco a rumbo, manera de presentarse que está de acuerdo con la naturaleza de los criaderos metalíferos ya estudiados y con la concentración de la riqueza en las intersecciones entre sí, de vetas-diaclasas de fuerte inclinación o con fracturas transversales no mineralizadas, como se ha visto en el estudio precedente de la distribución de la mineralización en dichas vetas.

Por estas razones creo que debe concentrarse ahora la exploración a profundidad, siguiendo el echado de las vetas por pozos localizados en aquellos puntos que presentan más probabilidades de mineralización. Estos puntos serán de preferencia aquellos situados en la continuación al echado, de los clavos ya reconocidos o aquellos que se encuentren en las intersecciones de las vetas del sistema NS con las del sistema EW, o en las uniones de aqué-

llas entre sí, o en sus cruzamientos con las vetas del sistema NE-SW. Entre los puntos que presentan ciertas probabilidades de alcanzar metales a la profundidad, señalaré los siguientes:

El marcado núm. 1 en el plano, que se encuentra situado en las intersecciones de la veta Delfina, Caso y San Enrique; en este lugar puede colarse un pozo con probabilidad de encontrar la continuación a profundidad del clavo de "Caso," disfrutado arriba. Los puntos marcados 2, 3, 4 y 5 en el cañón SW de San Enrique sobre las bolsas e hilos de galena argentífera que se encuentran en ese cañón; en estos puntos podrán labrarse pozos sobre la veta, de 10 a 15 m de profundidad, teniendo cuidado de comunicarlos entre sí para procurar la ventilación y preparar un cañón inferior al nivel del Socavón, que si la ley del metal lo justifica, se deberá colar al NE para comunicarlo con la lumbreira por medio de un crucero. Esta obra, además de servir para explorar a esa profundidad la región de San Enrique servirá para la ventilación del nuevo laborío y para hacer la extracción y desagüe del mismo hasta el nivel del Socavón con el malacate eléctrico que existe allí y que actualmente no presta ningún servicio. En la veta de San Jorge a los 24 m de cuele del cañón labrado sobre ella, existe un pozo sobre metal (núm. 6 en el plano), que está actualmente aterrado; según informes que me fueron dados en la mitad, el metal ensayado en el plan de ese pozo cerca de 4 kilos de plata por tonelada y sería conveniente, si esto es cierto, limpiarlo y continuar su cuele al echado para explorar esta veta a profundidad. Es conveniente de todos modos continuar el cuele hacia el SE del cañón abierto sobre esta veta hasta su comunicación con la frente SW de San Jorge; el tramo que hay que colar para obtener esta comunicación es próximamente de 25 m y se lograría así la exploración de dicha veta en ese tramo y se facilitaría mucho, con esta obra, la ventilación de estos cañones y del laborío inferior proyectado del SW de San Enrique.

Es interesante también seguir el cuele de los pozos de San Enrique y Cuatro Velas (Núms. 7 y 8 en el plano) por encontrarse situados en una zona de intersecciones de fracturas NS con las vetas del sistema NE-SW, así como buscar la continuación a profundidad de los clavos explotados en la intersección y uniones de las vetas de Guadalupe y San Juan.

Para la ejecución de estas obras es necesario proceder al desagüe de los planes de la mina. Como la cantidad de agua que se encuentra en ellas es corta, desde el momento que se puede ago-

tar con simples bombas de mano, creo que podrían usarse con resultados económicos para efectuar dicho desagüe, pequeñas bombas eléctricas, las cuales son siempre muy manejables y para las que se podía utilizar la instalación de los conductores de corriente eléctrica que existe actualmente en el Socavón de Los Reyes.

La explotación de las vetas es relativamente económica, pues la roca en que arman es bastante dura y no requiere ademes sino en trayectos muy limitados. En el cuele de los pozos podrían usarse con ventaja para la extracción de los tepetates o frutos los pequeños tornos de mano llamados en las minas "burros" que son de uso expedito y poco costoso. Debo advertir que no es probable que se presenten grandes clavos de metal a la profundidad, aunque sí es de esperarse que las pequeñas bolsas o hilos que se encuentren sean de alta ley de plata; clavos que solamente una administración estrictamente económica podrá poner en condiciones de costeabilidad.

Metalurgia

Anexa a la mina existe una planta de concentración de cerca de 25 ton. de capacidad que consta de una quebradora "Dodge" de 7" por 10", dos cilindros trituradores de 20 por 10, tres molinos Huntington de 3½, una mesa concentradora Wilfley y tres del sistema Johnson, con su respectivo motor de vapor y calderas. El estado de conservación de esta planta es bastante bueno y desde hace algún tiempo se encuentra paralizada, por lo que no tuve oportunidad de hacer observaciones relativas a su eficacia. Sin embargo, por datos que me fueron suministrados en la mina, pude saber que en los resultados obtenidos se resentía una pérdida considerable de plata. Sin que me sea posible precisar a qué se debe esta pérdida, porque para hacerlo necesitaría haber estudiado la planta en trabajo, puedo decir que sería conveniente emprender una serie de pruebas y experiencias con un sistema de clasificadores más perfectos que el que existe actualmente en ella y con alguna mesa de los últimos modelos, para estudiar entonces los resultados obtenidos.

Conclusiones

Por lo expuesto anteriormente puede llegarse a las siguientes conclusiones:

Los criaderos metalíferos de "La Delfina" son vetas-diaclasas que se encuentran contenidas en cuatro sistemas conjugados de fracturas formados en una masa eruptiva de andesita.

Estas vetas son angostas, de relleno estéril en grandes tramos y solamente se mineralizan algunas veces, en las intersecciones de unas vetas con otras o con fracturas transversales no mineralizadas. Los clavos formados en las mencionadas intersecciones han sido de cortas dimensiones y se han extendido principalmente al echado y muy poco a rumbo; estos clavos han sido ya disfrutados y actualmente los metales a la vista son sumamente escasos. La exploración se ha hecho ahora principalmente a rumbo y se ha limitado mucho a la profundidad. Debe por lo tanto concentrarse a la profundidad emprendiendo algunas obras que se indican. Hay probabilidades con las citadas obras de encontrarse metales a la profundidad, pero estos metales no serán abundantes, aunque sí es de esperarse que las pequeñas bolsas o hilos que se encuentren sean de alta ley de plata.

Se hace necesario, por último, emprender en la planta de concentración una serie de pruebas y experiencias, usando un sistema de clasificadores más perfecto que el que existe actualmente, para estudiar entonces los resultados obtenidos.

México, Julio de 1911.