

INFORME RELATIVO A LOS DEPOSITOS MINERALES -
DE CAMPO MORADO, GUERRERO, ESTADO DE MEXICO.

Archivo PARTICULAR
del Sr. Gral. Plu-
tarco Elías Calles

A.M.

44

I N F O R M E RELATIVO A LOS DEPOSITOS MINERALES DE CAMPO MORADO, GUERRERO, ESTADO DE MEXICO.

-o-o-o-o-

UBICACION: "Campo Morado" es un mineral situado en la cordillera de montañas La Reforma, en la región de Aldama, Cabecera de Partido en el Estado de Guerrero, México, aproximadamente a los 18 grados 05 minutos de latitud Norte y 100 grados de longitud Occidental del Meridiano de Greenwich.

Todo el Estado de Guerrero es notablemente montañoso; las il~~l~~eras de abruptas y escarpadas montañas interrumpidas por hondos desfiladeros aún cuando contribuyen poderosamente a la magestuosa -- grandesa del natural escenario produciendo una infinita variedad -- de condiciones climáticas, forman, no obstante, un desconcertante obstáculo para los viajeros.- A través de un terreno tan desi-- gualy escabroso, el Río Balsas se precipita por intrincado lecho,- abriéndose paso occidentalmente hacia la Costa, engrosando su co-- rriente con los afluentes tributarios que de Norte y Sur vienen a confundirse con aquel después de haber recorrido largas y tortuo-- sas distancias.- Una serie de cordilleras montañosas altísimas y -- formadas paralelamente, cortadas por barrancos aquí y allá, se extienden hacia el Norte del Estado partiendo del Balsas con rumbo a los vecinos Estados de Morelos, Michoacán y México; en una de esas Cordilleras, a los 100 grados de longitud Occidental se encuen--- tran los depósitos minerales de Campo Morado.-

Desde la pequeña Ranchería de Tezuapa, al Norte de la ribera del Balsas y a 77 kilómetros río abajo partiendo de la Estación Fe-- rrocarrilera del mismo nombre, se elevan a pico las montañas de la cordillera de La Reforma, a grande altura y cortadas a tajo, de --

trecho en trecho por cimas profundas; la elevación media de esta --
Cordillera es de mil seiscientos metros sobre el nivel del mar, --
(mil doscientos metros sobre el nivel del Balsas, acotando desde --
Tezoapa) y se prolonga con rumbo al norte por una distancia de 25
kilómetros.- De los flancos de esta Cordillera se destacan hacia el
Oriente y Poniente algunos cerrijones erizados de picachos pelados-
y filosos que van a perderse en rápido declive el las profundida--
des de las vecinas barrancas.- El desarrollo de Zayulapa, a cuyas --
márgenes se encuentra instalada la planta Hidroeléctrica, retuerce--
su curso a lo largo de la vertiente oriental de la sierra y desem--
boca en el Río Balsas a la altura de Tezoapa.

Las fotografías uno y dos muestran la población y el lugar de
los hornos de fundición de "Campo Morado", sobre la falda oriental
de la cordillera La Reforma, a doscientos metros de la cúspide y --
seiscientos metros sobre el arroyo Zayulapa; a distancia de 16 ki--
lómetros al Norte de Tezoapa sobre el río Balsas.- Entre la cordi--
llera La Reforma y la línea del Ferrocarril se interponen diversas
otras ringleras de montes que corren de Norte a Sur.

ACCESO: La línea ferrocarrilera de vía ancha construída para -
comunicar la Ciudad de México con los Puertos de Acapulco y Zihuata
nejo en la Costa Occidental, parte de la Ciudad de México desde una
altura de 2.240 metros, atraviesa por un fragoso camino abierto so-
bre la sierra a 3.000 metros; luego desciende gradualmente a su ac-
tual Estación Terminal en la región del Balsas sobre la margen me--
ridional de este río, alejándose 293 kilómetros de la Ciudad de Mé-
xico.- La elevación sobre el nivel del mar en las márgenes del Bal-
sas es de 450 metros.

La estación Balsas es el punto de ferrocarril más cercano al -
mineral. Siguiendo los rodeos que marca la corriente del río Balsas

tal como se lleva a efecto actualmente por la comisión que levanta los planos para la construcción de la vía, la distancia de la Estación Balsas río abajo rumbo a Pezoapa es de 77 kilómetros. Desde Pezoapa a la costa, sobre la línea que marca la comisión del deslinde es de unos 300 kilómetros.

La Compañía Mexicana del Ferrocarril del Pacífico ha celebrado un contrato con el Gobierno Mexicano para la prolongación de la vía ancha más allá de su actual Estación Terminal Balsas, que atravesará Río abajo hacia Pezoapa y siguiendo de aquí al Puerto de Zihuatanejo.- El declive natural de los terrenos de la región circundante que convergen hacia el río contribuyen a que éste sea un camino ideal para la apertura y explotación de sus recursos.- Se han hecho ya los cálculos y deslindes; el grado máximo será de uno por ciento.- El subsidio federal es de \$6.000.00, dinero americano por kilómetro.- Aunque el promedio de costo para la construcción será de \$25.000.00 dinero americano, por kilómetro, el Distrito que media entre la Estación Balsas y Pezoapa con toda probabilidad excederá de esta cantidad.

No obstante la crecida corriente del Balsas son muchas las caídas de agua que se atreviesen en su curso, no permitiendo la navegación por esta causa.- Son 55 las cataratas que se interponen entre la Estación Balsas y Pezoapa, y sin embargo, empleando botes o chalupas de fondo plano "jangadas", que midieran unos quince pies de longitud y con una capacidad de transporte para tres mil toneladas de fletes, pueden hacerse navegas río abajo haciendo el viaje desde la Estación Balsas a Pezoapa en una 8 o 9 horas.- Las chalupas pueden ser remolcadas en cuatro días.

El mineral es accesible por ferrocarril siguiendo tres caminos, como se muestra en los planos, página uno, como sigue:-

1.- Desde la Ciudad de Iguala parte un camino montañoso de una extensión de cien kilómetros por terreno escabroso, llegando a la Ciudad de Teloloapan y siguiendo hacia el mineral, viaje que requiere 24 horas a caballo.

2.- Desde la actual Términus Ferrocarrilero en la Estación Balsas, sobre la margen del Río de este nombre, existe también un atajo por la montaña de 70 kilómetros que requiere un viaje de 16 horas a caballo.

3.- Desde la Estación Balsas, se puede hacer el viaje por navegación a Pezoapa, (77 kilómetros); de allí al Lomo de Mula sobre un camino carretero de unos 16 o 20 kilómetros de largo, a lo largo del arroyo Zayulapa.

TRANSPORTES: Para el desarrollo y explotación de los inmensos depósitos de pirita de poca ley que se encuentran e Campo Morado, la facilidad acerca del acceso y transporte de la producción y abastecimiento del Mineral es de una importancia capital; las distancias actuales deben ser cubiertas mediante transportes adecuados para hacer practicables en estos depósitos aquellas obras que rindan utilidad.

NOTA: Una industria importante que se prolonga durante nueve meses en el año, es la exportación del Ajonjolí y semilla del Cacalote que se remiten desde la tierra caliente que se halla a --- cierta distancia de Pezoapa. Diariamente llegan a Iguala varios - grandes cargamentos al lomo de bestias con estos efectos; siendo de quince días el viaje redondo que hacen los animales.

Parece que no hay duda que la extensión Ferrocarrilera con - que se ha contado hacia abajo del río quedará construída dentro - de poco tiempo, en lo futuro. Pero debe ser construído un ferrocarril del vía angosta por parte de los interesados en la explota

ción de "Campo Morado", cuya línea habrá de partir desde Pezoapa, - pasar por Zayulapa y tener su estación terminal al pié de la sierra Reforma que se halla abajo del mineral: distancia de 16 kilómetros, sobre un grado de $2\frac{1}{2}$ %. En esta Estación se podrá recibir la producción mediante cable aereo y enviarlo a la fundición cuya planta se halla sobre la falda de la montaña arriba de Pezoapa. La ubicación de la planta metalúrgica sobre la margen del río proporcionará un grado de inclinación adecuado a todos los tiros de las minas que se encuentran en la Cordillera; la situación será favorable para los grandes asuntos aduanales que habrán de resultar, contando con el Ramal Principal del Ferrocarril, la recepción de material tal como el coke así como los embarques de cobre negro tendrán grandes facilidades.

Por ejemplo, de 1.500 toneladas de mena y liga diariamente beneficiados se extraerán entre 25 y 30 toneladas de cobre poroso, con una ley de 98.5% de cobre y conteniendo las proporciones de oro y plata que se encuentran en los yacimientos; este producto debe ser remitido a los hornos de afinación electrolíticos para la adquisición del contenido de oro y plata y para la copelación del cobre en bruto. La Compañía americana de fundición y refinación posee plantas de afinación electrolíticas sobre la costa de la Atlántico en un lugar llamado Perth-Amboy, Nueva York, en Baltimore, y otra planta en Aguascalientes en la región central de México.

Con el Ramal Ferroviario construido a Pezoapa, la distancia -- por este medio partiendo de la fundición establecida en la margen -- del río hasta Veracruz, será de 795 kilómetros; hasta Aguascalientes será de 956 kilómetros; pero cuando al fin llegue el Ramal hasta la Costa, se verá que probablemente es más ventajoso remitir el cobre negro o poroso río abajo hasta Zihuatanejo para de este punto

hacer los embarques a Baltimore, proporcionando así un ahorro tanto en cargos de flete como en los de afinación. Entre tanto, se escoje rá Aguascalientes con preferencia. Durante muchos años la "Compañía Mount Lyell" que operaba en Tasmania estuvo remitiendo su cobre mineral para la refinación hasta Baltimore a través del Oceano.

Parece superfluo añadir que los actuales sistemas de transporte por ferrocarril para la ida y vuelta resultarían insuperables o imposibles para los embarques en grande escala. Aún la construcción de un buen camino carretero que fuera a parar a las Estación Terminal del Berrocarril costaría tanto como la construcción de una vía. Los fletes al lomo de bestias con destino al ferrocarril y partiendo de éste, deducen un costo al presente de unos \$25.00 por tonelada métrica.

NOTA: En la Ciudad de México existe una planta de refinación electrolítica que pertenece a una negociación Francesa y que podría encargarse de las obras de Copelación de Campo Morado.

DENUNCIOS Y PERTENENCIAS MINERAS.

La Compañía Minera y Explotadora "Reforma", posee la adjudicación de 324 hectáreas, (800 acres) de terrenos minerales, en una -- pertenencias y 36 hectáreas (89 acres) en tres denuncios aislados -- como se puede ver en el Plano, página 3; es decir:-

Las pertenencias del primer grupo son:

La Sonorense,

Demasías de la Sonorense,

La Reforma Norte,

La Reforma Sur,

Ampliación de la Reforma,

Otilia,

El Naranjo,

Demasías del Naranjo.

324 hectáreas.

Las pertenencias por separado son:

Independencia,

La Purísima,

36 hectáreas.

El Porvenir,

La Compañía posee 2.079 hectáreas (5.135 acres) de superficie territorial, que comprende un rancho abarcando los terrenos mineros, el mineral y la actual fundición.

La Compañía posee una concesión de fuerza hidráulica sobre -- las márgenes de Zañulapa,- Con un canalizo de 5.000 metros de longitud puede obtenerse un volumen de 125 metros.

Tres generadores movidos por turbinas desarrollan una fuerza de 500 HP, entre Junio y Enero, cuando se registra una abundancia de agua en este río, pero desde enero a los últimos días de mayo,- disminuye esta fuerza gradualmente de 500 a 75 HP.- Se dice que la instalación costó \$150.000.00 oro americano; durante la revolución los bandidos arrancaron todo el cobre de las máquinas y accesorios; pero se ha ido rehabilitando lentamente la instalación mediante las utilidades que reportan los embarques de barras.

La planta metalúrgica comprende un horno de fundición para estaño con una capacidad de 100 toneladas de fuerza hidráulica, y una cabria de cincuenta toneladas en trabajo constante; copelas inglesas; instalaciones para la incrustación del humero de fluses; cámaras de humero etc.

Una instalación de vapor que emplea combustión de madera.

Viviendas, almacenes; despachos, etc.

Taller de maquinaria; taller de herrería, etc.

La maquinaria de minas consiste de tres compresores de aire, - con motores de 200 piés cúbicos que se emplean en los trabajos de túneles.

HISTORIA Y PRODUCCION.

La mina Reforma fué descubierta por algunos miembros de la familia Ortiz en 1898.- Las otras minas fueron descubiertas más tarde.

La fundición comenzó en 1904 con la instalación de un horno alto para plomo, de 30 toneladas de capacidad y copelación inglesa. En 1907 fué reemplazado por un humero de 50 toneladas y ha estado trabajando casi sin interrupción desde entonces, pero aún está listo para seguir trabajando.

El beneficio de mineral emplomado argentífero con buena ley de oro continuó llevándose a cabo desde 1904 hasta 1913 bajo la dirección del señor Vicente G. Gómez y los informes del beneficio están completos para este periodo de diez años. Las dificultades de la revolución paralizaron los trabajos entre 1914 y 1918. Desde -- octubre de 1920 hasta el presente han estado en trabajo continuo los hornos de la Hacienda de Beneficio.

El anexo "A" es copia del señor Vicente G. Gómez acerca del estado de producción durante el periodo de diez años, 1904-13, mostrando que se beneficiaron 97.800 toneladas de mineral emplomado de plata con el valor medio de \$70.00 oro americano por tonelada y además 50.000. toneladas de mineral de hierro como fundente conteniendo ocho pesos oro americano en oro y plata. A continuación se presenta un estado de los embarques:

PRODUCTO.	Tonelds.Metres.	Valor Ensayo P.ton. en kilogramos.		VALOR TOT. oro Americ.
		Plata.	Oro.	
Mineral				
Embarcado.....	1.434.....	2.653.....	103...\$	166.112.53.
Plomo en barr....	4.567.....	9.785.....	308...\$	2.043.701.62.
Plata en barr....	4.....	930.369.....	10.718...\$	121.584.35.
Pb.Ag.en barr....	134.....	547.120.....	17.046...\$	2.903.693.80.
Matte.....	79.....	3.936.....	057...\$	11.142.57.
Min. hierro.....	819.....	349.....	011...\$	9.489.25.
Litargirio.....	4.....	765.....	016...\$	211.58.
Total en Oro americano.....				\$5.255.935.70.

A esto debe adicionarse el mineral beneficiado por los revolucionarios durante los cuatro años de la ocupación, tanto como los constantes embarques que se hicieron desde octubre de 1920 hasta la fecha.

Prácticamente, el total de las 97.800 toneladas de mineral emplomado de plata beneficiado hasta 1913 y todo el que se ha beneficiado desde entonces ha sido tomado de los criaderos del material obscuro extraído de la zona de oxidación que se encuentra inmediatamente sobre la capa del material de sulfito. El costo de beneficio y minería ha sido aproximadamente de unos \$25.00 oro americano por tonelada métrica.

GEOLOGIA.

CONSIDERACIONES GENERALES:- En los terrenos altos al oriente de la cordillera Reforma, (entre ésta y el ferrocarril), la exposición permanente consiste de piedra caliza en gruesas capas formando repliegues longitudinales de extensas flexiones cuyos polos corren casi de norte a sur.

Bajo la capa calcárea se halla un strato de pizarra de un gris oscuro que varía hasta el negro, el cual tiene un espesor inmenso. La dirección constante de la capa es de N 30 W con huecos hacia el Suroeste. Entre mezclados a trechos un poco anchos se hallan suturas y filones de caliza. Este strato es predominante en toda la Cordillera Reforma y se halla en puntos bajos entre ésta y el ferrocarril donde se notan desgastes de la caliza. Desde la sierra Reforma y por larga distancia hacia occidente está cubierta la superficie en considerable profundidades con tuda y breccia volcánica; estas capas piroclásticas se hunden aparentemente asumiendo la forma del esquisto, bajo la cual inmediatamente yacen; habiéndose corroído toda la capa calcárea en esta región occidental con anterioridad a la actividad volcánica. La elevación general que hizo declinar la capa de pizarra y tufas hacia el suroeste, siguió al

movimiento volcánico terciario. La topografía acentuada hacia el occidente de la sierra reforma se caracteriza por delineamientos grotescos y agudos lo que bien puede ser atribuido al descenso de la gradación de esta tufa y breccias. A grandes trechos se encuentran grandes capas de rocas granitoides en la región circundante, como Cascalotepec, (entre Campo Morado y Balsas;) en las montañas al oriente del Balsas; al suroeste de Coyuca donde se observan grandes vetas de orocuarzo en el granito. Son comunes las contravetas de roca ignea incrustada y despojos de las corrientes de lava pertenecientes al periodo terciario.

NOTAS: 1.- Esta caliza probablemente gredosa, cubre una extensa área, desde Chilpancingo se dirige hacia el Norte por Iguala, Taxco, etc., y hacia el oriente por los Estados de Morelos, Puebla y Oaxaca. Luego se encuentra en la planicie central llegando hasta el Norte al Estado de San Luis Potosí.

2.- Por el lecho del Balsas entre la Estación de este nombre y Pezoapa los antiguos sedimentos tienen una dirección septentrional, con un hueco de unos 20 grados, hacia el suroeste. Al occidente de Pezoapa la tufa y breccias de las capas superiores tienen el mismo busamiento y declinación. Esta vieja capa de esquisto es una roca conocida en mucho de los minerales del Norte y Noroeste de Campo Morado, como en Sultepec, Temascaltepec, etc.

3.- Las corrientes de lava basáltica inundaron algunos de los valles del occidente de Apaxtla, entre la Estación Balsas y Campo Morado.

GEOLOGIA LOCAL.

Casi a través de toda la Sierra Reforma, la dirección del strato de esquisto, es cerca de N 30 W, con un descenso hacia el Suroeste. Pero entre Achotla y Campo Morado hay pruebas de que existe una extensa zona desierta que atraviesa la sierra desde cerca de la mina

Esmeralda al oriente pasando por los pueblos de Xochicalco y Guerrero hasta el pueblo de Agua Zarco en el Occidente; las tierras de aluvión entrecortan esta faja de territorio, tiene una dirección orriental hacia el noreste suroeste con una hondonada meridional, y tiene el aspecto de una contextura esquistosa. Cubriendo una porción de la cordillera y afectando la forma de parches -- muy delgados sobre la falda occidental en las cercanías de Campo Morado, se observan algunos remanentes de las rocas piroclásticas, que anteriormente cubrieron esta área y que se encuentran bien expuestas en las espesas capas de la elevada montaña Cerro del Gallo precisamente al occidente del mineral. Cerca de Achotla también -- puede verse la toba volcánica y en el Valle de Zayulapa en el lugar de Esmeralda; las exposiciones de esta naturaleza en estos bajos horizontes probablemente son resultado de dislocaciones geológicas. En los tiros interiores de las minas se han llegado a encontrar numerosas fallas en las vetas pero estas nunca han sido repletas de manera sistemática. Atrevsando la cordillera en forma oblicua se encuentran algunos grupos de contra-vetas ígneas, que se comunican estrechamente con los depósitos de mineral. En los alrededores de Achotla un cierto número d contra-vetas de cuarzo pórfido con un -- paralelo N 30 W han sido entrometidas naturalmente y algunas de ellas se ven conjuntamente, espacios de una zona altamente mineralizada -- que se extiende encima de la superficie por varios kilómetros con muy contadas interrupciones en su continuidad. La capa de pizarra en vecindad con las contra-evtas se halla un poco transformada y ladeándose en un acantilado. En la región de Campo Morado (NE.SE.) las contravetas de esta misma posición se entre mezclan a los depósitos minerales; la cubierta de filón del depósito reforma se halla clasificado por royer como diorita. Una contra-veta de silicato de alúmina (ande-

sita) fué encontrada en el túnel inter regional a 70 metros de la salida occidental y probablemente se comunica con el cuerpo de sulfito que se halla contiguamente en el Naranjo. Así como las contravetas cortan la cordillera atravesándola en una dirección casi paralela con el buzamiento de esquisto las capas de aluvión en las cercanías se ladean en rápido declive, en lugares en que las contravetas son casi verticales.

Los depósitos de mineral. Estos se comunican estrechamente con las mezclas ígneas y aparecen a lo largo de los contactos de comunicación; pero un punto, que no ha sido justamente apreciado y que bien podría prestar ayuda en los futuros reconocimientos de la región, es el hecho de que el mineral se ha introducido en lugares donde las contravetas se hallan en contacto con las capas calcáreas del strato de pizarra. Superficialmente puede trazarse una faja calcárea ancha a lo largo de la vertiente de la cordillera reformada en su lado oriental hasta un punto que se halla entre la fundición y la boca del túnel inter-regional; desde este punto hacia el noroeste se destaca el cuerpo mineral de reforma corriendo a lo largo del contacto del strato diorita. La pronta descomposición de la caliza en cal y gas de carbón de óxido por agentes químicos ácidos, y no hallándose profundamente encontrada, por medio del calor producido por la entre-mezcla, hace que ésta roca resulte magnífica para los cuerpos de reemplazamiento. Donde la roca es sumamente impura, podría uno esperar que el reemplazamiento se aproximara a una verdadera metasomasis, como sucede en Achotla, donde la estructura hendible del aluvión aparece en el sulfito. Como demostración ulterior, los depósitos se comunican con las oquedades y buzamiento de esquisto; la extensión longitudinal de los cuerpos de mineral mantiene una relación al ángulo en el que las contravetas en contacto entre-cruzan los planos de yacimiento. Las capas negras silíceas del strato

formaron una presa angosta y evitaron la extensión lateral de la mena. El límite de la pirita en justaposición a la pizarra negra es muy agudo se observa una ligera alteración de la pared de roca abajo de la zona superficial a la intemperie. Ciertas fajas en el estrato de pizarra, en proximidad con los depósitos de mineral y dentro de la zona de influencias secundarias, han sido activamente ajustadas y enblanquecidas por la acción del ácido sulfúrico producido por la descomposición de la pirita que se filtra por las aguas de lluvia. Los únicos depósitos, que se han descubierto hasta ahora han aflorado en la superficie con el conocido quijo de hierro oxidado. Hay que esperar en esta parte de la cordillera el descubrimiento de depósitos de pirita, que no afloran y que bien pudiera ser que no tuvieran zonas superficiales de oxidación y enriquecimiento.

ALTERACION DE LOS DEPOSITOS DE MINERAL:-- Los depósitos que afloran en la superficie muestran los efectos de la intemperie en alto grado en la descomposición de la pirita durante el proceso de la exposición climática, el ácido sulfúrico y los sulfatos de ácido generados fueron los más poderosos factores para acelerar la acción química de las aguas de infiltración. Tan hacia bajo de la superficie como puede alcanzar la oxidación, el sulfuro ha sido oxidado, y una gran proporción de hierro con la mayor cantidad de cobre y zinc fue combinado como sulfatos solubles; el sulfato de plomo como la mayoría de las sales de plomo es difícilmente soluble; de aquí ha resultado un enriquecimiento diferencial en este metal. Siendo el óxido muy difícilmente soluble ha quedado apartado enteramente libre y combinado con pequeñas cantidades de albúmina y óxido de zinc. Algo del arcénico originalmente presente ha permanecido con plata secundaria, plomo y minerales de cobre para lo cual tiene gran afinidad. El análisis comparativo siguiente es interesante con este motivo:--

MINERAL.	SULFITO ORIGINAL	QUIJO DE HIERRO.	ARENAS SILICOSAS.	MINERAL PLOMO.
Hierro F.	37 %	44 %	13 %	25 %
Azufre S.	42 %	2 %	0.5 %	3 %
Cobre cu.	1 %	-	1 %	-
Plomo pb.	1.5 %	-	-	7 %
Zinc zn.	2 %	0.5 %	1 %	1 %
Arsénico As.	1 %	1 %	0.7 %	2 %
Sílico SiO ₂ .	12 %	17 %	80 %	35 %
Cal CaO.	1 %	1 %	0.5 %	0.5 %
Alúmina Al ₂ O ₃ .	0.5 %	1 %	1 %	1 %

Por consecuencia de la exposición climatérica se ha creado una capa de hierro de espesura considerable de una ley casi pura en -- algunas partes y usado como fundente en los hornos; y en otras capas demasiado silicosas para este propósito; pero conteniendo de -- dos a cuatro gramos de oro y como doscientos gramos de plata por -- tonelada métrica. Bajo la quija de hierro se encuentra un lecho de arena silicosa con escasa cantidad de cobre y plomo y con una aquilatación de unos quince pesos oro americano en oro y plata. Debajo de éste se halla otro lecho de materias arenosas cortado a trechos por fajas abruptas como resultado de la concentración natural y que contiene más altos valores en plomo oro y plata que el lecho anterior. A través de éste se hallan fajas de color rojo pardo de un mineral con una ley de 6 % a diez % de plomo y como 20 gramos de oro y como 500 gramos a un kilogramo de plata por tonelada métrica el cual se está extrayendo y beneficiando el más bajo strato de arena frecuentemente se encuentran oscuros veteados de minerales de cobre (especialmente chalcosito Cu_2S) En cantidades menores se encuentra una gran variedad de quijo mineral aparte de los ya mencionados la merma en volumen debida a la pérdida de elementos constitutivos durante la exposición climatérica fué considerable; la zona porosa permeable se fué aplastando gradualmente por la presión ejercida por la cubierta del filón; su anchura es probablemente cerca de un décimo de la anchura original ocupada por el sulfito. El hundimiento local en -----

la superficie a través de la parte superior o sea la cumbre de la cordillera Reforma a lo largo de la línea de depósito debido a los desplomes que siguieron a las obras de remoción de elementos constitutivos de mineral durante la exposición a la intemperie, es pronunciado de una manera muy notable, pero no sirve necesariamente de base para formarse el criterio del descubrimiento de otros yacimientos minerales, filones minerales.

LA MINA "REFORMA".

EXTENSION DE LAS VETAS:- La veta mineral "Reforma" cruza la cordillera en un ángulo oblicuo siguiendo un curso mineral de N 45 E y declive de 45º hacia el sur. Desde el ápice de la montaña al crestón ferruginoso -- puede observarse por la superficie del terreno cuesta abajo hacia el oriente y hasta terminar en el lugar que ocupa actualmente la planta de beneficio, (distancia horizontal de unos 750 metros aproximadamente); ni los crestones de hierro ni la roca ígnea adyacente de breccia pueden notarse más allá de este sitio. Hacia abajo de las caídas occidentales el crestón pueden aún distinguirse en una distancia de unos 500 metros probablemente. Unicamente ha sido explorada la parte del declive central de la montaña. El largo de las vetas y su anchura aumenta desde la cumbre hacia abajo hasta un sexto nivel; una sección horizontal sobre este plano mostraría una longitud de unos 700 metros y una latitud de unos 500 metros. Abajo del sexto nivel la prolongación de las vetas es desconocido hasta el presente. Un séptimo nivel (68 metros abajo del sexto nivel) tiene su punto de partida desde abajo de la fundición y corre hacia el interior de la montaña unos 700 metros en esquisto sin que tropiece con mineral. Hasta el séptimo nivel puede ser investigado cuidado

Campo Morado.

cuidado-
samente, pero esecosa insegura contar con que exista algún mineral a esta profundidad.- Es probable que los desplomes junto con una cambio en las oquedades se hallará que son la causa de la falta de mineral en ese fondo.-

LOS TRABAJOS DE LA MINA:- En la sección adyacente el cuerpo de pirita se halla cubierto de un color amarillo, como se observará, aparte de las principales galerías o cañones de desagüe y los cruceros, no se ha registrado ninguna suspensión de trabajos en tal departamento.- La zona oxidada, en derredor del periferio de los sulfitos, ha sido extensamente explotada como fuente de producción de mineral emplomado para alimentar los hornos; pero estas obras, en gran parte, ya no son accesibles.- De los Seis Niveles que aparecen en la sección, los números 3-4-5 y 6 se prolongan atravesando la montaña a lo largo de la espalda del filón o pared inferior de la veta y éstos con sus respectivos cruces dentro de la pirita sirven como base para tomar las dimensiones de aquél cuerpo mineral abajo del primer nivel.- Solamente el Nivel 4 es por el presente accesible por completo; los Niveles 3-5 y 6 excavados en la zona oxidada, con trabajo podrían hacerse accesibles de nuevo.- El Nivel 6 está sobre el piso de los almacenes de mineral pertenecientes a los hornos. Sobre el "Bis" o sea el lado occidental de la montaña, se está extrayendo algún mineral de plomo de buena ley, entre los Niveles o galerías 5 y 6.-

LA ZONA OXIDADA:- tal como aparece en la sección tiene una profundidad de 60 metros aproximadamente.- La veta se halla prácticamente agotada y desprovista de todo el rico mineral emplomado que se exten-

60

dia inmediatamente encima del yacimiento de los sulfitos, pero debido a los altos costos de los trabajos de extracción y beneficio, todas las substancias minerales (exceptuando el necesario hierro fundente) que rendían menos de \$40.00 oro americano por tonelada, fueron abandonadas en los tiros.- Abandonadas en su lugar natural y por encima de los antiguos trabajos se encuentran unas 200.000 toneladas de arenas silicosas que contienen de 4 a 7 gramos de oro con unas 200 a 500 gramos de plata por tonelada; el promedio de lye en oro y plata es probablemente al rededor de unos \$10.00.- Los ensayos de cianuro han sido poco afortunados para dar los trabajos de una extracción satisfactoria.- Los experimentos de flotación indican que este proceso puede allanar el camino para emprender obras bastante económicas respecto de estas arenas; en cuyo caso puede ser posible mantener el actual horno de fundición trabajando durante largo tiempo en los futuro, puesto que los concentrados podrían ser beneficiados y fundidos con el mineral emplomado de la mina de Naranjo o refinados en crisol con mineral cobrizo de alta ley.-

EL MINERAL DE SULFITOS:- Es una masa densa de pirita (bisulfito de hierro), con pequeñas cantidades de sulfitos de cobre, plomo y zinc; es muy resistente contra la perforación y cuando acaba de ser destronado en las vetas, tiene la apariencia de un acero recientemente fragmentado.- La porción central de la masa es un cobre de baja ley, oro y plata, aun mas que lo es en la periferia, aunque aquí no se observa diferencia visible en los dos grados; éstos pueden ser representados aproximadamente como sigue:-

	COBRE %	EN GRAMOS POR TON: ORO	PLATA
Parte central			
bajo grado	0.75	1	50
Periferia			
Alto grado	1.50	4.5	220

La proporción del grado bajo al grado alto será como de 3-1, y por lo que puede comprobarse según el actual estado de la obra.- Los socavones se hallan al lado de los filones; desde estos cruces corren afuera hacia la cubierta, pero como pocos de ellos han llegado a ésta, la consecuencia será un tonelaje de alto grado mas alto de lo que se ha calculado; y existen probabilidades de encontrar concentraciones de mineral de cobre de alto grado a lo largo de las cubiertas de los yacimientos.- Cerca de el centro de las vetas una grieta angosta de pizarra negra atraviesa la masa cortándola y dividiéndola en dos cuerpos inmensos, como queda indicado en la página 2; probablemente esto es resultado de los desplomes 9-P. En distintas localidades a lo largo de las galerías (Niveles) la masa de sulfito muestra unos planos con ligeras fracturas corriendo sus direcciones N 30 E. Esta superficie de pirita se oxida rápidamente.- Las mamellas de sulfatos en delgadas costras cubren las paredes de las bocas aperturas colgando de los techos estalactitas de hierro y sulfatos de cobre.-

LA MINA "NARANJO".-

Esta mina está situada en la falda occidental de la cordillera como a 1.5 de kilómetro sur de la Reforma y separada de ésta por las altas crestas del Divisadero, que se extiende hacia el occidente desde la cumbre de la sierra como se ha indicado en la página 3.- Para facilitar el transporte de mineral fuera de esta mina a los hornos del plo-

plomo que se hallan sobre la falda occidental de la cordillera, el llamado Tunel de tracción-regional fue construido atravesando la montaña con una distancia de mil metros. Este Tunel se halla sobre el nivel del piso como en el Reforma número 6, y también corresponde con el nivel Zero en la mina de "Naranjo". El depósito tiene una oquedad llana de unos 300 hacia el suroeste. Ha sido habierto por tres galerías; correspondiendo la más baja con el Nivel de Reforma número 6; los otros están respectivamente a los 28, 48, 68, 100 y 117 metros abajo de este; los anteriores no son accesibles. Los Niveles prestan entrada por medio cruces cortos que parten del lado meridional de las vetas; al llegar a los depósitos se construyeron algunos socavones que corren orientalmente hacia la cúspide de la cordillera. La región de las cubiertas del filón, a través de la cual corren los cruces hacia el cuerpo del mineral, es una -- substancia de esquisto; la espalda del filón probablemente es tufa volcánica. Junto al cuerpo del mineral la toca volcánica se extiende en largas hojas en planos paralelos con el lecho del mineral, estando brecciadas y conteniendo considerables cantidades de cuarzo las capas que están en contacto con aquel. Por regla general la espalda del filón brecciado no muestra ninguna división brusca y notable entre la región granítica y la mineral. Una hendedura del esquisto separa el cuerpo de piritita superior que se halla en posición baja por largo espacio lejos de las vetas inferiores. El lecho superior tiene una dimensión de espesor de unos veinte metros de piritita en yacimientos altos, en que se encuentran unos ocho a diez metros de arenas silicosas con rendijas en el mineral de plomo cerca de los sulfitos. El cuerpo inferior de estos tiene probablemente un espesor de diez metros, separado de los anteriores por un caba

llete de pizarra según la descripción. La naturaleza compacta de la pizarra ha servido de barrera contra cualquiera alteración -- muy pronunciada de la pirita inferior más allá de la zona margina de los criaderos de cobre. El nivel 48 (48 metros encima del ce-- ro) es probablemente el piso más largo de esta mina.- Teniendo -- acceso a él por medio de un cruce desde la superficie, la gale-- ría corre orientalmente bajo la montaña a lo largo de la espalda del filón, (en la zona de ésta) de los depósitos 300 metros a-- proximadamente, donde tropiesa con un desplome N-S 60 grados hacia el oriente. En este lugar se dislocó el filón y parece que no se -- han hecho trabajos algunos para localizar su prolongación orieltal más allá de este desplome, al Nivel 68 se tiene acceso por medio de un cruce el la Pizarra, el cuerpo del mineral es atravesado como a unos sesenta metros de la entrada.- Este cruce fué continuado hacia el lado septentrional en una distancia de unos doscientos cincuenta metros más de los filones para fines de explotación; pasa atrave-- sando la andesita alterada o toba, en donde se encuentra una serie de fracturas E-O presentando hundimientos hacia el lado meridional hallándose oxidadas las fajas en las fisuras y manchadas con el co-- lor de los minerales cobrizos. Los minerales de sulfito dan una ley de dos gramos de oro con cien gramos de plata por tonelada y ~~0.5~~ ^{de cobr} 0.5 %; pero el rico sulfito marginal rinde tanto como mil gramos de plata por tonelada. Los hilos de veta de mineral emplomado de alto grado se encuentran actualmente en explotación desde la capa areno-- sa en la zona superior y transportados a través del túnel inter-- regional a los hornos de fundición. Este material tal como se ex-- trae produce cuarenta pesos oro americano en oro y plata por tonela-- da métrica, todo mineral que rinde menos de esta cantidad es abandona-- do

en las graderías de los socavones.- Como la extracción y ensayos sigue inmediatamente a la explotación, nunca hay una gran cantidad de reservas de mineral amacenado, pero no hay razón para esperar un repentino corte de mineral explotable y oxidado siempre que no se registren desplomes.- Sería aventurado predecir hasta dónde podría uno esperar que se extendieran estas rajadas de metal emplomado oxidado, hacia abajo de las oquedades, particularmente en vista de la naturaleza variable de este tipo de criaderos, pero en su favor se encuentra bastante llano en los interiores de los tiros.-

NOTAS SOBRE EL TONELAJE DE MINERALES Y SUS LEYES.-

En vista de la actual inaccesibilidad de muchos niveles principales en la mina Reforma, no sería posible por esta vez, hacer cálculos completos y nuevos de las toneladas aprovechables y leyes de las varias clases de mineral, como se hizo en 1912 por los Señores F. W. Royer y O. R. Whittaker.- Para completar la obra de reapertura de las secciones cóncavas que se están llevando a cabo por ahora una formación de las muestras minerales de extracción requerirá muchas semanas.- Desde 1912 la minería se ha reducido a la extracción de mineral emplomado de buena ley de las arenas que se hallan sobre los yacimientos de pirita tanto en la Reforma como en el Naranjo, además de las ventajas de la extracción de el óxido de hierro necesario para los fundentes. Aunque hay la oportunidad de explotar algunas reservas en lo futuro, y criaderos de mineral de plomo en la extensión inexplorada de oriente y occidente de la zona oxidada de la mina Reforma, este material se ha agotado prácticamente en la sección trabajada.- En Naranjo, aunque no se encuentra un gran tonelaje de material de plomo a la

vista, se están beneficiando las cantidades suficientes semanaria-
mente para mantener ocupado el horno de 50 toneladas water jacket.
En cualquiera nuevo avalúo de la propiedad basado en las Reservas
de mineral positivas, tales productos como el mineral emplomado.-
Productos de Fundición, Mineral de Hierro oxidado, pueden dejar-
se aparte de los cálculos sin que afecten de una manera seria los
resultados finales.- En cuanto a las condiciones del mineral de sul-
fito, la quija de cobre silicoso y el mineral silicos de oro-plata
están sin variar, de modo que labase para el avalúo actualmente
no sufre ningún daño con los trabajos hechos desde 1912. Dejando a
un lado el mineral emplomado, los productos de fundición y el mine-
ral oxidado de hierro, es interesante comparar las cifras de Royer
y Wittaker; se incluyen copias de sus informes en el presente:-

MINERAL BENEFICIADO.

<u>F.W. ROYER.</u>	Tons.	Cobre	Oro	Plata	Valor de
	2000 libs.	%	oz	oz	enzayo-Oro A
Pirita de alto gr.	2000-000	1.98	.112	6.53	\$10.88
Cobre Silicoso	40-000	8.00	05	1.5	22.67
Oro Plata id.	500-000		22	5.53	7.28
Pirita bajo gr.	6890-000	1.10	024	2.37	4.59
	9430.000				

O.R. WHITTAKER

Pirita de alto gr.	FW	2993.040	1.137	.142	7.21	9.65
lo mismo	HW	119.330	2.222	.016	1.93	7.11
Cobre silicoso		114.810	7.99	.030	2.70	22.80
Arenas silicosas		168.820		.130	7.80	6.74
PIRITA bajo gr.	CM	4.464.590	.726	.019	1.51	
lo mismo NARANJO		217.910	1.027	.028	1.74	3.18
lo mismo NAMEY		131.080	.656	.081	3.59	

La discrepancia aparente en los dos cálculos de sulfito de alto grado
se debe sin duda al hecho de que Whittaker ha incluido bajo este título
gran cantidad de la porción central, que Royer relegó al bajo grado. Con
Rela-

relación al mineral de cobre silicoso, además de las 40.000 toneladas beneficiadas, Royer calcula unas probables 60.000 toneladas más haciendo un total de 100.000 toneladas contra las 114.810 toneladas de Whittaker. Es digno de notarse el contenido de cobre en alta escala. Las Arenas silicosas Oro-Plata son difíciles de calcularse con grado alguno de exactitud en el tiempo actual; es muchas veces el peso múltiple del mineral emplomado que se ha extraído que ultimamente asciende bien a más de 100.000 toneladas. La cantidad de Royer se verá que se aproxima mejor a lo preciso, cuando sea extraído efectivamente todo el material. Entre tanto puede atribuírsele cualquiera cantidad. Acerca de la pirita de bajo grado no se ha formado ningún cálculo positivo por Royer ni por Whittaker en vista de su baja ley en valor (véase el informe). Más allá de su valor intrínseco como metal se encuentra su valor de utilidad como combustible para la fundición de los sulfitos, y en este respecto puede considerarse como uno de los principales factores en la fundición acostumbrada en esta región y con él puede uno controlar mucho de las grandes cantidades de mineral de esta rica sección del territorio. A esto se harán referencias en el encabezado "Metalurgia". No debe desatenderse el hecho de que existen importantes depósitos de mineral de sulfito en la cordillera, no controlados por la compañía de la Reforma. Las minas de Ashotla en particular han explotado una gran cubicación de tonelaje de quijo de alto grado. Todo este material habría naturalmente de ser enviado a la planta de fundición de Pezuapa para el objeto.

VALORES COMPARATIVOS DEL MINERAL:- A continuación se halla una comparación del mineral de Campo Morado con los minerales de algunos --

67

Hoja No. 24
no pasó a este Ar-
chivo.

prósperos hornos de sulfito bien conocidos en que los precios de metal ultra-conservativos empleados por Royer y Whittaker son - referidos; a saber, Cobre \$0.13 libra; Plata \$0.52 Onza; Oro -- \$20.67 Onza; siendo la tonelada dos mil a la libra.

ANÁLISIS PARCIALES.

	S %	Fe %	SiO ₂ %	Cu. %	Au oz	Ag oz	Valor en - bruto E.U.
<u>Campo Morado:</u>							
Pirita alto gr	37	39	10.8	1.2	0.14	7.00	\$ 9.65.
Pirita bajo gr	33	32	13.0	0.75	0.02	1.70	" 3.18.
Cobre silicioso	22	23	39.0	8.0	0.03	2.70	" 22.80.
<u>NOUBT LYELL:</u>							
Pirita	48	40	3.8	0.53	0.03.	1.80	" 2.93
Cobre silicioso		7	66.0	5.63	0.005	1.22	" 15.38
<u>COBRE DE TENNESSEE</u>							
Mineral ordinario	27	40	15.0	3.00	0.01	1.00	" 8.52
<u>ANACONDA</u>							
Fundería ord.sin ref.				3.00	0.017	3.00	" 9.71

El material peritoso de Mount Lyell constituye cerca de dos tercios de la liga que se hecha en los crisoles; el mineral silicio_{so} procedente de Mount Lyell cerca de un tercio. El promedio de -- grados de mineral fundido contiene dos.dos por ciento de cobre.

GASTOS COMPARATIVOS:- Toda vez que las instalaciones que se -- han escogido para el fin de la comparación de los costos se hallan situadas en lugares muy distantes uno de otro sobre el globo, donde los costos del coke, la obra de mano, fuerza, fletes, contribuciones etc., difieren en cierto sentido y varían de año en año en la misma loca-----

lidad, el asunto debe ser considerado de una manera general. Como suplemento de estos datos, se hallará un anexo "B" con breves descripciones de los trabajos mencionados sobre las condiciones - bajo las cuales operan. Una administración buena y eficiente, demasiado deseable e intangible para incorporarse en los datos de constos, es no obstante real y positivamente necesaria y por -- este medio debe buscarse la reducción de los costos. Como los - depósitos Minerales de Mount Lyell en Tasmania y los de Docketown en Tennessee se asemejan más que ninguno a los de Campo Morado, y encontrándose desde hace muchos años en estado floreciente, la experiencia práctica que se ha tenido en ellos arrojan mucha luz sobre las posibilidades de la propuesta hacienda de Beneficio en Guerrero.

	MAUNT LYELL 1910.	TENNESSEE Cía. de Cobre 1910.	Alto gr.	CAMPO MORADO Bajo gr.	Cob.S.
Extracción y acarreo.	3.98.	'	1.50	1.25.	1.60.
Fundición y Beneficio.	'	'	1.75	1.50.	2.00.
Pérdida metalúrgica.	'	'	1.15	.75.	1.45.
Fletes, Afin. y Venta.	'	'	.45	.28.	2.95.
Impuestos.	'	'	.35	.10.	.10.
Partidas Generales.	'	'	.20	.20.	.20.
TOTAL DE COSTOS.	\$4.00.	\$3.12.	\$ 5.40.	\$4.08.	\$8.30.

Nota. Véase el anexo "C".

=====

EL ASPECTO METALURGICO DE LA CUESTION.

La fundición semi-peritosa o sulfito en crudo, ya no se considera actualmente con la misma indiferencia y escepticismo con que - se veía hace dos décadas. Habiéndose puesto en su defensa algunos - de los más notables mineros modernos ha perdido ya su falta de simpatía de antaño -----

70

haciendo posible una ventajosa explotación de los depósitos de aquella pirita cuprífera de bajo grado en la misma escala que aquellos depósitos de Mount Lyell en Tesmania y los de Ducktown; de la Colombia Inglesia etc. Las plantas de fundición de Mount Lyell y en Ducktown han estado trabajando con magníficos resultados durante un gran número de años; como testimonio se pueden presentar sus informes financieros, y con mineral muy semejante al de Campo Morado. Sus materiales tal como son de baja ley, pueden todos producir ~~cobre~~ electrolítico con un costo menor de 11¢ 0. A. por libra. Pero pocos depósitos favorablemente situados de pirita cuprífera con pureza suficiente, magnitud y ley son al presente conocidos y explotados; de aquí nace que comparativamente este moderno método de no tenga una aplicación tan general como podría ser de otro modo. La Compañía Cobre - Sulfuroso y hierro de Ducktown cocía y fundía con alto porcentaje de Coke los sulfitos, los que actualmente se tratan por un método semiperitoso, usando solamente un 3% de Coke y con un ahorro de costos de \$1.50.0.A. por tonelada. Cuando se considera el costo de Coke, -- ningún otro procedimiento que el de fundición por la pirita habría de ser provechoso y factible en Campo Morado. La gran ventaja de la fusión por sulfitos sobre el método de fundición más costoso de mineral oxidado y tostado está en el hecho de que apenas se requiere un reducido porcentaje de Coke en los procedimientos, factor de vital importancia en lugares apartados donde el Coke es caro. En efecto el éxito del proceso depende del calor desarrollado en la oxidación rápida del hierro y sulfuro en la mena, que es precisamente la cantidad suficiente para derretir la carga. Una ventaja menor consiste en que las cantidades pequeñas de arsénico y zinc tan frecuentemente -- hallados en estos minerales, siendo grandemente volatilizados por la fusión peritosa, no son tan novivos como en el crisol ordinario de --

afinación para el cobre. El proceso es particularmente una fundición oxidante, siendo el objeto que se persigue la producción de cobre-hierro mate, (no refinado del sulfuro) que contendrá el oro y la mayor parte de la plata que originalmente se halla presente en el mineral y que deberá ser suficientemente alto en contenido de cobre para que pueda ser labrado en barras de cobre poroso (98 % a 99 %) en el crisol de Besmeer. Los mates de 35 % a 40 % con base de cobre son bien adaptados para auxiliar en la producción de cobre poroso. Si el mineral es bajo de ley, para comenzar, la producción de un mate tan rico habría de significar una concentración alta y probablemente requeriría dos fusiones, como se practica en Tennessee y como se hacía antiguamente en Mout Lyell. Una concentración tan alta en una fusión derivada de mineral de baja ley, no siempre es practicable ni tampoco de desearse; trae por consecuencia la volatilización de la mayor parte del sulfuro; la oxidación y producción de escoria con Sílice de la mayor parte de hierro produciendo una grande cantidad de escoria y poco mate, -- con pérdidas indebidas en cobre y plata. Suficiente mate debe ser formado para asegurar la colección de un máximo económico de los metales preciosos, dejando la escoria relativamente limpia, -- Más allá de cierto grado de concentración el crisol de Pirita es susceptible de fluctuaciones violentas y se convierte en obra difícil para manejar al arbitrio. El grado de mate de un mineral de sulfito determinado depende al mismo tiempo de la cantidad de aire soplado en el crisol y de la cantidad de Sílice que lleve la carga. Con una cantidad insuficiente de Sílice se obtiene cualquiera de estos dos resultados: o una cantidad excesiva de Sulfito-Hierro fusible prontamente, entraría en el mate causando una concentración relativamente baja en cobre y leyes bajas de metal, o como en el otro extremo, un poderoso soplete oxidaría el hierro haciéndolo pasar de su

estado ferruginoso, en que puede combinarse con el sílice, y la formación de una cantidad excesiva de óxidos férricos enfriarían el crisol. Un alto porcentaje de sílice es una necesidad en un buen trabajo para la producción de una afinación de alto grado. Las escorias contendrán cerca de un 40% de sílice. Como la naturaleza de baja ley general de los minerales de sulfuro de Campo Morado ha sido un argumento para la opinión adversa, una breve exposición de las funciones de la Pirita en los hornos de sulfuro no viene a quedar -- fuera del caso, con la tendencia a poner de manifiesto el valor de una ley de ensaye en el inmenso cuerpo del SULFURO DE BAJO GRADO (5.000.000) exposición que no ha sido incluida como un elemento para hacer los cálculos. Bajo condiciones de un estado de actividad normal los altos -- hornos de gran capacidad (350 toneladas por día) se pueden tener cargados con mineral de sulfuros y fundentes tales como el sílice y la Caliza, alimentados mecánicamente, hasta una altura de 12 a 14 pies encima del piso o nivel de la tobera. La presión de los hornos en el acrisol puede ser aproximadamente de 60 onzas por pulgada cuadrada. El porcentaje de Coke añadido al mineral y los fundentes puede ser -- de 1% o 2%, pero, como esto no lleva alguna aplicación o relación práctica con el tema que tratamos, puede ser hecho a un lado en este bosquejo. La temperatura (1000 a 2000 C) sobre la superficie de la carga aumentada gradualmente hacia abajo con dirección al "foco" que se halla exactamente por encima del nivel de la tobera, donde puede alcanzar 12000 C ó más. Por modo que como las escorias y la liga son arrastrados fuera hacia abajo, la carga que se halla en el tunel del horno sufre un hundimiento y continúa aumentando en temperatura. A unos -- 7000 C la Pirita (FeS_2) se descompone, se separa de casi la mitad de su sulfuro combinado y se convierte en

FeS₇; asciende el sulfuro sublimado sin alterarse a flor de la carga donde, al ponerse en contacto con el aire, arden los vapores calientes arrojando una llamarada azul hasta SO₂. El FeS₇ en su descensu ulterior continúa desprendiendo pequeños incrementos de sulfuro hasta que, tal como FeS, se funde a los 900° C escurriéndose a través de la carga hacia el foco; una vez ha llegado allí con una composición de aproximadamente FeS₄, y esta composición viene constituyendo la verdadera materia combustible del horno. En este foco la enérgica reacción que se ejerce entre este sub-sulfito y el oxígeno de la fundición mantiene la temperatura al rededor de unos mil doscientos grados C. El hierro, en presencia de los fundentes de cuarzo al rojo blanco y el oxígeno del horno, arde hasta convertirse en FeO (óxido ferruginoso), combinándose con el Sílice para formar una liga fusible ferruginosa de singulo silicato. La cantidad de hierro oxidado de este modo y disgregado de la scoria depende de la cantidad del oxígeno resoplado en el interior del horno y de la cualidad del sílice que se halla presente, con la cual se combina. El sulfuro que llega al foco arde hasta SO₂ siendo expulsado con los otros gases del horno. Los análisis de los gases de fundición demuestran que, a pesar del gran volumen que circule en el interior de los hornos, solamente se escapa una fracción de oxígeno que no ha sido consumido pasando por el foco caliente de la zona de fusión, de este modo que regularizado de tal manera el proceso de la fundición que una parte del sulfito hierro

INFORME RELATIVO A LOS DEPOSITOS MINERALES -
DE CAMPO MORADO, GUERRERO, ESTADO DE MEXICO.

Archivo PARTICULAR
del Sr. Gral. Plu-
tarco Elías Calles

75

I N F O R M E RELATIVO A LOS DEPOSITOS MINERALES DE CAMPO MORADO, GUERRERO, ESTADO DE MEXICO.

-O-O-O-O-

UBICACION: "Campo Morado" es un mineral situado en la cordillera de montañas La Reforma, en la región de Aldama, Cabecera de Partido en el Estado de Guerrero, México, aproximadamente a los 18 grados 05 minutos de latitud Norte y 100 grados de longitud Occidental del Meridiano de Greenwich.

Todo el Estado de Guerrero es notablemente montañoso; las laderas de abruptas y escarpadas montañas interrumpidas por hondos desfiladeros aún cuando contribuyen poderosamente a la magestuosa -- grandesa del natural escenario produciendo una infinita variedad -- de condiciones climatéricas, forman, no obstante, un desconcertante obstáculo para los viajeros.-- A través de un terreno tan desigual y escabroso, el Río Balsas se precipita por intrincado lecho,-- abriéndose paso occidentalmente hacia la Costa, engrosando su corriente con los afluentes tributarios que de Norte y Sur vienen a confundirse con aquel después de haber recorrido largas y tortuosas distancias.-- Una serie de cordilleras montañosas altísimas y -- formadas paralelamente, cortadas por barrancos aquí y allá, se extienden hacia el Norte del Estado partiendo del Balsas con rumbo a los vecinos Estados de Morelos, Michoacán y México; en una de esas Cordilleras, a los 100 grados de longitud Occidental se encuentran los depósitos minerales de Campo Morado.--

Desde la pequeña Ranchería de Tezuapa, al Norte de la ribera del Balsas y a 77 kilómetros río abajo partiendo de la Estación Ferrocarrilera del mismo nombre, se elevan a pico las montañas de la cordillera de La Reforma, a grande altura y cortadas a tajo, de --

trecho en trecho por cimas profundas; la elevación media de esta --
Cordillera es de mil seiscientos metros sobre el nivel del mar, --
(mil doscientos metros sobre el nivel del Balsas, acotando desde --
Tezoapa) y se prolonga con rumbo al norte por una distancia de 25
kilómetros.- De los flancos de esta Cordillera se destacan hacia el
Oriente y Poniente algunos cerrijones erizados de picachos pelados-
y filosos que van a perderse en rápido declive el las profunda--
des de las vecinas barrancas.- El desarrollo de Zayulapa, a cuyas -
márgenes se encuentra instalada la planta Hidroeléctrica, retuerce-
su curso a lo largo de la vertiente oriental de la sierra y desem--
boca en el Río Balsas a la altura de Tezoapa.

Las fotografías uno y dos muestran la población y el lugar de
los hornos de fundición de "Campo Morado", sobre la falda oriental
de la cordillera La Reforma, a doscientos metros de la cúspide y --
seiscientos metros sobre el arroyo Zayulapa; a distancia de 16 ki--
lómetros al Norte de Tezoapa sobre el río Balsas.- Entre la cordi--
llera La Reforma y la línea del Ferrocarril se interponen diversas
otras ringleras de montes que corren de Norte a Sur.

ACCESO: La línea ferrocarrilera de vía ancha construida para -
comunicar la Ciudad de México con los Puertos de Acapulco y Zihuata
nejo en la Costa Occidental, parte de la Ciudad de México desde una
altura de 2.240 metros, atraviesa por un fragoso camino abierto so-
bre la sierra a 3.000 metros; luego desciende gradualmente a su ac-
tual Estación Terminal en la región del Balsas sobre la margen me--
ridional de este río, alejándose 293 kilómetros de la Ciudad de Mé-
xico.- La elevación sobre el nivel del mar en las márgenes del Bal-
sas es de 450 metros.

La estación Balsas es el punto de ferrocarril más cercano al -
mineral. Siguiendo los rodeos que marca la corriente del río Balsas

tal como se lleva a efecto actualmente por la comisión que levanta los planos para la construcción de la vía, la distancia de la Estación Balsas río abajo rumbo a Pezoapa es de 77 kilómetros. Desde Pezoapa a la costa, sobre la línea que marca la comisión del deslinde es de unos 300 kilómetros.

La Compañía Mexicana del Ferrocarril del Pacífico ha celebrado un contrato con el Gobierno Mexicano para la prolongación de la vía ancha más allá de su actual Estación Terminal Balsas, que atravesará Río abajo hacia Pezoapa y siguiendo de aquí al Puerto de Zihuatanejo.- El declive natural de los terrenos de la región circundante que convergen hacia el río contribuyen a que éste sea un camino ideal para la apertura y explotación de sus recursos.- Se han hecho ya los cálculos y deslindes; el grado máximo será de uno por ciento.- El subsidio federal es de \$6.000.00, dinero americano por kilómetro.- Aunque el promedio de costo para la construcción será de \$25.000.00 dinero americano, por kilómetro, el Distrito que media entre la Estación Balsas y Pezoapa con toda probabilidad excederá de esta cantidad.

No obstante la crecida corriente del Balsas son muchas las caídas de agua que se atreviesen en su curso, no permitiendo la navegación por esta causa.- Son 55 las cataratas que se interponen entre la Estación Balsas y Pezoapa, y sin embargo, empleando botes o chalupas de fondo plano "jangadas", que midieran unos quince pies de longitud y con una capacidad de transporte para tres mil toneladas de fletes, pueden hacerse navegas río abajo haciendo el viaje desde la Estación Balsas a Pezoapa en una 8 o 9 horas.- Las chalupas pueden ser remolcadas en cuatro días.

El mineral es accesible por ferrocarril siguiendo tres caminos, como se muestra en los planos, página uno, como sigue:-

1.- Desde la Ciudad de Iguala parte un camino montañoso de una extensión de cien kilómetros por terreno escabroso, llegando a la Ciudad de Teloloapan y siguiendo hacia el mineral, viaje que requiere 24 horas a caballo.

2.- Desde la actual Términus Ferrocarrilero en la Estación Balsas, sobre la margen del Río de este nombre, existe también un atajo por la montaña de 70 kilómetros que requiere un viaje de 16 horas a caballo.

3.- Desde la Estación Balsas, se puede hacer el viaje por navegación a Pezoapa, (77 kilómetros); de allí al Lomo de Mula sobre un camino carretero de unos 16 o 20 kilómetros de largo, a lo largo del arroyo Zayulapa.

TRANSPORTES: Para el desarrollo y explotación de los inmensos depósitos de pirita de poca ley que se encuentran en Campo Morado, la facilidad acerca del acceso y transporte de la producción y abastecimiento del Mineral es de una importancia capital; las distancias actuales deben ser cubiertas mediante transportes adecuados para hacer practicables en estos depósitos aquellas obras que rindan utilidad.

NOTA: Una industria importante que se prolonga durante nueve meses en el año, es la exportación del Ajonjolí y semilla del Cacalote que se remiten desde la tierra caliente que se halla a cierta distancia de Pezoapa. Diariamente llegan a Iguala varios grandes cargamentos al lomo de bestias con estos efectos; siendo de quince días el viaje redondo que hacen los animales.

Parece que no hay duda que la extensión Ferrocarrilera con que se ha contado hacia abajo del río quedará construida dentro de poco tiempo, en lo futuro. Pero debe ser construido un ferrocarril del vía angosta por parte de los interesados en la explota

ción de "Campo Morado", cuya línea habrá de partir desde Pezoapa, - pasar por Zayulapa y tener su estación terminal al pie de la sierra Reforma que se halla abajo del mineral: distancia de 16 kilómetros, sobre un grado de $2\frac{1}{2}$ %. En esta Estación se podrá recibir la pro--- ducción mediante cable aereo y enviarlo a la fundición cuya planta se halla sobre la falda de la montaña arriba de Pezoapa. La ubica--- ción de la planta metalúrgica sobre la margen del río proporcionará un grado de inclinación adecuado a todos los tiros de las minas que se encuentran en la Cordillera; la situación será favorable para los grandes asuntos aduanales que habrán de resultar, contando con el - Ramal Principal del Ferrocarril, la recepción de material tal como el coke así como los embarques de cobre negro tendrán grandes faci--- lidades.

Por ejemplo, de 1.500 toneladas de mena y liga diariamente be--- neficiados se extraerán entre 25 y 30 toneladas de cobre poroso, con una ley de 98.5% de cobre y conteniendo las proporciones de oro y - plata que se encuentran en los yacimientos; este producto debe ser remitido a los hornos de afinación electrolíticos para la adquisi--- ción del contenido de oro y plata y para la copelación del cobre en bruto. La Compañía americana de fundición y refinación posee plan--- tas de afinación electrolíticas sobre la costa de la Atlántico en - un lugar llamado Perth-Amboy, Nueva York, en Baltimore, y otra plan--- ta en Aguascalientes en la región central de México.

Con el Ramal Ferroviario construido a Pezoapa, la distancia -- por este medio partiendo de la fundición establecida en la margen - del río hasta Veracruz, será de 795 kilómetros; hasta Aguascalien--- tes será de 956 kilómetros; pero cuando al fin llegue el Ramal has--- ta la Costa, se verá que probablemente es más ventajoso remitir el cobre negro o poroso río abajo hasta Zihuatanejo para de este punto

hacer los embarques a Baltimore, proporcionando así un ahorro tanto en cargos de flete como en los de afinación. Entre tanto, se escojerá Aguascalientes con preferencia. Durante muchos años la "Compañía Mount Lyell" que operaba en Tasmania estuvo remitiendo su cobre mineral para la refinación hasta Baltimore a través del Océano.

Parece superfluo añadir que los actuales sistemas de transporte por ferrocarril para la ida y vuelta resultarían insuperables o imposibles para los embarques en grande escala. Aún la construcción de un buen camino carretero que fuera a parar a las Estación Terminal del Ferrocarril costaría tanto como la construcción de una vía. Los fletes al lomo de bestias con destino al ferrocarril y partiendo de éste, deducen un costo al presente de unos \$25.00 por tonelada métrica.

NOTA: En la Ciudad de México existe una planta de refinación electrolítica que pertenece a una negociación Francesa y que podría encargarse de las obras de Copelación de Campo Morado.

DENUNCIOS Y PERTENENCIAS MINERAS.

La Compañía Minera y Explotadora "Reforma", posee la adjudicación de 324 hectáreas, (800 acres) de terrenos minerales, en una -- pertenencias y 36 hectáreas (89 acres) en tres denuncios aislados -- como se puede ver en el Plano, página 3; es decir:-

Las pertenencias del primer grupo son:

La Sonorense,

Demasías de la Sonorense,

La Reforma Norte,

La Reforma Sur,

Ampliación de la Reforma,

Otilia,

El Naranjo,

Demasías del Naranjo.

324 hectáreas.

Las pertenencias por separado son:

Independencia,

La Purísima,

36 hectáreas.

El Porvenir,

La Compañía posee 2.079 hectáreas (5.135 acres) de superficie territorial, que comprende un rancho abarcando los terrenos mineros, el mineral y la actual fundición.

La Compañía posee una concesión de fuerza hidráulica sobre las márgenes de Zañulapa,-- Con un canalizo de 5.000 metros de longitud puede obtenerse un volumen de 125 metros.

Tres generadores movidos por turbinas desarrollan una fuerza de 500 HP, entre Junio y Enero, cuando se registra una abundancia de agua en este río, pero desde enero a los últimos días de mayo,-- disminuye esta fuerza gradualmente de 500 a 75 HP.-- Se dice que la instalación costó \$150.000.00 oro americano; durante la revolución los bandidos arrancaron todo el cobre de las máquinas y accesorios; pero se ha ido rehabilitando lentamente la instalación mediante las utilidades que reportan los embarques de barras.

La planta metalúrgica comprende un horno de fundición para estaño con una capacidad de 100 toneladas de fuerza hidráulica, y una cabria de cincuenta toneladas en trabajo constante; copelas inglesas; instalaciones para la incrustación del humero de fluses; cámaras de humero etc.

Una instalación de vapor que emplea combustión de madera.

Viviendas, almacenes; despachos, etc.

Taller de maquinaria; taller de herrería, etc.

La maquinaria de minas consiste de tres compresores de aire, -- con motores de 200 piés cúbicos que se emplean en los trabajos de túneles.

HISTORIA Y PRODUCCION.

La mina Reforma fué descubierta por algunos miembros de la familia Ortiz en 1898.- Las otras minas fueron descubiertas más tarde.

La fundición comenzó en 1904 con la instalación de un horno alto para plomo, de 30 toneladas de capacidad y copelación inglesa. En 1907 fué reemplazado por un humero de 50 toneladas y ha estado trabajando casi sin interrupción desde entonces, pero aún está listo para seguir trabajando.

El beneficio de mineral emplomado argentífero con buena ley de oro continuó llevándose a cabo desde 1904 hasta 1913 bajo la dirección del señor Vicente G. Gómez y los informes del beneficio están completos para este periodo de diez años. Las dificultades de la revolución paralizaron los trabajos entre 1914 y 1918. Desde -- octubre de 1920 hasta el presente han estado en trabajo continuo los hornos de la Hacienda de Beneficio.

El anexo "A" es copia del señor Vicente G. Gómez acerca del estado de producción durante el periodo de diez años, 1904-13, mostrando que se beneficiaron 97.800 toneladas de mineral emplomado de plata con el valor medio de \$70.00 oro americano por tonelada y además 50.000. toneladas de mineral de hierro como fundente conteniendo ocho pesos oro americano en oro y plata. A continuación se presenta un estado de los embarques:

PRODUCTO.	Tonels.Metres.	Valor Ensayo P.ton. en kilogramos.		VALOR TOT. oro Americ.
		Plata.	Oro.	
Mineral				
Embarcado.....	1.434.....	2.653.....	103...\$	166.112.53.
Plomo en barr....	4.567.....	9.785.....	308...\$	2.043.701.62.
Plata en barr....	4.....	930.369.....	10.718...\$	121.584.35.
Pb.Ag.en barr....	134.....	547.120.....	17.046...\$	2.903.693.80.
Matte.....	79.....	3.936.....	057...\$	11.142.57.
Min. hierro.....	819.....	349.....	011...\$	9.489.25.
Litargirio.....	4.....	765.....	016...\$	211.58.
Total en Oro americano.....				\$5.255.935.70.

A esto debe adicionarse el mineral beneficiado por los revolucionarios durante los cuatro años de la ocupación, tanto como los constantes embarques que se hicieron desde octubre de 1920 hasta la fecha.

Prácticamente, el total de las 97.800 toneladas de mineral emplomado de plata beneficiado hasta 1913 y todo el que se ha beneficiado desde entonces ha sido tomado de los criaderos del material obscuro extraído de la zona de oxidación que se encuentra inmediatamente sobre la capa del material de sulfito. El costo de beneficio y minería ha sido aproximadamente de unos \$25.00 oro americano por tonelada métrica.

GEOLOGIA.

CONSIDERACIONES GENERALES:- En los terrenos altos al oriente de la cordillera Reforma, (entre ésta y el ferrocarril), la exposición permanente consiste de piedra caliza en gruesas capas formando repliegues longitudinales de extensas flexiones cuyos polos corren casi de norte a sur.

Bajo la capa calcárea se halla un strato de pizarra de un gris oscuro que varía hasta el negro, el cual tiene un espesor inmenso. La dirección constante de la capa es de N 30 W con huecos hacia el Suroeste. Entre mezclados a trechos un poco anchos se hallan suturas y filones de caliza. Este strato es predominante en toda la Cordillera Reforma y se halla en puntos bajos entre ésta y el ferrocarril donde se notan desgastes de la caliza. Desde la sierra Reforma y por larga distancia hacia occidente está cubierta la superficie en considerable profundidades con tuda y breccia volcánica; estas capas piroclásticas se hunden aparentemente asumiendo la forma del esquisto, bajo la cual inmediatamente yacen; habiéndose corroído toda la capa calcárea en esta región occidental con anterioridad a la actividad volcánica. La elevación general que hizo declinar la capa de pizarra y tufas hacia el suroeste, siguió al

movimiento volcánico terciario. La topografía acentuada hacia el occidente de la sierra reforma se caracteriza por d lineamientos gro--tescos y agudos lo que bien puede ser atribuido al descenso de la --gradación de esta tufa y breccias. A grandes trechos se encuentran --grandes capas de rocas granitoides en la región circundante, como --Cascalotepec, (entre Campo Morado y Balsas;) en las montañas al orien--te del Balsas; al suroeste de Coyuca donde se observan grandes vetas de orocuarzo en el granito. Son comunes las contravetas de roca ig--nea incrustada y despojos de las corrientes de lava pertenecientes --al periodo terciario.

NOTAS: 1.- Esta caliza probablemente gredosa, cubre una extensa área, desde Chilpancingo se dirige hacia el Norte por Iguala, Taxco, etc., y hacia el oriente por los Estados de Morelos, Puebla y Oaxa--ca. Luego se encuentra en la planicie central llegando hasta el Norte al Estado de San Luis Potosí.

2.- Por el lecho del Balsas entre la Estación de este nombre y Pezoapa los antiguos sedimentos tienen una dirección septemtrional, con un hueco de unos 20 grados, hacia el suroeste. Al occidente de --Pezoapa la tufa y breccias de las capas superiores tienen el mismo --busamiento y declinación. Esta vieja capa de esquisto es una roca --conocida en mucho de los minerales del Norte y Noroeste de Campo Mo--rado, como en Sultepec, Temascaltepec, etc.

3.- Las corrientes de lava basáltica inundaron algunos de los --valles del occidente de Apaxtla, entre la Estación Balsas y Campo Mo--rado.

GEOLOGIA LOCAL.

Casi a través de toda la Sierra Reforma, la dirección del. stra--to de esquisto, es cerca de N 30 W, con un descenso hacia el Suroes--te. Pero entre Achotla y Campo Morado hay pruebas de que existe una extensa zona desierta que atraviesa la sierra desde cerca de la mina

Esmeralda al oriente pasando por los pueblos de Xochicalco y Guerrero hasta el pueblo de Agua Zarco en el Occidente; las tierras de aluvión entrecortan esta faja de territorio, tiene una dirección orriental hacia el noreste suroeste con una hondonada meridional, y tiene el aspecto de una contextura esquistosa. Cubriendo una porción de la cordillera y afectando la forma de parches muy delgados sobre la falda occidental en las cercanías de Campo Morado, se observan algunos remanentes de las rocas piroclásticas, que anteriormente cubrieron esta área y que se encuentran bien expuestas en las espesas capas de la elevada montaña Cerro del Gallo precisamente al occidente del mineral. Cerca de Achotla también puede verse la toba volcánica y en el Valle de Zayulapa en el lugar de Esmeralda; las exposiciones de esta naturaleza en estos bajos horizontes probablemente son resultado de dislocaciones geológicas. En los tiros interiores de las minas se han llegado a encontrar numerosas fallas en las vetas pero estas nunca han sido repletas de manera sistemática. Atrevsando la cordillera en forma oblicua se encuentran algunos grupos de contra-vetas ígneas, que se comunican estrechamente con los depósitos de mineral. En los alrededores de Achotla un cierto número de contra-vetas de cuarzo pórfido con un paralelo N 30 W han sido entrometidas naturalmente y algunas de ellas se ven conjuntamente, espacios de una zona altamente mineralizada que se extiende encima de la superficie por varios kilómetros con muy contadas interrupciones en su continuidad. La capa de pizarra en vecindad con las contra-etas se halla un poco transformada y ladeándose en un acantilado. En la región de Campo Morado (NE.-SE.) las contra vetas de esta misma posición se entre mezclan a los depósitos minerales; la cubierta de filón del depósito reforma se halla clasificado por royer como diorita. Una contra-veta de silicato de alúmina (ande-

sita) fué encontrada en el túnel inter regional a 70 metros de la salida occidental y probablemente se comunica con el cuerpo de sulfito que se halla contiguamente en el Naranjo. Así como las contravetas cortan la cordillera atravesándola en una dirección casi paralela con el buzamiento de esquisto las capas de aluvión en las cercanías se ladean en rápido declive, en lugares en que las contravetas son casi verticales.

Los depósitos de mineral. Estos se comunican estrechamente con las mezclas ígneas y aparecen a lo largo de los contactos de comunicación; pero un punto, que no ha sido justamente apreciado y que bien podría prestar ayuda en los futuros reconocimiento de la región, es el hecho de que el mineral se ha introducido en lugares donde las contravetas se hallan en contacto con las capas calcáreas del strato de pizarra. Superficialmente puede trazarse una faja calcárea ancha a lo largo de la vertiente de la cordillera reforma en su lado oriental hasta un punto que se halla entre la fundición y la boca del túnel inter-regional; desde este punto hacia el noroeste se destaca el cuerpo mineral de reforma corriendo a lo largo del contacto del strato diorita. La pronta descomposición de la caliza en cal y gas de carbón de óxido por agentes químicos ácidos, y no hallándose profundamente encontrada, por medio del calor producido por la entre-mezcla, hace que ésta roca resulte magnífica para los cuerpos de reemplazamiento. Donde la roca es sumamente impura, podría uno esperar que el reemplazamiento se aproximara a una verdadera metasomasis, como sucede en Ashotla, donde la estructuralmente del aluvión aparece en el sulfito. Como demostración ulterior, los depósitos se comunican con las oquedades y buzamiento de esquisto; la extensión longitudinal de los cuerpos de mineral mantiene una relación al ángulo en el que las contravetas en contacto entre-cruzan los planos de yacimiento. Las capas negras silíceas del strato

formaron una presa angosta y evitaron la extensión lateral de la mena. El límite de la pirita en justaposición a la pizarra negra es muy agudo se observa una ligera alteración de la pared de roca abajo de la zona superficial a la intemperie. Ciertas fajas en el estrato de pizarra, en proximidad con los depósitos de mineral y dentro de la zona de influencias secundarias, han sido activamente ajustadas y enblanquecidas por la acción del ácido sulfúrico producido por la descomposición de la pirita que se filtra por las aguas de lluvia. Los únicos depósitos, que se han descubierto hasta ahora han aflorado en la superficie con el conocido quijo de hierro oxidado. Hay que esperar en esta parte de la cordillera el descubrimiento de depósitos de pirita, que no afloran y que bien pudiera ser que no tuvieran zonas superficiales de oxidación y enriquecimiento.

ALTERACION DE LOS DEPOSITOS DE MINERAL:-- Los depósitos que afloran en la superficie muestran los efectos de la intemperie en alto grado en la descomposición de la pirita durante el proceso de la exposición climática, el ácido sulfúrico y los sulfatos de ácido generados fueron los más poderosos factores para acelerar la acción química de las aguas de infiltración. Tan hacia bajo de la superficie como puede alcanzar la oxidación, el sulfuro ha sido oxidado, y una gran proporción de hierro con la mayor cantidad de cobre y zinc fue colado como sulfatos solubles; el sulfato de plomo como la mayoría de las sales de plomo es difícilmente soluble; de aquí ha resultado un enriquecimiento diferencial en este metal. Siendo el óxido muy difícilmente soluble ha quedado apartado enteramente libre y combinado con pequeñas cantidades de albúmina y óxido de zinc. Algo del arcénico originalmente presente ha permanecido con plata secundaria, plomo y minerales de cobre para lo cual tiene gran afinidad. El análisis comparativo siguiente es interesante con este motivo:--

MINERAL.	SULFITO ORIGINAL	QUIJO DE HIERRO.	ARENAS SILICOSAS.	MINERAL PLOMO.
Hierro F.	37 %	44 %	13 %	25 %
Azufre S.	42 %	2 %	0.5 %	3 %
Cobre cu.	1 %	-	1 %	-
Plomo pb.	1.5 %	-	-	7 %
Zinc zn.	2 %	0.5 %	1 %	1 %
Arsénico As.	1 %	1 %	0.7 %	2 %
Silico SiO ₂ .	12 %	17 %	80 %	35 %
Cal CaO.	1 %	1 %	0.5 %	0.5 %
Alúmina Al ₂ O ₃ .	0.5 %	1 %	1 %	1 %

Por consecuencia de la exposición climática se ha creado una capa de hierro de espesura considerable de una ley casi pura en algunas partes y usado como fundente en los hornos; y en otras capas demasiado silicosas para este propósito; pero conteniendo de dos a cuatro gramos de oro y como doscientos gramos de plata por tonelada métrica. Bajo la quija de hierro se encuentra un lecho de arena silicosa con escasa cantidad de cobre y plomo y con una aquilatación de unos quince pesos oro americano en oro y plata. Debajo de éste se halla otro lecho de materias arenosas cortado a trechos por fajas abruptas como resultado de la concentración natural y que contiene más altos valores en plomo oro y plata que el lecho anterior. A través de éste se hallan fajas de color rojo pardo de un mineral con una ley de 6 % a diez % de plomo y como 20 gramos de oro y como 500 gramos a un kilogramo de plata por tonelada métrica el cual se está extrayendo y beneficiando el más bajo strato de arena frecuentemente se encuentran oscuros veteados de minerales de cobre (especialmente chalcosito Cu_2S) En cantidades menores se encuentra una gran variedad de quijo mineral aparte de los ya mencionados la merma en volumen debida a la pérdida de elementos constitutivos durante la exposición climática fué considerable; la zona porosa permeable se fué aplastando gradualmente por la presión ejercida por la cubierta del filón; su anchura es probablemente cerca de un décimo de la anchura original ocupada por el sulfito. El hundimiento local en

la superficie a través de la parte superior o sea la cumbre de la cordillera Reforma a lo largo de la línea de depósito debido a los desplomes que siguieron a las obras de remoción de elementos constitutivos de mineral durante la exposición a la intemperie, es pronunciado de una manera muy notable, pero no sirve necesariamente de base para formarse el criterio del descubrimiento de otros yacimientos minerales, filones minerales.

LA MINA "REFORMA".

EXTENSION DE LAS VETAS:— La veta mineral "Reforma" cruza la cordillera en un ángulo oblicuo siguiendo un curso mineral de N 45 E y declive de 45° hacia el sur. Desde el ápice de la montaña al crestón ferruginoso — puede observarse por la superficie del terreno cuesta abajo hacia el oriente y hasta terminar en el lugar que ocupa actualmente la planta de beneficio, (distancia horizontal de unos 750 metros aproximadamente); ni los crestones de hierro ni la roca ígnea adyacente de breccia pueden notarse más allá de este sitio. Hacia abajo de las caídas occidentales el crestón pueden aún distinguirse en una distancia de unos 500 metros probablemente. Unicamente ha sido explorada la parte del declive central de la montaña. El largo de las vetas y su anchura aumenta desde la cumbre hacia abajo hasta un sexto nivel; una sección horizontal sobre este plano mostraría una longitud de unos 700 metros y una latitud de unos 500 metros. Abajo del sexto nivel la prolongación de las vetas es desconocido hasta el presente. Un séptimo nivel (68 metros abajo del sexto nivel) tiene su punto de partida desde abajo de la fundición y corre hacia el interior de la montaña unos 700 metros en esquisto sin que tropiece con mineral. Hasta el séptimo nivel puede ser investigado cuidadosamente.

Campo Morado.

quidado-
samente, pero esecosa insegura contar con que exista algún mineral a esta profundidad.- Es probable que los desplomes junto con una cambio en las oquedades se hallará que son la causa de la falta de mineral en ese fondo.-

LOS TRABAJOS DE LA MINA:- En la sección adyacente al cuerpo de pirita se halla cubierto de un color amarillo, como se observará, aparte de las principales galerías o cañones de desagüe y los cruceros, no se ha registrado ninguna suspensión de trabajos en tal departamento.- La zona oxidada, en derredor del periferio de los sulfitos, ha sido extensamente explotada como fuente de producción de mineral emplomado para alimentar los hornos; pero estas obras, en gran parte, ya no son accesibles.- De los Seis Niveles que aparecen en la sección, los números 3-4-5 y 6 se prolongan atravesando la montaña a lo largo de la espalda del filón o pared inferior de la veta y éstos con sus respectivos cruces dentro de la pirita sirven como base para tomar las dimensiones de aquél cuerpo mineral abajo del primer nivel.- Solamente el Nivel 4 es por el presente accesible por completo; los Niveles 3-5 y 6 excavados en la zona oxidada, con trabajo podrían hacerse accesibles de nuevo.- El Nivel 6 está sobre el piso de los almacenes de mineral pertenecientes a los hornos. Sobre el "Bis" o sea el lado occidental de la montaña, se está extrayendo algún mineral de plomo de buena ley, entre los Niveles o galerías 5 y 6.-

LA ZONA OXIDADA:- tal como aparece en la sección tiene una profundidad de 60 metros aproximadamente.- La veta se halla prácticamente agotada y desprovista de todo el rico mineral emplomado que se exten-

91

dia inmediatamente encima del yacimiento de los sulfitos, pero debido a los altos costos de los trabajos de extracción y beneficio, todas las substancias minerales (exceptuando el necesario hierro fundente) que rendían menos de \$40.00 oro americano por tonelada, fueron abandonadas en los tiros.- Abandonadas en su lugar natural y por encima de los antiguos trabajos se encuentran unas 200.000 toneladas de arenas silicosas que contienen de 4 a 7 gramos de oro con unos 200 a 500 gramos de plata por tonelada; el promedio de ley en oro y plata es probablemente al rededor de unos \$10.00.- Los ensayos de cianuro han sido poco afortunados para dar los trabajos de una extracción satisfactoria.- Los experimentos de flotación indican que este proceso puede allanar el camino para emprender obras bastante económicas respecto de estas arenas; en cuyo caso puede ser posible mantener el actual horno de fundición trabajando durante largo tiempo en los futuro, puesto que los concentrados podrían ser beneficiados y fundidos con el mineral emplomado de la mina de Naranjo o refinados en crisol con mineral cobrizo de alta ley.-

EL MINERAL DE SULFITOS:- Es una masa densa de pirita (bisulfito de hierro) con pequeñas cantidades de sulfitos de cobre, plomo y zinc; es muy resistente contra la perforación y cuando acaba de ser destronado en las vetas, tiene la apariencia de un acero recientemente fragmentado.- La porción central de la masa es un cobre de baja ley, oro y plata, aun mas que lo es en la periferia, aunque aquí no se observa diferencia visible en los dos grados; éstos pueden ser representados aproximadamente como sigue:-

	COBRE %	EN GRAMOS POR TON: ORO	PLATA
Parte central			
bajo grado-----	0.75-----	1-----	50
Periferia-----			
Alto grado-----	1.50-----	4.5-----	220

La proporción del grado bajo al grado alto será como de 3-1, y por lo que puede comprobarse según el actual estado de la obra.-- Los socavones se hallan al lado de los filones; desde estos cruces corren afuera hacia la cubierta, pero como pocos de ellos han llegado a ésta, la consecuencia será un tonelaje de alto grado mas alto de lo que se ha calculado; y existen probabilidades de encontrar concentraciones de mineral de cobre de alto grado a lo largo de las cubiertas de los yacimientos.-- Cerca de el centro de las vetas una grieta angosta de pizarra negra atraviesa la masa cortándola y dividiéndola en dos cuerpos inmensos, como queda indicado en la página 2; probablemente esto es resultado de los desplomes 9-P. En distintas localidades a lo largo de las galerías (Niveles) la masa de sulfito muestra unos planos con ligeras fracturas corriendo sus direcciones N 30 E. Esta superficie de piritita se oxida rápidamente.-- Las mamellas de sulfatos en delgadas costras cubren las paredes de las bocas aperturas colgando de los techos estalactitas de hierro y sulfatos de cobre.--

LA MINA "NARANJO".--

Esta mina está situada en la falda occidental de la cordillera como a 1.5 de kilómetro sur de la Reforma y separada de ésta por las altas crestas del Divisadero, que se extiende hacia el occidente desde la cumbre de la sierra como se ha indicado en la página 3.-- Para facilitar el transporte de mineral fuera de esta mina a los hornos del plo-

93

plomo que se hallan sobre la falda occidental de la cordillera, el llamado Tunel de tracción-regional fue construido atravesando la montaña con una distancia de mil metros. Este Tunel se halla sobre el nivel del piso como en el Reforma número 6, y también corresponde con el nivel Zero en la mina de "Naranja". El depósito tiene una equedad llena de unos 300 hacia el suroeste. Ha sido habierto por tres galerías; correspondiendo la m's baja con el Nivel de Reforma número 6; los otros están respectivamente a los 25, 45, 65, 100 y 147 metros abajo de este; los anteriores no son accesibles. Los Niveles prestan entrada por medio cruces cortos que parten del lado meridional de las vetas; al llegar a los depósitos se construyeron algunos socavones que corren orientalmente hacia la cúspide de la cordillera. La región de las cubiertas del filón, a través de la cual corren los cruces hacia el cuerpo del mineral, es una substancia de esquisto; la espalda del filón probablemente es tufa volcánica. Junto al cuerpo del mineral la tufa volcánica se extiende en largas hojas en planos paralelos con el lecho del mineral, estando brecciadas y conteniendo considerables cantidades de cuarzo las capas que están en contacto con aquel. Por regla general la espalda del filón brecciado no muestra ninguna división brusca y notable entre la región granítica y la mineral. Una hendidura del esquisto separa el cuerpo de pirita superior que se halla en posición baja por largo espacio lejos de las vetas inferiores. El lecho superior tiene una dimensión de espesor de unos veinte metros de pirita en yacimientos altos, en que se encuentran unos ocho a diez metros de arenas silíceas con rendijas en el mineral de plomo cerca de los sulfitos. El cuerpo inferior de estos tiene probablemente un espesor de diez metros, separado de los anteriores por un caba

=/=

llete de pizarra según la descripción. La naturaleza compacta de la pizarra ha servido de barrera contra cualquier alteración -- muy pronunciada de la pirita inferior más allá de la zona marginal de los criaderos de cobre. El nivel 48 (48 metros encima del ce-- ro) es probablemente el piso más largo de esta mina.- Teniendo -- acceso a él por medio de un cruce desde la superficie, la gale-- ría corre orientalmente bajo la montaña a lo largo de la espalda del filón, (en la zona de ésta) de los depósitos 300 metros a-- proximadamente, donde tropieza con un desplome N-S 60 grados hacia el oriente. En este lugar se dislocó el filón y parece que no se -- han hecho trabajos algunos para localizar su prolongación oriental más allá de este desplome, al Nivel 68 se tiene acceso por medio de un cruce el la Pizarra, el cuerpo del mineral es atravesado como a unos sesenta metros de la entrada.- Este cruce fué continuado hacia el lado septentrional en una distancia de unos doscientos cincuenta metros más de los filones para fines de explotación; pasa atrave-- sando la andesita alterada o toba, en donde se encuentra una serie de fracturas E-O presentando hundimientos hacia el lado meridional hallándose oxidadas las fajas en las fisuras y manchadas con el co-- lor de los minerales cobrizos. Los minerales de sulfito dan una ley de dos gramos de oro con cien gramos de plata por tonelada y ~~444~~ ^{de cobre} 0.5 %; pero el rico sulfito marginal rinde tanto como mil gramos de plata por tonelada. Los hilos de veta de mineral emplomado de alto grado se encuentran actualmente en explotación desde la capa areno-- sa en la zona superior y transportados a través del túnel inter-- regional a los hornos de fundición. Este material tal como se ex-- trae produce cuarenta pesos oro americano en oro y plata por tonela-- da métrica, todo mineral que rinde menos de esta cantidad es abandona-- do

95

en las graderías de los socavones.- Como la extracción y ensayos sigue inmediatamente a la explotación, nunca hay una gran cantidad de reservas de mineral amacenado, pero no hay razón para esperar un repentino corte de mineral explotable y oxidado siempre que no se registren desplomes.- Sería aventurado predecir hasta dónde podría uno esperar que se extendieran estas fajas de metal emplomado oxidado, hacia abajo de las oquedades, particularmente en vista de la naturaleza variable de este tipo de criaderos, pero en su favor se encuentra bastante llano en los interiores de los tiros.-

NOTAS SOBRE EL TONELAJE DE MINERALES Y SUS LEYES.-

En vista de la actual inaccesibilidad de muchos niveles principales en la mina Reforma, no sería posible por esta vez, hacer cálculos completos y nuevos de las toneladas aprovechables y leyes de las varias clases de mineral, como se hizo en 1912 por los Señores F. W. Royer y O. R. Whittaker.- Para completar la obra de reapertura de las secciones cóncavas que se están llevando a cabo por ahora una formación de las muestras minerales de extracción requerirá muchas semanas.- Desde 1912 la minería se ha reducido a la extracción de mineral emplomado de buena ley de las arenas que se hallan sobre los yacimientos de pirita tanto en la Reforma como en el Naranjo, además de las ventajas de la extracción de el óxido de hierro necesario para los fundentes. Aunque hay la oportunidad de explotar algunas reservas en lo futuro, y criaderos de mineral de plomo en la extensión inexplorada de oriente y occidente de la zona oxidada de la mina Reforma, este material se ha agotado prácticamente en la sección trabajada.- En Naranjo, aunque no se encuentra un gran tonelaje de material de plomo a la

Campo Morado.

vista, se están beneficiando las cantidades suficientes semanalmente para mantener ocupado el horno de 50 toneladas water jacket. En cualquiera nuevo avalúo de la propiedad basado en las Reservas de mineral positivas, tales productos como el mineral emplomado.-- Productos de Fundición, Mineral de Hierro oxidado, pueden dejarse aparte de los cálculos sin que afecten de una manera seria los resultados finales.-- En cuanto a las condiciones del mineral de sulfito, la quija de cobre silicoso y el mineral silicoso de oro-plata están sin variar, de modo que labase para el avalúo actualmente no sufre ningún daño con los trabajos hechos desde 1912. Dejando a un lado el mineral emplomado, los productos de fundición y el mineral oxidado de hierro, es interesante comparar las cifras de Royer y Wittaker; se incluyen copias de sus informes en el presente:--

MINERAL BENEFICIADO.

<u>F.W. ROYER.</u>	Tons.	Cobre	Oro	Plata	Valor de
	2000 lbs.	%	oz	oz	ensaño-Oro A
Pirita de alto gr.	2000-000	1.98	.112	6.53	\$10.88
Cobre Silicoso	40-000	8.00	05	1.5	22.67
Oro Plata id.	500-000		22	5.53	7.28
Pirita bajo gr.	6890-000	1.10	024	2.37	4.59
	9430.000				

O.R. WHITTAKER

Pirita de alto gr.	FW	2993.040	1.137	.142	7.21	9.65
lo mismo	HW	119.330	2.222	.016	1.93	7.11
Cobre silicoso		114.810	7.99	.030	2.70	22.80
Arenas silicosas		168.820		.130	7.80	6.74
PIRITA bajo gr.	CM	4.464.590	.726	.019	1.51	
lo mismo NARANJO		217.910	1.027	.028	1.74	3.18
lo mismo NAMEY		131.080	.656	.081	3.59	

La discrepancia aparente en los dos cálculos de sulfito de alto grado se debe sin duda al hecho de que Whittaker ha incluido bajo este título gran cantidad de la porción central, que Royer relegó al bajo grado. Con Relat.

relación al mineral de cobre silicoso, además de las 40.000 toneladas beneficiadas, Royer calcula unas probables 60.000 toneladas más haciendo un total de 100.000 toneladas contra las 114.810 toneladas de Whittaker. Es digno de notarse el contenido de cobre en alta escala. Las Arenas silicosas Oro-Plata son difíciles de calcularse con grado alguno de exactitud en el tiempo actual; es muchas veces el peso múltiplo del mineral empleado que se ha extraído que ultimamente asciende bien a más de 100.000 toneladas. La cantidad de Royer se verá que se aproxima mejor a lo preciso, cuando sea extraído efectivamente todo el material. Entre tanto puede atribuírsele cualquiera cantidad. Acerca de la piritita de bajo grado no se ha formado ningún cálculo positivo por Royer ni por Whittaker en vista de su baja ley en valor (véase el informe). Más allá de su valor intrínseco como metal se encuentra su valor de utilidad como combustible para la fundición de los sulfitos, y en este respecto puede considerarse como uno de los principales factores en la fundición acostumbrada en esta región y con él puede uno controlar mucho de las grandes cantidades de mineral de esta rica sección del territorio. A esto se harán referencias en el encabezado "Metalurgia". No debe desatenderse el hecho de que existen importantes depósitos de mineral de sulfito en la cordillera, no controlados por la compañía de la Reforma. Las minas de Achotla en particular han explotado una gran cubicación de tonelaje de quijo de alto grado. Todo este material habría naturalmente de ser enviado a la planta de fundición de Pezuapa para el objeto.

VALORES COMPARATIVOS DEL MINERAL:-- A continuación se halla una comparación del mineral de Campo Morado con los minerales de algunos --

Hoha No. 24
no pasó a es-
te Archivo.--

prósperos hornos de sulfito bien conocidos en que los precios de metal ultra-conservativos empleados por Royer y Whittaker son referidos; a saber, Cobre \$0.13 libra; Plata \$0.52 Onza; Oro -- \$20.67 Onza; siendo la tonelada dos mil a la libra.

ANÁLISIS PARCIALES.

	S %	Fe %	SiO ₂ %	Cu. %	Au oz	Ag oz	Valor en - bruto E.U.
Campo Morado:							
Pirita alto gr	37	39	10.8	1.2	0.14	7.00	\$ 9.65.
Pirita bajo gr	33	32	13.0	0.75	0.02	1.70	" 3.18.
Cobre silicoso	22	23	39.0	8.0	0.03	2.70	"22.80.
Mount Lyell:							
Pirita	48	40	3.8	0.63	0.03.	1.80	" 2.93
Cobre silicoso		7	66.0	5.63	0.005	1.22	"15.38
COBRE DE TENNESSEE	27	40	15.0	3.00	0.01	1.00	" 8.52
Mineral ordinario							
ANACONDA							
Fundería ord.sin ref.				3.00	0.017	3.00	" 9.71

El material peritoso de Mount Lyell constituye cerca de dos tercios de la liga que se hecha en los crisoles; el mineral silico so procedente de Mount Lyell cerca de un tercio. El promedio de -- grados de mineral fundido contiene dos.dos por ciento de cobre.

GASTOS COMPARATIVOS:- Toda vez que las instalaciones que se -- han escogido para el fin de la comparación de los costos se hallan situadas en lugares muy distantes uno de otro sobre el globo, donde los costos del coke, la obra de mano, fuerza, fletes, contribuciones etc., difieren en cierto sentido y varían de año en año en la misma loca--

lidad, el asunto debe ser considerado de una manera general. Como suplemento de estos datos, se hallará un anexo "B" con breves descripciones de los trabajos mencionados sobre las condiciones - bajo las cuales operan. Una administración buena y eficiente, demasiado deseable e intangible para incorporarse en los datos de costos, es no obstante real y positivamente necesaria y por --- este medio debe buscarse la reducción de los costos. Como los depósitos Minerales de Mount Lyell en Tasmania y los de Docketown en Tennessee se asemejan más que ninguno a los de Campo Morado, y encontrándose desde hace muchos años en estado floreciente, la experiencia práctica que se ha tenido en ellos arrojan mucha luz sobre las posibilidades de la propuesta hacienda de Beneficio en Guerrero.

	MAUNT LYELL 1910.	TENNESSEE Cía. de Cobre 1910.	Alto gr.	CAMPO MORADO Bajo gr.	Cob.S.
Extracción y acarreo.	3.98.	'	1.50	1.25.	1.60.
Fundición y Beneficio.	'	'	1.75	1.50.	2.00.
Pérdida metalúrgica.	'	'	1.15	.75.	1.45.
Fletes, Afin. y Venta.	'	'	.45	.28.	2.95.
Impuestos.	'	'	.35	.10.	.10.
Partidas Generales.	'	'	.20	.20.	.20.
TOTAL DE COSTOS.	\$4.00.	\$3.12.	\$ 5.40.	\$4.08.	\$8.30.

Nota. Véase el anexo "C".

EL ASPECTO METALURGICO DE LA CUESTION.

La fundición semi-peritosa o sulfito en crudo, ya no se considera actualmente con la misma indiferencia y escepticismo con que se veía hace dos décadas. Habiéndose puesto en su defensa algunos de los más notables mineros modernos ha perdido ya su falta de simpatía de antaño

101

haciendo posible una ventajosa explotación de los depósitos de aquella pirita cuprífera de bajo grado en la misma escala que aquellos depósitos de Mount Lyell en Tasmania y los de Ducktown; de la Colombia Inglesa etc. Las plantas de fundición de Mount Lyell y en Ducktown han estado trabajando con magníficos resultados durante un gran número de años; como testimonio se pueden presentar sus informes financieros, y con mineral muy semejante al de Campo Morado. Sus materiales tal como son de baja ley, pueden todos producir cobre electrolítico con un costo menor de 11¢ O. A. por libra. Pero pocos depósitos favorablemente situados de pirita cuprífera con pureza suficiente, magnitud y ley son al presente conocidos y explotados; de aquí nace que comparativamente este moderno método de no tenga una aplicación tan general como podría ser de otro modo. La Compañía Cobre - Sulfuroso y hierro de Ducktown cocía y fundía con alto porcentaje de Coke los sulfitos, los que actualmente se tratan por un método semiperitoso, usando solamente un 3% de Coke y con un ahorro de costos de \$1.50 O. A. por tonelada. Cuando se considera el costo de Coke, ningún otro procedimiento que el de fundición por la pirita habría de ser provechoso y factible en Campo Morado. La gran ventaja de la fusión por sulfitos sobre el método de fundición más costoso de mineral oxidado y tostado está en el hecho de que apenas se requiere un reducido porcentaje de Coke en los procedimientos, factor de vital importancia en lugares apartados donde el Coke es caro. En efecto el éxito del proceso depende del calor desarrollado en la oxidación rápida del hierro y sulfuro en la mena, que es precisamente la cantidad suficiente para derretir la carga. Una ventaja menor consiste en que las cantidades pequeñas de arsénico y zinc tan frecuentemente hallados en estos minerales, siendo grandemente volatilizados por la fusión peritosa, no son tan nocivos como en el crisol ordinario de -

afinación para el cobre. El proceso es particularmente una fundición oxidante, siendo el objeto que se persigue la producción de cobre-hierro mate, (no refinado del sulfuro) que contendrá el oro y la mayor parte de la plata que originalmente se halla presente en el mineral y que deberá ser suficientemente alto en contenido de cobre para que pueda ser labrado en barras de cobre poroso (98 % a 99 %) en el crisol de Besmeier. Los mates de 35 % a 40 % con base de cobre son bien adaptados para auxiliar en la producción de cobre poroso. Si el mineral es bajo de ley, para comenzar, la producción de un mate tan rico habría de significar una concentración alta y probablemente requeriría dos fusiones, como se practica en Tennessee y como se hacía antiguamente en Mout Lyell. Una concentración tan alta en una fusión derivada de mineral de baja ley, no siempre es practicable ni tampoco de desearse; trae por consecuencia la volatilización de la mayor parte del sulfuro; la oxidación y producción de escoria con Sílice de la mayor parte de hierro produciendo una grande cantidad de escoria y poco mate, -- con pérdidas indebidas en cobre y plata. Suficiente mate debe ser formado para asegurar la colección de un máximo económico de los metales preciosos, dejando la escoria relativamente limpia. -- Más allá de cierto grado de concentración el crisol de Pirita es susceptible de fluctuaciones violentas y se convierte en obra difícil para manejar al arbitrio. El grado de mate de un mineral de sulfuro determinado depende al mismo tiempo de la cantidad de aire soplado en el crisol y de la cantidad de Sílice que lleve la carga. Con una cantidad insuficiente de Sílice se obtiene cualquiera de estos dos resultados: o una cantidad excesiva de Sulfuro-Hierro fusible prontamente, entraría en el mate causando una concentración relativamente baja en cobre y leyes bajas de metal, o como en el otro extremo, un poderoso soplete oxidaría el hierro haciéndolo pasar de su -----

estado ferruginoso, en que puede combinarse con el sílice, y la formación de una cantidad excesiva de óxidos férricos enfriarían el crisol. Un alto porcentaje de sílice es una necesidad en un buen trabajo para la producción de una afinación de alto grado. Las escorias contendrán cerca de un 40% de sílice. Como la naturaleza de baja ley general de los minerales de sulfuro de Campo Morado ha sido un argumento para la opinión adversa, una breve exposición de las funciones de la pirita en los hornos de sulfuro no viene a quedar fuera del caso, con la tendencia a poner de manifiesto el valor de una ley de ensaye en el inmenso cuerpo del SULFURO DE BAJA GRADO (5.000.000) exposición que no ha sido incluida como un elemento para hacer los cálculos. Bajo condiciones de un estado de actividad normal los altos hornos de gran capacidad (350 toneladas por día) se pueden tener cargados con mineral de sulfuros y fundentes tales como el sílice y la caliza, alimentados mecánicamente, hasta una altura de 12 a 14 pies encima del piso o nivel de la tobera. La presión de los hornos en el acrisol puede ser aproximadamente de 60 onzas por pulgada cuadrada. El porcentaje de Coke añadido al mineral y los fundentes puede ser de 1% o 2%, pero, como esto no lleva alguna aplicación o relación práctica con el tema que tratamos, puede ser hecho a un lado en este bosquejo. La temperatura (1000 a 2000 C) sobre la superficie de la carga aumentada gradualmente hacia abajo con dirección al "foco" que se halla exactamente por encima del nivel de la tobera, donde puede alcanzar 12000 C ó más. Por modo que como las escorias y la liga son arrastrados fuera hacia abajo, la carga que se halla en el tunel del horno sufre un hundimiento y continúa aumentando en temperatura. A unos 7000 C la Pirita (FeS_2) se descompone, se separa de casi la mitad de su sulfuro combinado y se convierte en

FeS₇; asciende el sulfuro sublimado sin alterarse a flor de la carga donde, al ponerse en contacto con el aire, arden los vapores calientes arrojando una llamarada azul hasta SO₂. El FeS₇ en su descenso ulterior continúa desprendiendo pequeños incrementos de sulfuro hasta que, tal como FeS, se funde a los 900° C escurriéndose a través de la carga hacia el foco; una vez ha llegado allí con una composición de aproximadamente FeS₄, y esta composición viene constituyendo la verdadera materia combustible del horno. En este foco la enérgica reacción que se ejerce entre este sub-sulfito y el oxígeno de la fundición mantiene la temperatura al rededor de unos mil doscientos grados C. El hierro, en presencia de los fundentes de cuarzo al rojo blanco y el oxígeno del horno, arde hasta convertirse en FeO (óxido ferruginoso), combinándose con el sílice para formar una liga fusible ferruginosa de singulo silicato. La cantidad de hierro oxidado de este modo y disgregado de la scoria depende de la cantidad del oxígeno resoplado en el interior del horno y de la cualidad del sílice que se halla presente, con la cual se combina. El sulfuro que llega al foco arde hasta SO₂ siendo expulsado con los otros gases del horno. Los análisis de los gases de fundición demuestran que, a pesar del gran volumen que circule en el interior de los hornos, solamente se escapa una fracción de oxígeno que no ha sido consumido pasando por el foco caliente de la zona de fusión, de este modo que regularizado de tal manera el proceso de la fundición que una parte del sulfito hierro