

Geología del Distrito Minero de Hualgayoc, Departamento de Cajamarca

Por GEORGE E. ERICKSEN, MARIANO IBERICO M. y ULRICH PETERSEN B.

MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION Y
FOMENTO MINEROS

BOLETIN Nº. 16.



*Preparado por la Comisión
de colaboración con el United
States Geological Survey.*



LIMA — PERU
1956

Geología del Distrito Minero de Hualgayoc, Departamento de Cajamarca

Por GEORGE E. ERICKSEN, MARIANO IBERICO M. y ULRICH PETERSEN B.

MINISTERIO DE FOMENTO Y OBRAS PUBLICAS
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION Y
FOMENTO MINEROS

BOLETIN N°. 16.



*Preparado por la Comisión
de colaboración con el United
States Geological Survey.*



LIMA — PERU
1956

78
18-3

I N C E M M E T
BIENES CULTURALES
54.810.33930

INVENTARIO 1996

CONTENIDO



	<u>Pág.</u>
Abstracto	7
Introducción	8
Generalidades	8
Geografía	10
Aspectos regionales	10
Ubicación y accesibilidad	12
Población e industrias	13
Rasgos topográficos	13
Drenaje y suministro de agua	14
Clima y vegetación	15
Trabajos geológicos previos	15
Trabajos de campo y agradecimientos	16
Geología	17
Aspectos regionales	17
Estratigrafía	19
Rasgos generales	19
Areniscas y lutitas del Aptiano	20
Calizas del Albiano, Cenomaniano y Turoniano	21
Sedimentos del Terciario y Cuaternario	24
Rocas ígneas	25
El stock de Cerro Jesús	25
Sills en el cañón del Río Hualgayoc	26
Paso Yanacancha	29
Stocks de la región de Tingo	29
Región de Cerro Colorado	30
Stocks de Cerro Corona y la región al Sur de Tingo y Hualgayoc	32
Otras intrusiones	33
Estructura	33
Pliegues	33
Fallas y disyunciones	34
Metamorfismo y alteración de la roca encajonante	35
Geología histórica	36
Depósitos minerales	37
Caracteres generales	37
Control estructural y tipos de depósitos	37
Estructuras de las vetas	38

	Pág.
Clasificación de los yacimientos	39
Mineralogía	41
Elementos nativos	41
Sulfuros y sulfosales	41
Carbonatos	44
Haloides y óxidos	44
Sulfatos	45
Paragénesis de los minerales hipógenos	46
Alteración supergénica	49
Métodos de laboreo y concentración del mineral	49
Mano de obra	50
Producción	51
Posibilidades futuras y recomendaciones	55
Minas y cateos	56
Región al este de Hualgayoc	56
Mina San Agustín	56
Mina El Imperial o Paccha	59
Mina Los Negros	60
Mina El Dorado	62
Mina Centinela	64
Mina Fraternidad	65
Mina Nueva California	65
Mina Atahualpa	66
Socavón Carassai y Socavón Marta	66
Mina Victoria	68
Mina Segunda Rebelde	68
Mina El Misti	70
Mina Mario	71
Región de Cerro Jesús	72
Cerro Jesús	72
Socavón Real	74
Socavón Barragán	76
Prospecto Aurelio	78
Socavón Purgatorio	78
Mina Mansita	79
Minas Loreto y San Antonio	81
Socavón El Milagro	83
Región de Pozos Ricos	83
Mina Mesa de Plata	83
Mina Apra	84
Mina Predilecta	85

GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO DE HUALGAYOC

	Pág.
Mina Hecla y Porcia	85
Mina Pozos Ricos y otras	86
Minas Cholita y Mechero y prospectos vecinos	87
Mina Corona	88
Mina Garibaldi	89
Región de Quebrada Venada	89
Prospecto Carmencita	89
Minas La Colorada, Mejía y Atómica	90
Mina Consulado	91
Región de Tingo	92
Región de Quebrada Lipiac	93
Región de Quebrada La "M" y Sinchao	94
Mina La Provedora	94
Mina Tres Amigos	95
Mina Sinchao y otras	95
Mina Tres Mosqueteros	96
Mina Congas y otros cateos	97
Cateos en la Quebrada Tanta Tuatai	97
 Referencias citadas	 98

ILUSTRACIONES

	Pág.
Figura 1. —Mapa índice del Departamento de Cajamarca . .	11
Figura 2. —Mapa geológico y topográfico del distrito mine- ro de Hualgayoc	En el sobre
Figura 3. —Vista panorámica de la región de Cerro Colorado	22
Figura 4. —Sills de pórfido en el cañón del Río Hualgayoc	27
Figura 5. —Microfotografía de pórfido siritizado.	28
Figura 6. —Microfotografía de pórfido de diorita cuarcífera no alterado	31
Figura 7. —Mineral brechado y bandeado proveniente de la veta Murciélagos	39

	<u>Pág.</u>
Figura 8. —Esfalerita bandeada (schalenblende) proveniente de la veta Presidente Leguía	40
Figura 9. —Diagrama que muestra la paragénesis de los minerales hipógenos	47
Figura 10. —Plano geológico del nivel San Agustín, mina San Agustín	En el sobre
Figura 11. —Plano geológico de los niveles De Biasio, 25, 50, y 80, mina San Agustín	En el sobre
Figura 12. —Plano geológico del Socavón San Carlos, mina Los Negros	61
Figura 13. —Plano geológico de los socavones Carassai y Marta	67
Figura 14. —Plano geológico de la mina Segunda Rebelde	69
Figura 15. —Plano geológico del Socavón Real	En el sobre
Figura 16. —Plano geológico de la mina Mansita	80
Figura 17. —Plano geológico del Socavón El Milagro	82

GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO DE HUALGAYOC DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, PERU ¹

Por George E. Ericksen², Mariano Iberico M.³, y
Ulrich Petersen B.³

ABSTRACTO

El distrito minero de Hualgayoc, situado en la parte Norte del Perú, ha producido menas de plata y oro desde la época colonial y también menas de cobre, plomo y zinc durante el presente siglo. Su producción total de plata, apreciada en 1000 a 1500 toneladas métricas, lo sitúa como uno de los distritos argentíferos importantes de América del Sur. Desde su descubrimiento por los españoles en 1771, hasta la fecha, el distrito ha tenido un record esporádico de producción. En los primeros años sólo se producían menas oxidadas de plata y oro (pacos). En las postrimerías del siglo XIX y comienzos del siglo XX, muchas minas estaban produciendo minerales sulfurados de cobre argentífero. En la actualidad existen unas cuantas minas que producen pequeñas cantidades de plata, cobre, plomo y zinc.

Las rocas expuestas en el distrito comprenden sedimentos cretácicos instruados por stocks, sills y dikes de edad terciaria. Los sedimentos consisten en cerca de 300 m de areniscas y lutitas del Aptiano, cubiertas por más o menos 1700 m de calizas con lutitas interestratificadas que varían en edad desde el Albiano hasta el Turoniano. Las rocas intrusivas son principalmente pórfidos granodioríticos o cuarzo-dióriticos y localmente riolita o dacita. Los grandes intrusivos se formaron más o menos al mismo tiempo, y las variaciones en su composición parecen reflejar un proceso de diferenciación en un magma único original. Los cuerpos más pequeños, sills y dikes, tienen desde menos de un metro hasta cerca de 250 m. de espesor y desde 100 m. hasta 2 Km. de largo. Los stocks son los cuerpos intrusivos más grandes, pues llegan a tener de 3 a 4 Km² de área. Todos estos intrusivos podrían ser sólo protuberancias de una gran masa intrusiva infrayacente a parte de este distrito minero.

Las rocas sedimentarias han sido débilmente plegadas y luego dislocadas por fallas de alto ángulo y pequeño desplazamiento y por mu-

1) Traducción al castellano por el Ing^o Dante Brambilla F. Publicación autorizada por el Director, U. S. Geological Survey.

2) Geólogo, U. S. Geological Survey.

3) Geólogo, Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros.

chas fracturas y disyunciones. Las rocas ígneas también han sido falladas, cizalladas y cruzadas por disyunciones. Además, en áreas mineralizadas, han sido alteradas hidrotermalmente.

En este distrito afloran varios cientos de vetas, la mayoría de las cuales ocurren a lo largo de fallas, de zonas de cizallamiento, o de fracturas irregulares. El largo de estas vetas varía desde menos de 100 m hasta 1 Km y el espesor desde 1 cm hasta cerca de 20 m. Las vetas más grandes consisten mayormente de roca de caja cizallada, con numerosas vetillas de cuarzo y sólo una pequeña cantidad de sulfuros. Los minerales de las vetas fueron depositados casi totalmente en fisuras y cavidades con sólo una pequeña proporción de reemplazamiento de la roca encajonante. Generalmente las vetas más productivas tienen menos de 2 m de potencia y consisten principalmente en piritita y cuarzo con pequeñas cantidades de esfalerita, galena, tetraedrita y chalcopirita. La tetraedrita y la galena son argentíferas. Algunas vetas contienen cantidades menores de enargita, estibina, jamesonita, boulangerita y bournonita. La baritina cristalizada es la ganga principal de muchas vetas. Otros minerales como marcasita, pirrotita, rodocrosita, dolomita y calcita se encuentran en algunas vetas. La plata nativa y los sulfuros de plata constituyeron el grueso de la producción argentífera de la época colonial, pero durante el presente siglo, casi toda la plata proviene de la tetraedrita y la galena argentíferas.

Es probable que este distrito mantenga su nivel actual de producción por muchos años, aunque los precios altos podrían estimular un aumento moderado. Es dudoso que las reservas existentes sean suficientes para mantener una producción de más de unos cuantos cientos de toneladas por día, durante un largo período de tiempo. En las vetas conocidas existe una considerable cantidad de mena, y una cuidadosa exploración podría revelar nuevos cuerpos de mineral.

INTRODUCCION

Generalidades

El estudio del distrito minero de Hualgayoc es parte del programa de exploración de las minas de plomo y zinc del Perú, que realizan en forma cooperativa el Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros del Ministerio de Fomento y Obras Públicas del Perú y el Geological Survey del Departamento del Interior de los Estados Unidos de Norteamérica. La participación del Geological Survey fué auspiciada por el Comité Interdepartamental de Cooperación Científica y Cultural del Departamento de Estado de los Estados Unidos de Norteamérica.

El distrito de Hualgayoc fué elegido para un estudio detallado debido a su localización en el extremo N de la provincia metalogénica andina que abarca el Perú, Bolivia y el N de Argentina y Chile, y

también a su notable producción de plata en el pasado y a su reciente aumento en la producción de plomo y cobre. Hacia el S de Hualgayoc, en la parte central de los Andes Peruanos, el número de vetas de metales básicos y de distritos mineros incrementa gradualmente. Hacia el N en cambio, sólo se encuentran yacimientos esporádicos de estos metales. En Chota y Jaén, al N de Hualgayoc, existen pequeñas minas de plomo y zinc. En Ecuador se trabajaban antiguamente una o dos pequeñas minas de cobre, mientras que hoy se conocen sólo pequeños depósitos de plomo y zinc. En Colombia sólo existen pequeñas vetas de estos metales.

Además de la recolección de datos concernientes a la mineralización de la provincia metalogénica andina, este estudio tiende a aclarar las posibilidades de nuevos depósitos de mineral en Hualgayoc.

El distrito de Hualgayoc ha producido cantidades apreciables de plata. Durante la Colonia la plata se extraía de las menas oxidadas y luego, durante la segunda parte del siglo XIX y comienzos del siglo XX, de los sulfuros primarios. Aunque no se dispone de datos completos, se calcula que desde el descubrimiento del distrito en 1771 hasta 1903 la producción alcanzó aproximadamente 800,000 a 1'300,000 Kg de plata. Después de los primeros años del presente siglo la producción de plata decayó notablemente y en años recientes se extraen principalmente minerales de cobre y plomo.

Las vetas ocurren en cuerpos de granodiorita o pórfido cuarzo-diorítico y en areniscas, lutitas y calizas del Cretácico Inferior y Medio. La mayoría de las vetas se encuentra a lo largo de zonas de falla o cizallamiento y contienen fragmentos de la roca encajonante y panizo, junto con los minerales de veta que llenan las fisuras y cavidades. Unos cuantos depósitos son mantos, cuyos minerales fueron depositados principalmente por reemplazamiento de la roca de caja. Los minerales de todos los depósitos son cristalinos, aunque solo muestran caras cristalinas bien desarrolladas cuando se encuentran revistiendo cavidades. Mucho del material de las vetas de relleno se presenta en costras o bandeado, y todo él es poroso y cavernoso. Algunas vetas contienen cuarzo dentado. El brechamiento aparente en muchas vetas, ha sido causado por movimientos posteriores a la mineralización.

Los principales minerales aprovechables son galena, esfalerita, chalcopirita y tetraedrita; las gangas comunes son piritita, cuarzo y baritina y cantidades menores de calcita y rodocrosita. Enargita es la mena principal en dos o tres vetas; jamesonita, bournonita, boulangerita, rejalgar y estibina se encuentran en pequeñas cantidades en algunos depósitos. Escamas de molibdenita fueron identificadas solamente en el desmonte de una veta. La mayoría de la producción de plata de la época colonial se debe a la plata nativa y sulfuros de plata, mientras que la galena y tetraedrita argentíferas son responsables de la producción más reciente.

A través de toda su historia, la producción del distrito ha sido esporádica. Se construyeron muchas plantas para el tratamiento de los minerales y luego de usarse se abandonaron. Málaga Santolalla (1904, pág. 102-103) enumera ocho plantas de lixiviación, en distancias de 1.5 a 24 Km de Hualgayoc y otra a 80 Km, que trataban minerales de Hualgayoc durante la primera parte del presente siglo. Los restos de varias de estas plantas se pueden ver aún; una de ellas, la de Pilacones, tiene la mayor parte de la maquinaria aún intacta. Esta planta y otra en Amaro, que aparentemente fué construida después de la visita de Málaga Santolalla, tienen pequeñas instalaciones de fundición. Durante 1950 solo funcionaba una concentradora de 90 toneladas de propiedad de la CEMSA (Compañía Explotadora de la Mina San Agustín) que producía concentrados de cobre, plomo y zinc. Existe otro pequeño molino cerca de Hualgayoc con capacidad de 15 a 18 toneladas al día, pero durante 1950 estuvo sin trabajar, aunque lo había estado haciendo en años anteriores. Durante 1950 el Banco Minero del Perú empezó la construcción de otra concentradora, la que eventualmente tendrá capacidad para tratar unas 50 toneladas de mineral al día.

Geografía

Aspectos regionales.—El distrito minero de Hualgayoc se encuentra en la parte E de la Provincia de Hualgayoc, una de las 8 provincias del Departamento de Cajamarca (fig. 1). La ciudad de Cajamarca, capital del departamento, está a 45 Km en línea aérea al S de Hualgayoc.

La parte N de los Andes Peruanos, donde se encuentra el Departamento de Cajamarca, es considerablemente más baja que en cualquier otro lugar del Perú. La divisoria continental, que pasa por la parte S del departamento, es más sinuosa y de menor elevación que en el resto del territorio peruano. El punto más alto de esta región no llega a los 4000 M. El paso de la carretera sobre la divisoria hacia Jaén, en la parte N del departamento, es apenas algo mayor de 2000 M. Las montañas más altas del departamento de Cajamarca alcanzan cerca de 4200 M, pero a lo largo del Río Marañón las alturas sólo llegan a los 500 M.

Fisiográficamente, esta región es una amplia puna, con valles redondeados y poco profundos, en las partes altas, o con valles agudos en forma de V, a lo largo de las corrientes principales. Los ríos de esta zona drenan hacia el W, al Pacífico, o hacia el E, al Marañón. La topografía de esta puna es suave en contraste con los agudos picos y profundos valles característicos de la Serranía Peruana.

Existe evidencia de una glaciación Pleistocénica en toda la serranía meridional del departamento. El hielo permanente ha desaparecido por completo pero muchos de los valles conservan la forma en U, y tienen sus pisos y lados cubiertos por material morrénico. El área

GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO DE HUALGAYOC

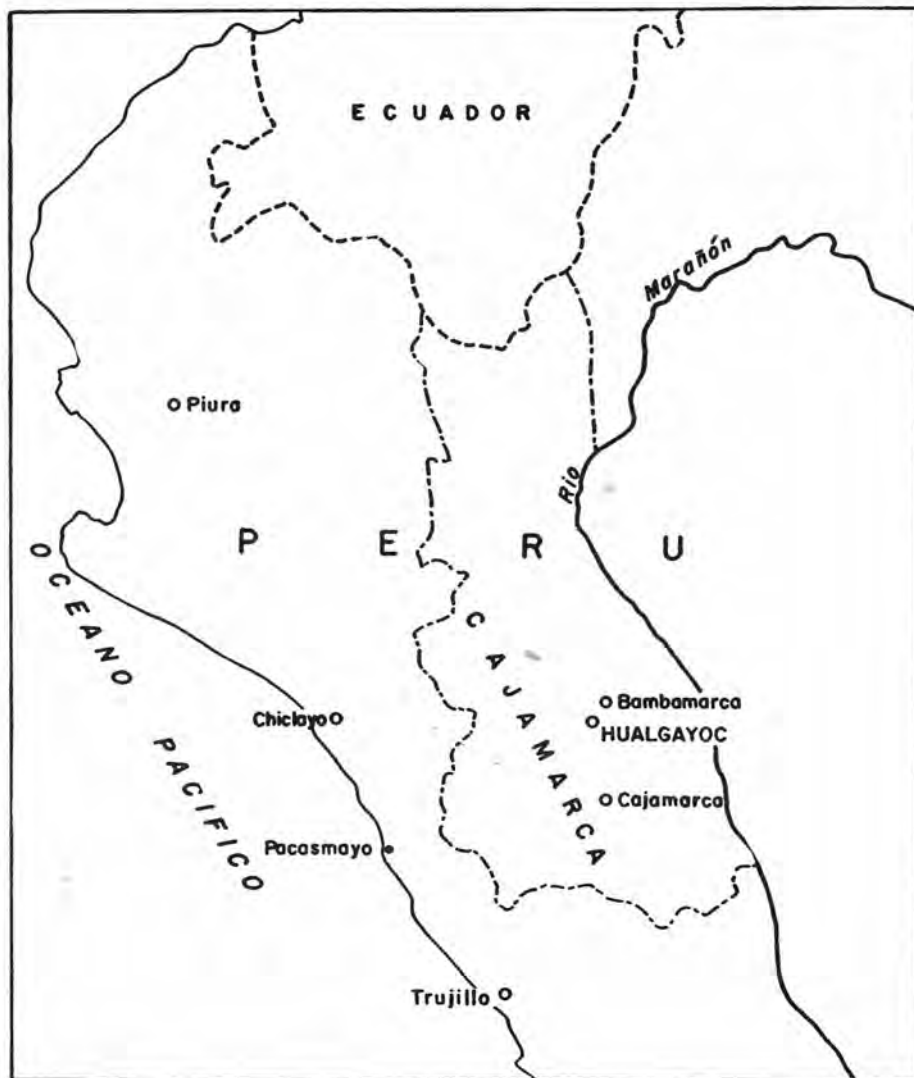


Figura 1

Mapa índice del Departamento de Cajamarca.

de morrenas entre Cajamarca y Hualgayoc exhibe muchos lagos de origen glaciario, que son escasos en el resto del departamento.

Ubicación y accesibilidad.—El pueblo de Hualgayoc tiene como coordenadas 6° 46' S y 78° 37' W. La Plaza de Armas de Hualgayoc tiene una altitud de 3400 M. La provincia de Hualgayoc fué creada en 1870, con Hualgayoc como capital, pero en 1949 la capital se cambió a Bambamarca, 8 Km al NE.

Casi todas las minas del distrito se encuentran dentro de una franja de 3 a 5 Km de ancho y unos 10 Km de largo, con rumbo NW. Hualgayoc se encuentra cerca del extremo SE de esta franja y como puede verse en la figura 2, las minas se encuentran desde unos 2 Km al SE hasta 8 Km al NW del pueblo. Las minas más distantes, las de la quebrada Tanta Huatai (que no se encuentran en el mapa), se encuentran de 10 a 11 Km al NW de Hualgayoc.

Una carretera de 281 Km une el puerto de Pacasmayo, en la costa pacífica, con Hualgayoc. En detalle la ruta va 7 Km por la carretera Panamericana, de Pacasmayo al desvío de Cajamarca, 97 Km desde el desvío hasta Chilete, 90 Km de Chilete a Cajamarca y 94 Km de Cajamarca a Hualgayoc. También existe un ferrocarril que une Pacasmayo con Chilete. La mayoría del mineral de Hualgayoc es enviado en camiones hasta Chilete, donde es transbordado al tren que lo lleva a Pacasmayo y allí se le embarca por medio de lanchones barcazas o pontones. Una parte del mineral es llevado en camiones directamente hasta Pacasmayo. Existe además una carretera que une Hualgayoc a Chila-yo, por una ruta considerablemente más corta que la de Pacasmayo; pero aún en la época seca, las condiciones son bastantes malas por lo que se usa sólo para el transporte ligero. El mineral de Hualgayoc nunca viaja por esta vía. La carretera que une Hualgayoc a Bambamarca pasa a través del cañón del Río Hualgayoc y cerca de la planta de la CEMSA. Un ramal une la mina El Dorado a esta carretera y otro se extiende desde Hualgayoc hasta el nacimiento de la Quebrada Mesa de Plata. La carretera Hualgayoc - Cajamarca se dirige hacia el W cruza la divisoria continental en el Paso Coymolache, donde se desprende un ramal corto hacia Tingo. Una carretera ya no traficable va desde Tingo hasta cerca de la mina Tres Mosqueteros.

Durante 1951 los dueños de la mina Mario estaban construyendo una carretera de más o menos 1 Km de largo desde Hualgayoc a la mina.

Las minas que no son accesibles por estas carreteras, están en su mayoría unidas a ellas por caminos de herradura de menos de 2 Km de largo. El sendero más largo, el de Tanta Huatai a Tingo, es de unos 10 Km. La mayoría de estos caminos de herradura se encuentran en malas condiciones, debido a su poco tráfico, pero podrían ser reparados a bajo costo.

Población e industrias.—De acuerdo con el censo de 1940, la población de la provincia de Hualgayoc alcanza a 102,482 habitantes. Siendo el área de la provincia de 5543 Km², la densidad media de la población es de unos 18 habitantes por Km². En 1950, no se disponía de datos precisos sobre la población del pueblo de Hualgayoc, pero sus pobladores estimaban que existían unas cien familias residentes, o sea unas 500 personas. Málaga Santolalla (1904 p. 10) anota que según el censo de 1876, la población en la provincia de Hualgayoc era de 32,379 habitantes y que de acuerdo con el periódico trujillano "La Industria" de 1900, este número había aumentado a 76,800. A juzgar por el número de casas abandonadas y arruinadas en la zona de Hualgayoc, parece que la población se hubiera reducido considerablemente en los últimos años. El traslado de la capital de provincia a Bambamarca, refleja también la emigración de la población de Hualgayoc.

La industria principal de Hualgayoc es la minería y una gran parte de los ingresos proviene de la exportación de minerales. La agricultura viene después de la minería, aunque es la principal industria en los otros distritos de la provincia. Durante 1950, las minas emplearon entre 150 y 200 hombres, casi todos residentes del distrito. El molino de la CEMSA usa la fuerza producida en la planta hidroeléctrica del Río Llaucán, varios kilómetros al SE de la mina. Otra planta en el cañón del Río Hualgayoc suministra electricidad a Hualgayoc y a la mina El Dorado. Otras dos pequeñas plantas hidroeléctricas, una río abajo de Pilacones y la otra en Amaro, suministraban energía a las fundiciones hoy abandonadas. Antes de la segunda guerra mundial las plantas de Amaro y Pilacones producían matas de cobre y plomo. En épocas anteriores existían plantas que producían matas de cobre y plomo y barras de plata. Al presente, el distrito de Hualgayoc sólo produce concentrados.

En la serranía cerca de Hualgayoc, se crían ganados lanar, vacuno y porcino y se cultivan papas, alfalfa y coca. También se siembran cantidades de otros vegetales como trigo y avena. La gente además cría pollos, pavos y cuyes para su consumo doméstico. La mayoría de los productos agrícolas se consumen localmente, pero algunos, como papas y carne, se exportan a Cajamarca. También se curan jamones para exportación. En lugares más bajos, próximos a Bambamarca, se cultivan y exportan mayor variedad de productos agrícolas, incluyendo maíz, cacao, café, tabaco y muchos vegetales. De las zonas selváticas, al N de Bambamarca, vienen plátanos, naranjas y distintas clases de maderas.

Rasgos topográficos.—El distrito de Hualgayoc se encuentra en una serranía compuesta por sedimentos cretácicos y rocas terciarias intrusivas, las que han sido disectadas por la erosión fluvial y glaciar. El Paso Coymalache se encuentra en la divisoria continental, así que los ríos del distrito drenan hacia la hoya amazónica, mientras que al

W del paso, lo hacen hacia el Océano Pacífico. El relieve de los valles de los dos ríos principales, Río Hualgayoc y Río Pílancones, es por lo general menor de 500 m y el de los valles tributarios, menor que 200 m. El punto más bajo en el área mapeada (fig. 2), donde la carretera de Hualgayoc a Bambamarca cruza el Río Hualgayoc al NW de CEMSA, está a unos 3160 M; y el punto más alto, la cresta del Cerro Jesús, a 3900 M. El paso Coymalache tiene una altitud de 3780 M.

Los valles suelen ser amplios y en forma de U, y las cadenas y picos son redondeados. Las paredes de los valles mayores están formadas por escarpas aluviales empinadas o farallones cortados por glaciares. La región entre Hualgayoc y Tingo es una puna amplia y ondulada con valles anchos y poco profundos, y con picos y sierras moderadamente redondeados. La parte inferior de los valles de los dos ríos principales fueron cortadas por los mismos durante el retroceso glacial, formando así profundos cañones en forma de V. Las gradientes de estos ríos son algo empinadas; en las partes más bajas existen unas series de caídas de agua y rápidos. Muchos tributarios del Río Hualgayoc y del Río Pílancones se encuentran en valles colgantes. Los ríos en la Pampa del Buey, al N de Tingo, Quebrada de Lipiac, al N de Pílancones y Quebrada La Pastora, al S de Hualgayoc, caen rápidamente unos 100 a 200 m antes de alcanzar los ríos principales. En la parte alta del valle del río Hualgayoc, se encuentra un escalón glacial.

El piso y los lados de los valles están cubiertos por material morrénico, mientras que las laderas de los picos y colinas están cubiertas de suelo, de modo pues que los afloramientos son escasos. Las estructuras tales como contactos, fallas y vetas están comunmente cubiertas, pudiendo localizarse sólo por deducción. Las áreas cubiertas que se muestran en el mapa (fig. 2) consisten principalmente de material morrénico, con cantidades menores de suelo reciente y aluvión depositado por los ríos. En ciertos sitios estos depósitos pueden alcanzar un espesor de decenas de metros. Las morrenas terminales y laterales son reconocibles a pesar de la erosión reciente y de estar cubiertas de grama.

Al SW del Cerro Garibaldi, la disolución de la caliza, que buza suavemente al SW, ha formado una topografía de karst típica. La acción del agua a lo largo de fracturas y pequeñas fallas ha formado grietas de disolución y sumideros. Las grietas varían entre unos pocos centímetros y varios metros de ancho, y entre unos pocos metros y varios cientos metros de largo. La mayoría está cubierta por material aluvial, pero siempre se observan de 1 a 2 m de profundidad. Los sumideros alcanzan hasta varios centenares de metros de diámetro y llegan a tener hasta 500 m de profundidad.

Drenaje y suministro de agua.—Como el distrito se encuentra al E de la divisoria continental, su drenaje es hacia el Atlántico. Los Ríos Hualgayoc y Pílancones drenan hacia el NE, al Río Llaucan, el que a

su vez desemboca en el Río Marañón, un tributario mayor del Río Amazonas.

Los dos ríos mayores llevan una cantidad moderada de agua durante todo el año; algunos de los ríos tributarios son permanentes y otros llevan agua sólo durante la estación húmeda. La mayor parte del agua es pura conteniendo sólo pequeñas cantidades de carbonato de calcio y material en suspensión. Los ríos que drenan las áreas de Pozos Ricos y Cerro Jesús son ácidos y contienen sulfatos en solución y óxidos de hierro y arcillas en suspensión. Estas aguas contaminan al Río Hualgayoc al E del pueblo. Aunque esta agua no es potable, evidentemente no causa un desgaste excesivo en la planta hidroeléctrica de Hualgayoc y tras su neutralización con cal, es usada en la concentradora de la CEMSA.

Clima y vegetación.—El clima de Hualgayoc es semejante al de cualquier otra parte de los Andes Peruanos, con la estación seca de Abril a Septiembre y la estación húmeda de Octubre a Marzo. Durante la estación seca, en altitudes mayores de 3500 M, los días son templados pero la temperatura de muchas noches baja al punto de congelación o bajo cero. Las temperaturas diurnas son raramente superiores a 21°C. Durante la estación húmeda, los días son más frescos y las noches menos frías. Bajo los 3500 M la temperatura va aumentando progresivamente. Bambamarca, a 2600 M, goza de un clima subtropical.

Los cerros alrededor de Hualgayoc están cubiertos por distintas clases de pastos de los cuales el más común es el Ichu. Algunas laderas y valles muestran arbustos bajos o árboles pequeños, tales como el quinal. Las plantas cultivadas son eucaliptus, papas y alfalfa, pero los campos son pocos y pequeños. El eucaliptus se usa como material de construcción y leña.

En altitudes menores a la de Hualgayoc, la vegetación se va poniendo progresivamente más exuberante. En el cañón del Río Hualgayoc y en las laderas bajo la mina Los Negros, crece una gran variedad de arbustos y árboles pequeños y una caña parecida al bambú.

Trabajos geológicos previos

Por su renombre como productor de plata, Hualgayoc ha sido visitado por muchos geólogos e ingenieros de minas, cuyos informes han sido publicados o se hallan en los archivos de las compañías mineras que operan en el Perú. El único reporte global publicado es el de Málaga Santolalla (1904), quien describe la geología regional y las vetas, al mismo tiempo que la historia de la minería y la producción durante los siglos XVIII y XIX. Más tarde, en la monografía del departamento de Cajamarca, Málaga Santolalla (1906) revisa parte de su informe anterior.

Los informes geológicos cortos son los siguientes. El más antiguo es el Humboldt (1827), quien visitó el distrito en 1802, describiendo

do brevemente la geología y las minas. Raimondi (1902, v.4) da información adicional sobre la geología del distrito. Orton (1874) y Griffith (1898) describen algunas vetas de plata y su geología. Velarde (1908) y Dueñas (1909 y 1913) describen brevemente varias minas, incluyendo su mineralogía. Miller y Singewald (1919) mencionan las minas y la geología del distrito, pero su resumen fué aparentemente tomado de la literatura existente. En 1920, los geólogos e ingenieros de la Northern Perú Mining and Smelting Company hicieron un estudio de las vetas del distrito, incluyendo la geología regional.

Trabajo de campo y agradecimientos

El trabajo de campo en el que se basa el presente informe fué hecho entre Agosto de 1950 y Enero de 1951. El Ing. Dante Brambilla P. fué asignado al proyecto durante la mitad del trabajo y el Sr. Guillermo Abele nos acompañó durante las tres primeras semanas.

Todos los mapas fueron hechos a base del Norte Magnético y luego se corrigieron al Norte Verdadero, que se encuentra 7° al W del Norte Magnético. La desviación magnética fué determinada por la CEMSA. La altitud del Cerro Jesús, punto principal de la línea de base para el levantamiento topográfico, fué establecida por medio de altímetros Wallace y Tiernan, que tienen un alcance de 1700 a 6000 m y una escala graduada cada 5 m. Por la comparación de las lecturas en éstos instrumentos, con elevaciones conocidas, se estima que el error en la altitud determinada para el Cerro Jesús es menor de 50 m.

El mapeo subterráneo se hizo a la escala de 1:500 usándose brújulas Brunton y cintas metálicas de 30 m. Solamente el Socavón Barragán fué mapeado en la escala 1:1000. Los trabajos mineros fueron mapeados al nivel del suelo y la geología fué proyectada a este plano de referencia.

El control para el mapeo superficial se hizo por medio de una triangulación a plancheta y alidada telescópica, a la escala 1:10,000. La mayoría del mapeo geológico fué hecho sobre un juego de fotografías aéreas tipo trimetrogon, cuya escala variaba de 1:13,000 a 1:24,000. El área entre Cerro Jesús y la mina Porcia, de más o menos 1.5 Km² y el área al S y SW de la CEMSA, de cerca de 1 Km², fueron mapeados con plancheta a la escala 1:10,000.

Los datos geológicos de las fotografías se transfirieron al mapa base en la oficina. Los contactos fuera del área de control (fig. 2), pueden encontrarse desplazados de su verdadera posición hasta unos 500 m.

El personal directivo de la CEMSA cooperó entusiastamente durante el trabajo de campo. Deseamos expresar nuestra gratitud al Sr. Gabriel Lanatta, Gerente General, al Ing. Giovanni DeCol, Superintendente de la mina y al Ing. Giuseppe DeCol, Asistente del Superintendente. La

GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO DE HUALGAYOC

compañía nos facilitó planos de la mina San Agustín, un mapa de los denuncios y las vetas de parte del distrito, así como análisis de muestras de varias vetas. El Sr. Ferruccio Carassai, Gerente de la División de Transportes de la CEMSA, prestó su cooperación movilizándolo nuestro equipo dentro y fuera de Hualgayoc y también dando información sobre minas, accidentes geográficos y análisis de minerales de varias vetas. El Sr. Samuel A. Mould, propietario de minas, fué de lo más generoso al permitir que nuestro grupo de campo viviera en su casa de Hualgayoc, haciendo nuestra estadía de lo más placentera. El Sr. Luis Souza nos guió a través de parte del distrito y nos dió mucha información relativa a las minas y a sus historias. El Ing. Eloy Santolalla, dueño de las minas El Dorado y Sinchao y de las plantas Amaro y Pilacones, también nos dió informaciones sobre la producción minera y la historia del distrito. El Sr. Mario Miranda, de larga experiencia en Hualgayoc nos dió información acerca de las minas.

Estamos especialmente agradecidos al Ing. Jorge A. Broggi, Director del entonces Instituto Geológico del Perú, por su ayuda en el trabajo administrativo y sus invaluables sugerencias sobre la geología y trabajo de campo en general. El Sr. Victor Benavides, quien estuvo estudiando la estratigrafía cretácica del N del Perú, durante los años 1951 y 1952, fué amable en mostrarnos la sección de Cajamarca y en darnos información sobre la sección de Hualgayoc. El Sr. Lawson Entwistle, Geólogo Jefe de la Northern Perú Mining and Smelting Company, nos facilitó la información que su compañía había reunido durante los estudios en el decenio de 1920.

Las personas que en Hualgayoc y Cajamarca ayudaron en el trabajo y aquellas que con su gentileza lo hicieron más grato, son demasiado numerosas para enumerarlas separadamente. Aprovechamos la oportunidad para extenderles nuestro sincero agradecimiento.

Una parte de los estudios de laboratorio y la preparación del informe definitivo fueron realizados por el autor decano en la Universidad de Columbia en New York, EE. UU. Estamos agradecidos al Dr. Charles H. Behre por sus muchas sugerencias respecto a las Investigaciones de laboratorio y a la organización del informe. Los Drs. Marshall Kay y Paul F. Kerr leyeron el manuscrito y ofrecieron sugerencias sobre los capítulos que tratan de la geología general. El Dr. Walter H. Bucher revisó los planos y secciones.

Una revisión completa del informe en español fué hecha por el Dr. Frank S. Simons.

GEOLOGIA

Aspectos regionales

Las rocas sedimentarias en la parte S del Departamento de Cajamarca, así como en las serranías de los Departamentos de La Liber-

tad y Ancash, son principalmente cretácicas y abarcan en edad desde el Neocomiano inferior (Valanginiano) hasta el Senoniano superior (Campaniano). El espesor total del Cretácico en Cajamarca es alrededor de 5000 M (V. Benavides comunicación personal). En muchas localidades las rocas del Cretácico Inferior cubren concordantemente a las rocas jurásicas, y en otras localidades están cubiertas por una secuencia de capas rojas conglomeráticas del Cretácico Superior y Terciario. La parte inferior del Cretácico (Valanginiano a Aptiano) está caracterizada por material clástico, areniscas y lutitas con cantidades menores de calizas intercaladas. Las rocas cretácicas superyacentes son principalmente calizas con cantidades variadas de lutitas intercaladas. Las rocas más altas del Cretácico (Campaniano) consisten de unos cientos de metros de capas rojas conglomeráticas, parecidas a las del Terciario.

Ya que la nomenclatura de las rocas cretácicas en el Perú es la misma que la usada en Europa, se presenta como referencia la tabla siguiente:

Cretácico Superior	Senoniano	Daniano
		Maestrichtiano
		Campaniano
		Santoniano
		Coniaciano
		Turoniano
Cretácico Inferior	Neocomiano	Cenomaniano
		Albiano
		Aptiano
		Barremiano
		Hauteriviano
		Valanginiano
		Berriasiano 1/

1/ Steinmann (1939) no incluye el Berriasiano dentro del Cretácico.

Las rocas sedimentarias de esta región han sido deformadas de manera que ahora afloran en amplios anticlinales y sinclinales cuyos ejes tienden hacia el W o al WNW formando así el modelo estructural típico del Departamento de La Libertad. En los Andes Peruanos del Sur, el plegamiento es más complejo y los ejes de los pliegues tienen una dirección más hacia el N. El monoclinial que se muestra en el mapa geológico de Hualgayoc (fig. 2) tiene una mayor tendencia hacia el N de la que caracteriza a los pliegues de la parte S de Cajamarca. Los rumbos de las calizas que afloran en el borde S del mapa son más indicativos de la estructura regional.

En toda la parte central de los Andes Septentrionales Peruanos las fallas abundan, pero son menos conspicuas que los pliegues. En esta región son numerosas las fallas de alto ángulo y pequeño desplazamiento. Las fallas inversas de bajo ángulo, que evidentemente han tenido muy poca influencia en el desarrollo tectónico de la zona, son más raras. La mayoría de las fallas de alto ángulo tienen desplazamientos de unos pocos metros a decenas de metros, siendo muy raras aquellas con desplazamientos de varios cientos a mil metros. Las fallas pequeñas son económicamente importantes, ya que son ellas las que comunmente se encuentran mineralizadas en los distritos mineros.

En muchos lugares de la parte S de Cajamarca, los sedimentos plegados han sido intruidos por rocas ígneas y cubiertos por abundantes derrames volcánicos o tufos. Los cuerpos intrusivos son principalmente, de composición granodiorítica a diorítica y tienden a ser de textura porfirítica. La mayor parte de los cuerpos intrusivos son pequeños y ocurren como sills, dikes y stocks. Las grandes masas batolíticas parecen estar restringidas a las regiones de la costa y a lo largo del Río Marañón. El cuerpo intrusivo que aflora en la parte NW del distrito de Hualgayoc (fig. 2) se extiende varios kilómetros hacia el N y W, siendo uno de los más grandes que se pudieron ver en la parte S de Cajamarca. Los derrames volcánicos y tufos son generalmente de composición andesítica, pero en algunos lugares son riolíticos o dacíticos. Extensos derrames y tufos se pueden ver a lo largo de la carretera Hualgayoc-Cajamarca, desde 10 Km al S de Hualgayoc hasta muy cerca de Cajamarca, y también en la vecindad de Bambamarca.

Estratigrafía

Rasgos generales.—Hasta el reciente trabajo de Benavides (1956), las relaciones estratigráficas de las rocas cretácicas en el Perú septentrional, no estaban muy bien determinadas. Los otros trabajos publicados sobre la estratigrafía de la parte Norte del Perú, han sido estudios locales o estudios muy generalizados tales como el de Stappenbeck (1929) y Steinmann (1930), en los que se cometieron algunos errores debido a los complejos cambios litológicos de las rocas cretácicas. El trabajo de Be-

navides da la idea regional más completa hasta ahora disponible de la secuencia de Cretácico en el Perú septentrional.

Una de las secciones más completas y mejor expuestas del Cretácico de Cajamarca, se encuentra cerca de los Baños del Inca, ubicados aproximadamente a 6 Km al E de la ciudad de Cajamarca. Esta secuencia ha sido usada por Benavides como la sección tipo del Departamento de Cajamarca. Durante el año 1951 el autor decano escuvo dos días revisando esta sección. Benavides también midió una sección del Cretácico en el distrito de Hualgayoc que se extiende hacia el SE hasta cerca de Celendín. Esta medición comenzó en el Río Hualgayoc al N de la planta de la CEMSA, y siguió por el acantilado meridional del cañón, dirigiéndose hacia el S por el Paso Yanacancha. Aunque complicada por los sills del cañón del Río Hualgayoc, esta sección es comparable en potencia y litología a la otra medida en Cajamarca.

En la sección de Cajamarca, Benavides midió un total de 5000 m de rocas cretácicas que abarcan desde el Barremiano hasta el Coniaciano. Aproximadamente, el tercio inferior de la sección contiene predominante material terrígeno y las dos terceras partes superiores son de calizas con lutitas interestratificadas. Benavides divide las rocas cretácicas del Perú septentrional en varias formaciones; algunas de ellas reciben nombres nuevos, mientras que otras retienen sus antiguos nombres pero con sus límites redefinidos. A fin de evitar una mayor confusión en lo que se refiere a la nomenclatura usada en el presente informe, las rocas cretácicas serán designadas solamente por sus edades en lugar de los nuevos o antiguos nombres. No obstante que varias de las unidades descritas por Benavides pueden ser reconocidas en el distrito de Hualgayoc, las diferencias litológicas son tales que se necesita un íntimo conocimiento de la estratigrafía y paleontología para diferenciarlas. El mapa geológico (fig. 2) muestra solamente las dos mayores secuencias, la de areniscas y lutitas inferiores y la de calizas superiores. Las rocas en el área mapeada abarcan en edad del Aptiano al Turoniano.

Areniscas y lutitas del Aptiano.— Las rocas sedimentarias más antiguas del distrito están expuestas en el cañón del Río Hualgayoc y en los barrancos sobre la mina San Agustín, consistiendo en areniscas, lutitas y lodolitas, interestratificadas con unos pocos estratos delgados de calizas impuras o lutitas calcáreas. La base de esta secuencia no está expuesta; el contacto superior fué mapeado en el piso de un banco de calizas masivas. Juzgando por el trabajo de Benavides, el contacto superior tal como fué trazado, está arriba del techo del Aptiano, y por lo tanto, incluye una pequeña potencia de rocas albianas. Sin embargo, las rocas albianas basales consisten de lutitas con menor cantidad de calizas y areniscas y no podrían ser diferenciadas en Hualgayoc. En Cajamarca, esta unidad basal tiene una potencia de 100 m.

La parte inferior de la secuencia consiste en areniscas cuarcíticas de color gris claro con pequeñas cantidades de lutitas y limolitas negras, grises y marrón claro; este miembro arenoso pasa gradualmente hacia arriba a estratos que consisten principalmente de lutitas y limolitas. Las capas de los diferentes tipos de roca, varían desde pocos milímetros hasta varios metros de potencia. El color de estas rocas también varía; en la superficie son de color blanco, gris, rojizo o amarillento, mientras que en las labores subterráneas, como en el Socavón de Biasio, las areniscas y limonitas son predominantemente grises y amarillo oscuro y las lutitas van del gris al negro. En el cañón del Río Hualgayoc las rocas sedimentarias han sido alteradas en los contactos con los sills, siendo difícil diferenciarlas de las rocas ígneas.

En Cajamarca, el Aptiano está representado por areniscas masivas de cerca de 400 m de potencia, cubiertas con unos 150 m de lutitas con algunas interestratificaciones de areniscas. En contraste, en Hualgayoc solamente afloran menos de 150 m de areniscas masivas estando cubiertas por unos 130 m de lutitas. En Hualgayoc no se hallaron fósiles en las rocas aptianas. Benavides encontró que en muchos lugares del Departamento de Cajamarca, las rocas del Cretácico Inferior contienen solamente restos mal preservados de plantas fósiles.

Calizas del Albiano, Cenomaniano y Turoniano.— Suprayacente a la secuencia de lutitas y areniscas, existe una potente serie de calizas con lutitas interestratificadas; la parte inferior de esta secuencia tiende a ser arcillosa con sólo capas delgadas de caliza, mientras que la parte superior es una caliza masiva pura. Los estratos de caliza varían en espesor desde unos pocos centímetros hasta cerca de un metro, y los de lutitas desde unos milímetros hasta 50 cm. Sin embargo hay lugares en que las lutitas calcáreas o calizas arcillosas alcanzan espesores de pocos metros hasta decenas de metros. Según se observa en la figura 2, las rocas sedimentarias más comunes de la región son las calizas, cuya potencia expuesta en el área mapeada es de cerca de 1700 m.

Las calizas son de grano fino y en algunos lugares son de tipo litográfico. El color es típicamente gris o gris azulado, aunque algunas veces son de color amarillo oscuro o negro. Las capas más masivas intemperizan en un color gris claro y afloran en escalones, mientras que las interestratificaciones de lutitas y calizas arcillosas, que son de color gris a negro, afloran raramente debido a que se desintegran fácilmente formando suelos que se cubren de vegetación. La topografía típica de los terrenos de calizas se muestra en la figura 3.

Las lutitas y calizas arcillosas de la parte inferior de esta secuencia que se exponen a lo largo del camino Hualgayoc-Bambamarca justo al NW de la CEMSA, han producido un buen número de fósiles identificables. Ralph W. Imlay, del U. S. Geological Survey, ha identificado los siguientes:



Figura 3

Vista panorámica de la región de Cerro Colorado al SW de Hualgayoc. La carretera Hualgayoc-Cajamarca se extiende diagonalmente a través de la fotografía; el Paso Coymolache queda inmediatamente a la derecha fuera de la fotografía. Kca. - caliza; Td - pórfido cuarzo-diorítico.

GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO DE HUALGAYOC

Knemiceras aff. *K. raimondi* (Lissón)
Knemiceras sp.
Lyelliceras pseudoeyelli (Parona y Bonarelli)
Pecten (*Neithea*) sp.
Protocardia sp.
cf. *Paphia peruana* Richards
Enallaster texanus Roemer

Además, cabe señalar los siguientes hechos relativos a estos fósiles. Imlay estableció que *Knemiceras* es característico del albioano aunque también ha sido encontrado en el apuiano del Perú. *Lyelliceras* es conocido de fines del Albiano inferior y del principio del Albiano medio; *Neithea* es rara encima del Cretácico inferior. *Enallaster texanus*, está confinado a los grupos Fredericksburg y Washita de Edad Comanche (Albiano).

Otros fósiles recolectados en las calizas y lutitas, más altas en la secuencia, fueron identificados por Imlay como sigue:

1. Localidad a 1 Km al SE de Amaro, parte inferior de secuencia de calizas:

Oxytropidoceras sp.
Exogyra cf. *E. aquilla* (Brogniart)

2. Varias localidades a lo largo de la carretera entre Hualgayoc y Coymolache:

Nerinea sp.
Exogyra ? sp.
Exogyra olisiponensis Sharp

3. Localidad en Paso Coymolache:

Exogyra africana (Coquand)
Exogyra olisiponensis Sharp
Trigonia sp.
Nucula ? sp.
Cyprimeria sp.
"Mactra" sp.

4. Localidad cerca de la carretera a 1 Km al W del Paso Coymolache:

Exogyra africana (Coquand)
Exogyra veissi Steinmann (Paulcke)
Exogyra cf. *E. olisiponensis* Sharp

5. Localidad en un corte de carretera, a más o menos 2 Km al W del paso Coymolache:

Exogyra sp.
Fluventia ? cf. *F. ovalis* (Sowerby)
"Mactra" sp.
Ostrea sp.

Los equinoideos provenientes de esta localidad fueron identificados por C. Wythe Cooke como sigue:

Tetragrama sp. cf. *T. variolare* (Brogniart)
Heterodiadema sp.

Al describir estos fósiles Imlay dijo que *Oxytropidoceras* se conoce solamente en el Albiano medio, mientras que los otros fósiles corresponden al Cenomaniano y Turoniano inferior ya que se presentan junto con *Exogyra africana* y *Exogyra olisiponensis*. También estableció que la ocurrencia más común de ambas especies de *Exogyra* es en el Cenomaniano, pero que también hay algunas ocurrencias auténticas en el Turoniano basal. Cooke estableció que *Tetragrama variolare* pertenece al Cenomaniano de Europa, mientras que el género *Heterodiadema* ha sido descrito desde el Cenomaniano al Turoniano.

El paso Coymolache fué la parte más alta de esta secuencia fosilífera. En las rocas suprayacentes no se encontraron fósiles diagnósticos, pero una comparación con la sección de Cajamarca indica que en su mayor parte, es de edad turoniana. Esta secuencia comprende los varios cientos de metros de caliza que se muestran en el mapa.

En la sección de Cajamarca, medida por Benavides, se encuentran 2300 m de calizas arcillosas de edad albiana, cenomaniana y turoniana. En detalle esta secuencia es como sigue: Albiano, 1300 m de caliza con lutitas interestratificadas, fósiles típicos como *Knemiceras*, *Oxytropidoceras* y *Exogyra africana*; Cenomaniano, 300 m de caliza de estratificación irregular, con *Exogyra* cf. *ponderosa* y *Exogyra africana*; y Turoniano, 700 m de caliza pura, de estratificación más gruesa, caracterizada por *Coilopoceras*. Suprayacentes a esta secuencia también en Cajamarca, hay 1500 m de caliza gris oscuro con capas de lutita, que contienen fósiles diagnósticos de rocas cretácicas jóvenes.

Sedimentos del Terciario y Cuaternario.—Los sedimentos del Terciario no fueron identificados en el distrito de Hualgayoc. Benavides dice que las capas rojas conglomeráticas expuestas a lo largo de la carretera Hualgayoc-Bambamarca, desde 1 ó 2 Km al NE de la CEMSA hasta Bambamarca, representan al Cretácico Superior y al Terciario. Estas rocas tienen varios cientos de metros de espesor.

En el distrito de Hualgayoc, los pisos de los valles principales están cubiertos por gruesos depósitos de material morrénico del Pleistoceno. Los restos de las morrenas laterales se pueden reconocer en algunas laderas mientras que los pequeños segmentos de morrenas terminales o recessionales se reconocen dentro de los valles. Las morrenas consisten en fragmentos inconsolidados de caliza, pórfidos, arena y arcilla. Los fragmentos de roca varían en tamaño desde pequeños guijarros hasta rodados de 2 ó 3 m de diámetro. Unos pocos rodados muestran facetas distinguibles.

Las corrientes de agua han estado erosionando esta área desde tiempos pleistocénicos, de modo que el aluvial reciente está restringido a los pequeños depósitos a lo largo de los ríos principales y a las cuencas de drenaje de la puna. Los pantanos de esta puna han sido también sitios de acumulación de lodos y arenas desde el Pleistoceno.

Rocas ígneas

Las rocas ígneas ocurren en stocks, bosses, sills y dikes, que tienen una gran variedad de forma y tamaño. Las rocas efusivas parecen estar ausentes de la zona mapeada. Derrames de andesita y tufos cubren extensas áreas más al S, hacia Cajamarca. Los stocks, que son los cuerpos intrusivos más extensos expuestos en la zona mapeada (fig. 2), tienen afloramientos de varios kilómetros cuadrados.

Los bosses, pequeñas intrusiones en forma de tapón, alcanzan un diámetro hasta de 300 m. Los dikes varían desde 50 cm a 10 m de potencia y de 50 m a 400 m de largo. Los sills, con potencias que varían desde unos pocos metros hasta cerca de 600 m, pueden ser seguidos en la superficie hasta por 2 Km.

Las rocas ígneas son en su mayoría porfíricas, con matriz que varía de grano fino a microcristalina; en textura y mineralogía varían entre pórfido granodiorítico y pórfido diorítico. Basándose en la composición de los fenocristales de feldespato, varios especímenes han sido clasificados como pórfido monzonítico. Especímenes de uno o dos sills del cañón del Río Hualgayoc y del Cerro Las Gordas, tienen matriz criptocristalina y fueron clasificados como latitas de cuarzo. En conjunto los cuerpos ígneos no son uniformes en composición ni en textura, y los contactos entre los diferentes tipos de rocas no son reconocibles en el campo. Parece que los distintos tipos de rocas pasan gradualmente de unos a otros, siendo probable que representen variaciones en la composición magmática y no intrusiones de materiales diferentes.

Gran parte de la roca ígnea ha sido alterada por soluciones hidrotermales. Las características de textura aun se pueden distinguir, pero sólo permanecen pocos minerales originales por lo que la composición se puede deducir únicamente por comparación con rocas menos alteradas. Las rocas más alteradas consisten de una matriz de cuarzo granular secundario y sericita, sembrada de fenocristales de cuarzo y de masas angulares de cristales felpados de sericita, formados durante la alteración del feldespato.

El stock de Cerro Jesús.— El stock que comprende los cerros Jesús, Hualgayoc y San José es estructuralmente el más complejo del distrito, pues presenta varias protuberancias irregulares y además ha sido severamente fallado, cizallado y fracturado. La masa principal tiene una longitud de unos 4.5 Km y un ancho de 1 a 2 Km. La mayoría de los contactos con las calizas vecinas están cubiertos. Al

N del Cerro Hualgayoc y a lo largo del lado W del stock, las calizas parecen estar esencialmente verticales. Hay fallas que se extienden a lo largo de parte del contacto S, buzando ya sea verticalmente o muy empinadas hacia el N o el S, pero las partes no falladas de este contacto son esencialmente verticales. El contacto E está complicado por los sills casi horizontales, que fueron instruidos en los sedimentos al N y S del Río Hualgayoc. Un potente sill que se extiende hacia el NW del Pago Yanacancha podría estar conectado con el cuerpo intrusivo principal debajo del manto aluvial de la Quebrada La Pastora.

La masa intrusiva principal que está expuesta en el Cerro Jesús y en los Socavones Real y Barragán, es de color blanco, pardo amarillento o gris y de textura porfirítica. Toda la roca ha sido alterada por soluciones hidrotermales, resultando que los minerales ferromagnesianos han sido disueltos, los feldespatos alterados a sericita o arcilla y la matriz silicificada y sericitizada o kaolinizada. Al microscopio, la roca consiste de casi 90% de sericita, arcilla y cuarzo secundario y 10% de fenocristales de cuarzo. Una fuerte proporción de la roca es porosa, mostrando cavidades angulares teñidas por soluciones de hierro; granos de piritita diseminados son bastante comunes. Muchos fenocristales de cuarzo están corroídos y tienen halos de cuarzo de grano fino. Los moldes de los fenocristales de feldespatos han sido preservados y rellenos con una sustancia blanca que parece arcillosa, pero al microscopio revela ser una masa felposa de cristales de sericita.

Dos especímenes provenientes de Cerro Jesús, mostraban fenocristales de ortoclasa, oligoclasa, cuarzo y biotita en una masa microcristalina. Uno de ellos contenía una apreciable cantidad de minerales de alteración como clorita, calcita y epidoto. Un espécimen moderadamente fresco de la mina Segunda Rebelde, en el Cerro San José, contenía casi 80% de andesina con cantidades menores de ortoclasa.

Basándose en el tipo de feldespatos de las rocas más frescas y en la comparación con otras rocas intrusivas del distrito, se estima que el intrusivo del Cerro Jesús es un pórfido granodiorítico, llegando en ciertos lugares a monzonita y en otros a latita de cuarzo.

Sills en el cañón del Río Hualgayoc.— En el cañón del Río Hualgayoc, afloran siete sills, que varían en potencia desde unos pocos metros hasta 25 m (fig. 4). Como grandes tramos del área están cubiertos por suelo y fragmentos de rocas, es posible la existencia de otros sills que no fueran vistos durante el mapeo. Los sills que se muestran en el plano (fig. 2) están sólo aproximadamente localizados, ya que las paredes verticales del cañón hicieron difícil el mapeo sobre las fotografías aéreas oblicuas que cubren el área. El espesor de los sills es por tanto sólo aproximado. El sill sobre la mina California contiene una o dos hileras de caliza, que no se muestran en el mapa, siendo posible que otros sills contengan también remanentes de rocas sedimenta-



Figura 4

Pared S del cañón del Río Hualgayoc, mostrando la posición de los sills de pórfido. Se ve también la carretera Hualgayoc-Bambamarca, en la parte baja; las edificaciones de la mina El Dorado, al centro; la cancha de la mina Fraternidad, en la base del sill encima de El Dorado; y, la cancha de la mina Nueva California, en la base del mismo sill pero más a la derecha de la fotografía. Los contactos aparecen en línea de elementos donde están localizados sólo con aproximación. Klu - lutita; Kc - caliza; Td - pórfido.

rias. La unión de los sills con la masa intrusiva principal puede ser vista sólo en dos o tres casos pero las otras uniones pueden ser inferidas.

Los afloramientos de los sills se extienden hacia el NE a lo largo de las paredes del cañón, doblando bruscamente a su salida, para extenderse a lo largo de las fuertes escarpas que existen sobre las minas San Agustín y Los Negros. La mayoría de los sills buzan al SW, paralelamente a la estratificación del lado SW del anticlinal.

De los muchos especímenes recogidos de los sills, tanto en la superficie como en las labores mineras, sólo dos mostraron parte de los minerales originales. Uno de estos especímenes, proveniente de Los Negros, contiene unos cuantos fenocristales de ortoclasa, oligoclasa y cuarzo en una matriz de cuarzo secundario, epidoto, sericita, serpentina y cal-

cita. El otro, proveniente del socavón de la mina California, consiste principalmente de pequeños listones de ortoclasa y andesina. Parte de la andesina muestra zoneamiento, además de haber sido parcialmente alterada a epidoto.

En la roca mayormente alterada se observa una textura porfírica con una matriz de grano fino o microcristalina. Las masas angulares de cristales de sericita indican la presencia anterior de fenocristales de feldespato (fig. 5). La matriz consiste de cuarzo de grano fino y

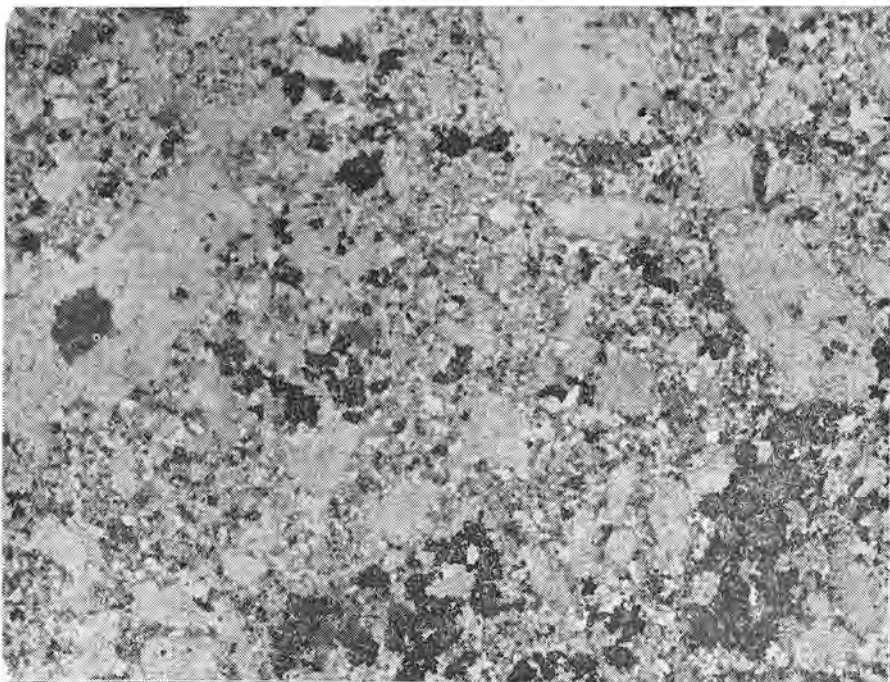


Figura 5

Microfotografía de pórfido sericitizado proveniente del gran sill de la mina Los Negros; nótense los contornos angulares de los fenocristales de feldespato y los interiores nebulosos que consisten de pequeños cristales de sericita. $\times 14$, nicols cruzados.

sericita. Durante la alteración también se formó calcita, epidoto y serpentina. En uno o dos ejemplares los cristales alargados de sericita y los parches de calcita formados por la alteración de los fenocristales de feldespato, están orientadas microscópicamente de tal modo, que sugieren la macla de albita en luz polarizada.

GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO DE HUALGAYOC

La textura y la composición de los feldespatos de los especímenes más frescos, sugiere que las rocas de los sills son similares a las de la intrusión principal.

Paso Yanacancha.— El intrusivo en forma de sill que se extiende al NW del Paso Yanacancha tiene un afloramiento de casi 2 Km de largo y un ancho máximo de unos 550 m. El contacto S es concordante con las calizas suprayacentes, las que tienen un rumbo de N 75° W y 25°-35° S. El contacto N es también concordante aunque localmente cruza a través de las capas. El extremo SE del cuerpo está cortado por una falla, y el extremo NW desaparece bajo el aluvión de la quebrada La Pastora.

A base del estudio de secciones delgadas, la roca de este intrusivo se puede clasificar como pórfido cuarzo-diorítico. Este consiste de plagioclasa $Ab_{50} An_{50}$ o sea intermedia entre andesina y labradorita, y cantidades menores de cuarzo, hornblenda, apatita y magnetita. Los fenocristales grandes de andesina muestran zoneamiento. La hornblenda está en gran parte alterada a clorita y calcita.

Stock de la región de Tingo.— Las rocas intrusivas al N y W de Tingo están separadas por lenguas de caliza pero siguiendo más hacia el N, se unen para formar una gran masa que se extiende 1 ó 2 Km al N del área mapeada y varios kilómetros al W. Los contactos de estos cuerpos están en gran parte cubiertos, pero donde se pueden ver, aparecen casi verticales; el hecho que los contactos cubiertos sigan directamente a través de los valles y crestas, indican que también son casi verticales.

El stock directamente al N de Tingo, que se muestra en el mapa, tiene una longitud de 3 Km y un ancho de 2 Km. Está bordeado al S y al E por calizas; un remanente de caliza de 40 a 1300 m de ancho, lo separa de la otra intrusión al W. En la parte N del área mapeada este intrusivo contiene un remanente irregular de caliza de 100 a 350 m de ancho y de más de 1 Km de largo.

Los especímenes de rocas frescas estudiados al microscopio fueron clasificados como pórfido cuarzo-diorítico. El material es típicamente porfirítico con una matriz de grano fino. Consiste principalmente de plagioclasa con muchos fenocristales zoneados, que varían desde $Ab_{68} An_{32}$ hasta $Ab_{50} An_{50}$. Muchos de los fenocristales de cuarzo que forman del 2 al 10% de la roca, están corroídos. Otros especímenes también contienen cantidades menores de ortosa, biotita u hornblenda y granos diseminados de piritita.

Casi toda la roca está algo alterada, mostrando mayor alteración cerca de las vetas al N de Tingo. En la roca menos alterada, la biotita ha sido reemplazada en parte por clorita y muscovita; los fenocristales de feldespato contienen virutillas de sericita. En la roca más alterada los fenocristales de feldespato se han convertido en sericita, epidoto

y calcita y los minerales ferromagnesianos en clorita y muscovita. La matriz consiste principalmente de cuarzo granular y sericita. Las cavidades dejadas por los minerales ferromagnesianos y las grietas de clivaje de los feldespatos están teñidas con hematita.

Dos muestras de la roca intrusiva del Cerro Las Gordas, han sido identificadas como latitas de cuarzo porfiríticas. Tienen matriz criptocrystalina o vitrea y contienen fenocristales de oligoclasa, ortoclasa, cuarzo y biotita.

Región de Cerro Colorado.— En la región de Cerro Colorado se encuentra una intrusión lenticular de unos 4.1 Km de longitud y 900 m de ancho (fig. 3). Un sill, que aflora en forma de codo se desprende del lado de este cuerpo y cruza la divisoria en el Paso Coymolache. El afloramiento de este apéndice tiene una longitud de alrededor de 1.8 Km y un ancho máximo de casi 250 m. A lo largo del lado S de la intrusión principal existen dos dikes, que alcanzan una longitud de 300 m y un ancho de 5 a 10 m, y un boss de 30 a 120 m de ancho y 500 m de largo, que conecta con la intrusión. También en el lado S existe un boss aislado, de unos 250 m de largo y 120 m de ancho. Cerca del extremo E de la masa principal aflora otro dike, de 50 a 100 m de ancho y de unos 100 m de largo, que fué intruido a lo largo de una falla que desplaza el contacto S de la intrusión principal. Este dike fué roto más tarde por dos fallas de estratificación.

El contacto S del cuerpo principal es casi recto y paralelo a la caliza suprayacente, la que tiene un rumbo N 80° W y buza 35°-45° S. A lo largo de este contacto la intrusión tiene un borde congelado de varios centímetros de espesor. El contacto N es menos regular y aunque está mayormente cubierto, parece buzar de modo semejante al contacto S. Durante la intrusión, la caliza fué distorsionada a lo largo del contacto N, por lo que parece que el intrusivo corta a través de los planos de tratificación. Entre el extremo W del cuerpo y la apófosis mencionada el contacto es esencialmente vertical y corta a las capas de caliza formando ángulos agudos.

El sill en forma de codo está expuesto a lo largo de una ladera que se extiende desde el cuerpo principal hasta el Paso Coymolache. El contacto S de esta intrusión es concordante con las capas que tienen un rumbo E-W y un buzamiento de 20°-25° S. En el contacto N tiene el mismo rumbo, pero parece buzar algo más, pues en un lugar llega a ser casi vertical.

Las rocas ígneas de esta región están, por lo general, menos alteradas que las de otras intrusiones del distrito, pero lo que pueden ser identificadas al microscopio con mayor precisión a base del contenido mineralógico y la textura. Especímenes de la intrusión principal fueron identificadas como pórfido diorítico, aunque uno o dos resultan

ser pórfido cuarzo-diorítico. Los especímenes del sill en forma de codo se identificaron como pórfido diorítico.

El pórfido cuarzo-diorítico consiste principalmente de fenocristales de feldespato sobre una matriz de grano fino o microcristalina (fig. 6). Los principales minerales son andesina-labradorita, con com-

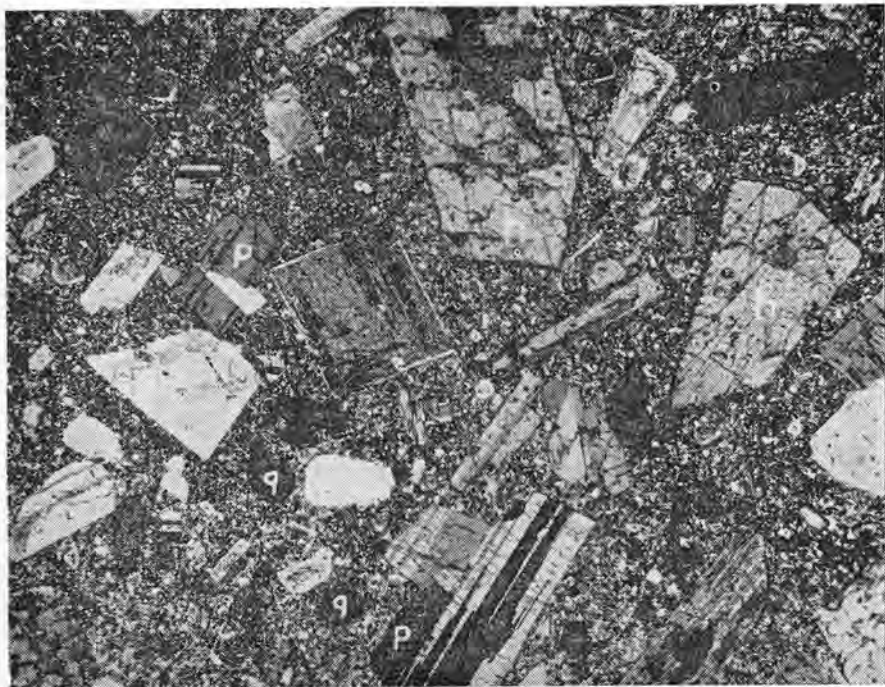


Figura 6

Microfotografía de pórfido cuarzo-diorítico fresco proveniente del centro del gran intrusivo de la región de Cerro Colorado, mostrando su textura profirítica típica; nótese los granos de cuarzo corroídos. p - plagioclasa; h - hornblenda; c - cuarzo. x14, nicoles cruzados.

posición que varía de $Ab_{55} An_{45}$ a $Ab_{40} An_{60}$ y hornblenda, con cantidades menores de cuarzo, biotita, apatita, magnetita y zircón. Muchos de los fenocristales de plagioclasa se presentan zoneados. Las rocas que muestran cuarzo primario en cantidades mayores del 5% fueron clasificadas como pórfidos cuarzo-dioríticos. Algunos especímenes muestran fenocristales de cuarzo corroídos. Parte de la roca fué alterada por la introducción de cuarzo de grano fino en la matriz y por la formación de calcita y epidoto a partir de los feldespatos.

GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO DE HUALGAYOC

ser pórfido cuarzo-diorítico. Los especímenes del sill en forma de codo se identificaron como pórfido diorítico.

El pórfido cuarzo-diorítico consiste principalmente de fenocristales de feldespato sobre una matriz de grano fino o microcristalina (fig. 6). Los principales minerales son andesina-labradorita, con com-



Figura 6

Microfotografía de pórfido cuarzo-diorítico fresco proveniente del centro del gran intrusivo de la región de Cerro Colorado, mostrando su textura profirítica típica; nótese los granos de cuarzo corroídos. p-plagioclasa; h-hornblenda; c-cuarzo. x14, nicoles cruzados.

posición que varía de $Ab_{55} An_{45}$ a $Ab_{40} An_{60}$ y hornblenda, con cantidades menores de cuarzo, biotita, apatita, magnetita y zircón. Muchos de los fenocristales de plagioclasa se presentan zoneados. Las rocas que muestran cuarzo primario en cantidades mayores del 5% fueron clasificadas como pórfidos cuarzo-dioríticos. Algunos especímenes muestran fenocristales de cuarzo corroídos. Parte de la roca fué alterada por la introducción de cuarzo de grano fino en la matriz y por la formación de calcita y epidoto a partir de los feldespatos.

Los stocks de Cerro Corona y la región al Sur de Tingo y Hualgayoc.—Durante el mapeo de campo el cuerpo en forma de stock que aflora en Cerro Corona, así como también los cuerpos cuarzosos y porosos que están expuestos a 200 m al SE de Tingo y a 300 m al S de Hualgayoc, respectivamente, fueron identificados como una caliza silicificada que primero habría sufrido metamorfismo de contacto, siendo después alterada por aguas superficiales resultando así una roca porosa compuesta de cuarzo granular y limonita. Sin embargo, comparaciones posteriores a base de especímenes y secciones delgadas de estas rocas, con aquellas proveniente de las anchas zonas mineralizadas y silicificadas del Cerro San Lorenzo, han demostrado que las rocas del Cerro Corona y de las otras dos localidades nombradas, son probablemente de origen ígneo. A causa de su carácter litológico distinto, estas rocas aparecen en el plano geológico (fig. 2) con un símbolo especial.

El cuerpo del Cerro Corona tiene un afloramiento casi redondo de más o menos 800 m de diámetro. Una apófisis en forma de brazo, de unos 500 m de largo, se extiende al SE paralelamente a la estratificación de las capas circunvecinas. Los contactos de la roca silicificada con las calizas encajonantes parecen ser bien definidos en los pocos lugares donde se pueden ver. Alrededor del cuerpo hay una zona de caliza blanqueada, recristalizada y silicatada, con un ancho que varía desde unos cuantos metros hasta 100 m. Esta zona de alteración es en muchos aspectos similar a las aureolas de contacto que se encuentran alrededor de los otros intrusivos del distrito.

La roca del intrusivo ha sido intensamente fracturada, silicificada y luego intemperizada hasta formar una roca porosa que consiste, casi enteramente, de cuarzo granular y óxido de hierro. La superficie de esta masa intemperizada se presenta carcomida y consiste de un óxido de hierro blando y poroso de color amarillento a pardo oscuro, cortado por un reticulado de vetillas de cuarzo, y de masas irregulares de cuarzo granular, menos poroso, de color gris claro. A la distancia este cuerpo de roca tiene un color pardo oscuro, pero viéndolo de cerca se observa que las vetillas de cuarzo masivo y las masas irregulares de cuarzo granular intemperizan a un color gris claro, y resaltan en relieve, mientras que el material más blando forma cavidades manchadas superficialmente de un color pardo oscuro. La textura resultante se parece a un boxwork muy abierto, aunque localmente el intemperismo ha producido una masa esponjosa, teñida con óxido de hierro, siendo así más típicos, el color y la textura, de los sombreros de hierro.

Bajo el microscopio la textura típica del cuarzo granular y masivo es un mosaico con muchas cavidades y vetillas irregulares rellenas con limonita. Otros materiales parecen estar ausentes y la textura original de la roca ha sido completamente destruida. Considerando que todos los demás intrusivos del distrito son pórfidos, y como se cree que todos son aproximadamente de la misma edad y que están conectados con una

GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO DE HUALGAYOC

masa grande que yace debajo de todo el distrito, se puede inferir que la roca original de Cerro Corona también era un pórfido.

Otras intrusiones.— Además de las intrusiones descritas existen también otros pequeños sills, dikes y bosses. Al S de Amaro afloran tres pequeños sills, constituidos por fenocristales de ortoclasa, oligoclasa, cuarzo y biotita en una matriz micro-cristalina, identificados como latita cuarcífera. El pequeño dike, que se muestra en la carretera al S del Cerro Las Gordas es también de latita cuarcífera, consistiendo de fenocristales de ortoclasa, oligoclasa, cuarzo y hornblenda en una matriz microcristalina a vítrea. El boss al W de la mina Predileta, de unos 300 m de largo y 175 m de ancho máximo es porfirítico, similar al intrusivo de Cerro Jesús. En el lado NE del cerro Corona aparece un sill o dike, bastante complejo y muy alterado, que en especímenes de mano se parece también a la roca del Cerro Jesús. Este intrusivo tiene unos 400 m de largo y un ancho máximo de 20 m.

Al SE de CEMSA (fig. 2) existe un cuerpo intrusivo grande en forma de gancho, que es a veces concordante y otras veces discordante con las calizas intruídas. Así se tiene que los contactos con rumbo E-W son paralelos a las calizas circunvecinas que buzan hacia el N, mientras que los contactos que limitan los lados E y W del gancho cortan través de las capas. El lado W de cuerpo está cortado por una falla. La roca es porfirítica y está fuertemente alterada, pero en muestras de mano se parece a la roca de los sills del cañón de río Hualgayoc.

Las otras pequeñas intrusiones expuestas al S de CEMSA, también están alteradas y en especímenes de mano se parecen a las rocas de los sills.

En el socavón De Biasio se expone un sill porfirítico y con matriz microcristalina de unos 2 m de potencia. La roca está alterada y consiste ahora de cuarzo granular y un talco verde microcristalino que ha reemplazado a los fenocristales de feldespato.

Estructura

Las rocas sedimentarias han sido algo plegadas y también rotas por fallas de poco desplazamiento o por facturas y disyunciones. Las rocas ígneas también han sido falladas y cizalladas y cruzadas de disyunciones. El emplazamiento de estas últimas depende en parte de las estructuras de las rocas sedimentarias. En algunos lugares los cuerpos ígneos muestran una lineación primaria de sus minerales prismáticos, como feldespato y hornblenda.

Plegues.— El pliegue más prominente expuesto en el área mapeada, es el anticlinal cuyo eje pasa al SW de la CEMSA y que está cortado por el intrusivo de la mina de Los Negros, para luego reaparecer cerca a Pílancones. Este pliegue es asimétrico y casi monoclinal, con bu-

zamientos de 2° a 10° en el flanco SW y de 40° a 45° en el flanco NE. El plano axial tiene un rumbo N 40° - 60° W y buza fuertemente hacia el SW.

En la mayor parte del área mapeada al W de este eje anticlinal, las capas buzan hacia el S con ángulos de 10° a 45° . Localmente las capas están contorsionadas a lo largo de las fallas o cerca de las intrusiones y buzan al N. Un sinclinal y un anticlinal pequeños, cerca de la mina Mechero, tienen flancos que buzan de 10° a 70° . Además, observando el buzamiento de las capas, tal como aparecen en el mapa, se puede inferir la presencia de varios anticlinales y sinclinales, que por no ser visibles en el campo no se han representado.

La relación entre la intrusión de las rocas ígneas y el plegamiento de las rocas sedimentarias no está clara. Algunos sills fueron controlados por las estructuras sedimentarias originales, pero el control estructural de stocks y bosses no es evidente.

Fallas y disyunciones.— Las fallas que se representan en el mapa (fig. 2) forman dos sistemas diferentes. El primero tiene un rumbo N 25° - 35° W y buza verticalmente, no está mineralizado y se encuentra principalmente en las rocas sedimentarias. Las fallas del segundo sistema tienen un rumbo esencialmente al E y buzan fuertemente al N, o son verticales; este sistema está mineralizado y ocurre comúnmente en las rocas intrusivas. Las fallas que se muestran en el mapa sin indicar el buzamiento son esencialmente verticales. Los desplazamientos estratigráficos alcanzan desde alrededor de un metro a más de 100 m. Las fallas mapeadas tienen afloramientos que varían entre unos 300 m y 3 Km de largo. Los desplazamientos a lo largo de cada falla también varían; en algunos casos llegan a unos pocos centímetros y en otros a varias decenas de metros.

Los dikes que aparecen al lado S de la intrusión lenticular de Coymolache, fueron emplazados a lo largo de fallas, siendo posible también que parte de los sills de la región fueran localizados a lo largo de fallas de estratificación. Por otro lado, no existe una relación aparente entre las fallas y la intrusión de los cuerpos ígneos mayores.

Muchas de las vetas de la región contienen panizo y brecha, compuesta de fragmentos de caja, indicando así que las estructuras donde se emplazaron las vetas fueron fallas. La mayor parte de las vetas se encuentran en rocas ígneas y aquellas que continúan dentro de las rocas sedimentarias se hallan cubiertas a lo largo del contacto, de modo que no se puede obtener información respecto a la magnitud del desplazamiento. Sin embargo, desde que todas las estructuras son cortas, se puede estimar que los desplazamientos son pequeños. De acuerdo con sus rumbos, estas fallas pueden ser agrupadas en dos sistemas que tienen rumbos de N 82° - 89° W y N 62° - 80° E respectivamente, con buzamientos ya sea verticales o fuertemente al N o S.

Existen otras fallas pequeñas que no se ven en la superficie, pero que están expuestas en los trabajos subterráneos de varias minas. Sus desplazamientos alcanzan desde pocos centímetros a varios metros.

Las rocas en todo el distrito presentan disyunciones y fracturas. En la parte W del área mapeada, desde el S de la intrusión de Coymolache hasta cerca de Tingo, existen varios centenares de disyunciones fácilmente observables en las aerofotografías. Sus longitudes de afloramiento varían desde 25 m a 1.5 Km y se destacan claramente debido a que el agua de lluvia ha formado canales de disolución a lo largo de ellas. Casi todas son verticales y de acuerdo con el rumbo se arreglan en los siguientes sistemas principales: N 50°-60° W; N 30°-40° W; N 00°-10° E y N 50°-60° E. Las disyunciones con rumbo NW son las más persistentes.

Metamorfismo y Alteración de la Roca Encajonante

El metamorfismo a lo largo de los contactos ígneos y en las vecindades de las vetas, ha sido causado principalmente por la acción del calor y de las soluciones hidrotermales. Las rocas sedimentarias en el distrito de Hualgayoc no han sufrido metamorfismo regional, sino cerca de los contactos. Las calizas han sido descoloradas, recristalizadas y silicatadas y las lutitas y areniscas han sido blanqueadas y alteradas de tal modo que forman un material suave y frágil muy difícil de reconocer.

Las zonas de alteración de las calizas a lo largo de los contactos con los intrusivos, varían desde menos de un metro hasta 20 m, pudiendo tener en algunos casos hasta 150 m de espesor. En los lugares de menor alteración, la caliza se presenta decolorada e irregularmente silicificada, pero reteniendo aún su grano fino y su estratificación. En los lugares de mayor alteración, la caliza se presenta blanqueada, recristalizada y silicatada, con la introducción de cuarzo, granate y wollastonita. Las zonas de contacto cerca de las vetas contienen también mucha piritita diseminada. Al NW de Hualgayoc existe un cinturón de calizas que ha sido silicatado en forma irregular. Esta faja se extiende desde cerca de la mina Apra, en el S, hasta Mechero, en el N, alcanzando desde 20 m hasta casi 200 m de ancho. En algunos sitios el cuarzo y los minerales silicatados reemplazan a la caliza en áreas irregulares, pero en otros el reemplazamiento se concentra en capas alternadas. Algunas unidades de caliza de estratificación delgada, de varios metros de potencia, consisten ahora de capas alternadas de 10 a 20 m de ancho que contienen ya sea cuarzo y silicatos principalmente, o caliza inalterada o poco alterada. Observaciones de campo indican que las capas con mayor alteración eran más lutíferas que aquellas sin alterar.

Las calizas silicatadas son de colores que varían desde el gris claro hasta el gris verdoso. El mineral de alteración más común es el cuarzo, aunque localmente la roca contiene moderadas cantidades de wollastonita, epidoto, serpentina o granate. En secciones delgadas se ve el cuarzo reem-

plazando a la calcita a lo largo de las uniones de los granos grandes, o reemplazando totalmente a los granos pequeños. La wollastonita ocurre como viruta a lo largo de las uniones y dentro de los cristales grandes de calcita, o en rosetas de cristales radiales de hasta 2 cm de diámetro. En las muestras de mano el granate es de color gris a marrón claro, presentándose macizo o en granos dispersos, lo que da a la roca una apariencia moteada. En secciones delgadas el granate es isotrópico y a veces muestra caras cristalinas.

En otras localidades la caliza ha sido silicificada en áreas irregulares o a lo largo de fallas o planos de estratificación, formando una roca que superficialmente se parece a la arenisca. En secciones delgadas esta roca es porosa y consiste de granos de cuarzo, trabados con cantidades menores de óxido de hierro. En muestras de mano los colores varían entre gris claro y rojo-marrón. Las zonas mineralizadas al W del Cerro Jesús, entre las minas Hecla y Mechero, consisten principalmente de rocas de este tipo. Estas zonas contienen cuerpos irregulares y bandas de caliza sin silicificar.

Geología Histórica

La geología regional de la Cordilera Andina en el Norte del Perú, ha sido menos estudiada que la del Centro y Sur y por consiguiente se conoce menos de su historia geológica. Por otro lado la geología general y las relaciones cronológicas de las rocas son similares en las tres regiones, siendo probable que la historia geológica también lo sea. A base de los estudios en los Andes Centrales y Meridionales la historia se puede interpretar del modo siguiente: En las eras Paleozoica y Mesozoica, el lugar de los Andes Peruanos fué ocupado por un geosinclinal en el que se depositó una gruesa secuencia de sedimentos. En las postrimerías del Cretácico y principios del Terciario, la región fué levantada por movimientos orogénicos que causaron pliegues y fallas en los sedimentos. De esta manera la deposición marina en esta área llegó a su fin, comenzando la acumulación de clásticos continentales y rocas volcánicas en las cuencas intermontañas. Una segunda orogénesis en el Terciario volvió a levantar la región, plegando y fallando aún más las rocas. Las masas batolíticas fueron emplazadas, probablemente, cerca del final de la segunda orogénesis; siendo seguidas más tarde por la intrusión de numerosos stocks y cuerpos relacionados, al mismo tiempo que las rocas extrusivas continuaban acumulándose. El volcanismo en el Perú continuó hasta tiempos muy recientes. Al final del Terciario la región andina fué levantada nuevamente, comenzando su acción las erosiones fluvial y glacial, que durante las épocas Pleistocénica y Reciente modelaron la fisiografía actual.

El estudio de Hualgayoc añade muy poca información nueva sobre la geología histórica de los Andes Peruanos. Los sedimentos cretácicos, que abarcan desde el Aptiano hasta el Turoniano, tienen una potencia total

de más de 2000 m. Estos sedimentos fueron evidentemente plegados en el Cretácico Superior y Terciario inferior. Los cuerpos ígneos grandes y la mayoría de los pequeños fueron intruidos después del plegamiento.

Se dispone de poca información acerca de la edad de las fallas. Algunas pueden ser anteriores y otras contemporáneas a las intrusiones, pero la mayoría son decididamente posteriores. Estas últimas cortan los contactos entre los sedimentos y las intrusiones grandes, desplazan los cuerpos tabulares pequeños y causan el brechamiento de los intrusivos. La mayoría de los minerales sulfurados fueron emplazados después del último período de fallamiento, aunque algunos yacimientos de contacto pueden haberse formado durante la intrusión.

Durante el Pleistoceno y el Reciente, el área en cuestión fué modelada por los glaciares, formándose potentes depósitos de material morrénico en los valles mayores. La erosión fluvial posterior ha modificado parte de estos valles.

DEPOSITOS MINERALES

Caractres Generales

Control estructural y tipos de depósitos.— Se pueden reconocer tres tipos de depósitos: vetas que rellenan fisuras a lo largo de zonas de cizallamiento y fallas; depósitos de reemplazamiento a lo largo de capas de rocas sedimentarias; y depósitos de reemplazamiento a lo largo de contactos intrusivos. Las vetas de relleno de fisuras son las más frecuentes y casi toda la producción proviene de yacimientos de éste tipo. Los depósitos de reemplazamiento paralelo a las capas sedimentarias son comparativamente raros y, con la excepción de El Dorado, son de baja ley. Los yacimientos de reemplazamiento a lo largo de contactos son también raros y consisten casi exclusivamente de pirita diseminada y roca de caja alterada.

Las zonas de fallas y cizallamiento que fueron los lugares propicios para la ubicación de las vetas de relleno forman dos sistemas. El más prominente tiene un rumbo N 62°-80° E y buza casi verticalmente o fuertemente hacia el N o S. El otro sistema tiene un rumbo N 82°-89° W, y sus buzamientos son similares al anterior. En general las fallas de ambos sistemas están igualmente mineralizadas. La mayoría de estas vetas están restringidas a cuerpos intrusivos grandes, sin embargo la naturaleza de la mineralización no cambia cuando pasan a los sedimentos vecinos. Esto prueba que el tipo de roca encajonante tuvo solo ligero efecto sobre las soluciones mineralizantes. La veta Murciélago, de la mina San Agustín, es la mayor y la más rica de las vetas de relleno que se trabajan actualmente en el distrito; pertenece al sistema N 82°-89° W y está mineralizada igualmente en areniscas y lutitas que en rocas intrusivas.

Los depósitos de reemplazamiento, salvo aquellos en los contactos intrusivos, tienden a ser paralelos al buzamiento de las capas de las rocas sedimentarias. Sin embargo, algunos de ellos como los de las minas Sinchao, Mechero, Porcia y Hecla parecen haberse formado a lo largo de zonas de fracturas o cizallamiento que atraviesan los planos de estratificación. La mayoría de los depósitos de reemplazamiento se encuentran en calizas, a excepción de los del cañón del Río Hualgayoc que parecen haberse formado por el relleno de poros y el reemplazo de capas de areniscas lutíferas, interestratificadas con lutitas.

Los depósitos de reemplazamiento a lo largo de contactos intrusivos, se encuentran principalmente en caliza fracturada, cizallada y alterada; raramente se presentan en areniscas, en lutitas o en rocas intrusivas. Estos depósitos consisten de roca silicatada con granos y masas de piritita diseminados. En algunos sitios, granos o pequeños cuerpos de mena parecen haber reemplazado la roca alterada, pero la mayor parte de los minerales económicos ocurren en fisuras y cavidades.

Estructuras de las vetas.—Los minerales de las vetas de relleno están dispuestos en bandas y en general están bien cristalizados, aunque cristales con caras bien desarrolladas se presentan solo en geodas. Tales vetas están típicamente encerradas en paredes discontinuas y curvas, y contienen fragmentos de brecha y lascas de roca encajonante. Por razón de la irregularidad de las cajas, los afloramientos de estas vetas se presentan sinuosos. Los minerales de los depósitos de reemplazamiento son en general de grano más fino que en los depósitos de relleno, y el bandeamiento es más tenue o ausente. La mayor parte de los sulfuros se presentan diseminados en las cajas o formando mezclas granulares con los materiales de la roca encajonante. Comúnmente, la textura original de las cajas es difícil de reconocer.

Algunos especímenes de las vetas de relleno muestran una historia compleja de sucesivas etapas de reapertura y deposición de nuevos minerales. Un típico espécimen de mena de la mina San Agustín muestra varios periodos de deformación y mineralización (fig. 7). La limolita, de color amarillo parduzco, fué primero fracturada y luego impregnada y cortada por vetillas de piritita. Esta roca piritizada fué entonces brechada y el cuarzo se depositó en las fracturas y cavidades. Un nuevo movimiento abrió fracturas y fisuras en las cuales se alojó la esfalerita. La etapa final reabrió la veta principal desprendiendo fragmentos de esfalerita que ahora aparecen dentro de la galena masiva.

Además de las estructuras de bandeamiento y de brecha, algunas vetas presentan una estructura cavernosa muy abierta. Partes de las vetas Murciélagos y Paccha, de la mina San Agustín, consisten de grandes fragmentos angulares de sulfuros de hasta de hasta 20 cm de diámetro más o menos cementados por cristales de baritina largos y tabulares. Gran parte de esta mena está revestida de pequeños prismas de cuarzo pudiendo



Figura 7

Especimen pulido de mena brachada y crustificada proveniente de la veta Murciélago, mina San Agustín. c - caja (limolita); Es - esfalerita; P - pirita; G - galena; Cu - cuarzo. Largo del espécimen: 11 cms.

tener películas irregulares de rejalgos cristalinos, que fué el último mineral en depositarse. En un lugar de la parte alta de la veta Murciélago, una drusa rindió alrededor de media tonelada de estibina cristalina. Los cristales aciculares de estibina, de hasta 10 cm de largo, estaban entrelazados en forma de malla.

Localmente, algunas de las menas tienen texturas bastante diferentes de aquellas que caracterizan al distrito como un todo. La figura 8 por ejemplo, muestra un espécimen de "schalenblende" que consiste de bandas botroidales de esfalerita, con colores que varían desde canela claro hasta pardo oscuro. Pequeños cristales de galena se hallan dispersos a lo largo de las bandas, más comúnmente en la junta de bandas de diferentes colores, aunque también vetillas de galena cortan a través de las bandas.

Clasificación de los yacimientos.—La mayoría de las vetas son porosas con muchas cavidades, y con minerales bien cristalizados, lo que indica.

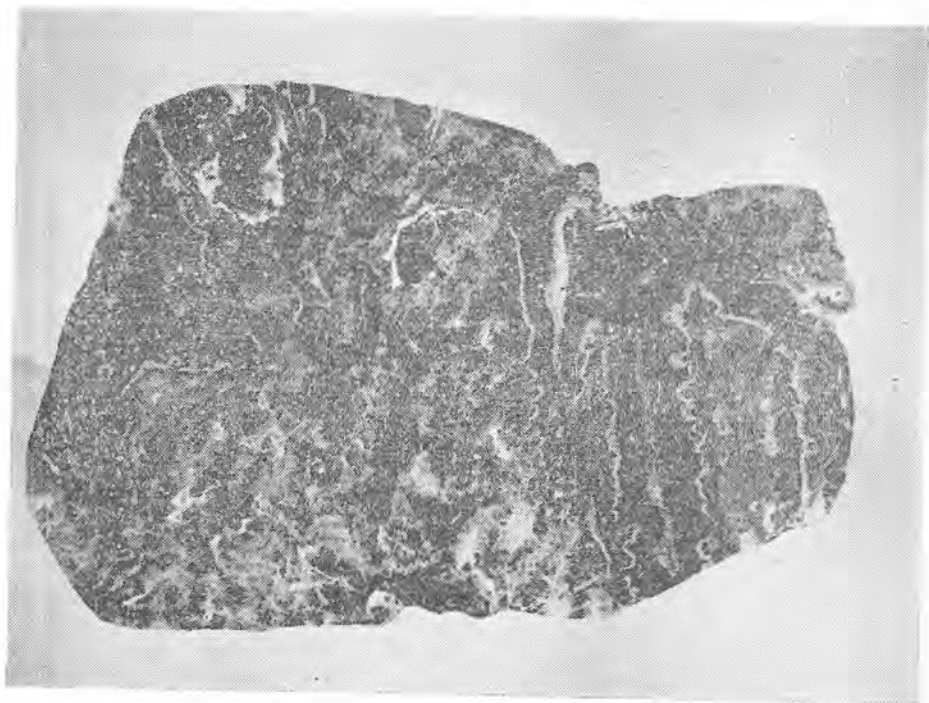


Figura 8

Especimen pulido de "schalenblende" proveniente de la veta Presidente Leguía, mostrando bandas bien definidas de esfalerita botroidal. El material blanco y tabular es baritina; la esfalerita aparece en bandas cuyo color varía entre gris claro y negro; el núcleo de la masa botroidal al lado derecho de la fotografía, es una mezcla de pirita, galena y baritina. Longitud del espécimen: 11 cms.

que la deposición ocurrió cerca de la superficie en un ambiente de presiones medianas y bajas. Tomando en cuenta el espesor conocido de las rocas cretácicas y terciarias, la profundidad de formación de éstos yacimientos se calcula en menos de 5200 metros y posiblemente sólo 2000 metros. Se sabe que los minerales presentes en Hualgayoc pueden formarse a temperaturas moderadas o bajas. Algunos de los minerales, tales como los sulfuros de plata, marcasita, estibina y rejalgar, están restringidos a los depósitos de baja temperatura, mientras que otros como por ejemplo pirrotita, bournonita, boulangerita y enargita, son característicos de depósitos de temperatura más alta. Por esto, basándose en la estructura de las vetas y en la asociación mineralógica, los yacimientos del distrito se clasifican como leptotermales, de acuerdo a la clasificación de Lindgren (1933, pág. 211) modificada por Graton (1933).

Los depósitos metasomáticos del tipo de contacto contienen ganga mineral silicatada formada a altas temperaturas, así como también sulfuros, probablemente depositados más tarde y a menores temperaturas.

Mineralogía

Elementos nativos.—*Oro* (Au). Oro nativo ocurre en la mayoría de las vetas pero no es visible megascópicamente. El contenido de oro de la mena es rara vez mayor que 2 o 3 gr por tonelada. Se dice que algo de mineral de oro de alta ley, varias onzas por tonelada, fué extraído de las zonas oxidadas de las vetas. Málaga Santolalla (1904, p. 29) dice que la veta Murciélago, expuesta en el Socavón Imperial, contuvo mucho oro nativo en forma de granos diseminados y vetillas en tetraedrita y galena.

Plata (Ag). Durante los primeros años, el mineral producido en Hualgayoc contenía plata nativa. Sin embargo, parece que estas menas fueron agotadas pocos años después del descubrimiento del distrito en 1771, y desde ese entonces la plata nativa no ha sido abundante. En años recientes, al trabajar las antiguas canchas, los mineros de Hualgayoc han encontrado especímenes que contiene nódulos y vetillas de plata. Málaga Santolalla (1904, p. 25) dice que la plata nativa ocurría en masas arborescentes en la limonita de las minas del Cerro Las Gordas. Humboldt (Málaga Santolalla 1904, p. 15) dijo que en un área de varios kilómetros cuadrados, en la Pampa de Navas, ocurría plata nativa en forma de alambres y pelos adheridos a las raíces de las plantas o como pepitas macizas en el suelo.

Sulfuros y sulfosales.—*Arsenopirita* ($\text{FeS}_2 \cdot \text{FeAs}_2$). Ocurre en cantidades menores en unas pocas vetas, formando cristales cortos y prismáticos que pueden ser reconocidos por su color blanco de estaño. Por lo general, es raro este mineral y no constituye parte significativa de la ganga.

Bornita (Cu_7FeS_4). Unas pocas manchas de bornita granular fueron vistas en la veta El Rey, en el Socavón El Milagro y en los fragmentos de una pila de mena en el portal de esta mina.

Boulangerita ($\text{Pb}_5\text{Sb}_4\text{S}_{11}$) ocurre como pequeñas ampollas y venillas en la chalcopirita y la galena de algunas menas de la mina San Agustín.

Bourbonita (PbCuSbS_3) fué identificada en una sección pulida de mena proveniente de la mina San Agustín. Ocurre como pequeñas ampollas asociada con tetraedrita.

Chalcopirita (CuFeS_2). En muchas de las vetas ocurre en cantidades moderadas y en algunas pocas constituye una parte importante de la mena. Se le encuentra comunmente en vetillas o en nódulos en las menas de plomo y zinc o en pirita maciza. A veces forma cristales esfenoidales que tapizan interiormente algunas cavidades.

Covelita (CuS). Pequeñas masas laminares de covelita, de color azul-indigo, fueron observadas en los trabajos a lo largo de las vetas El Rey y Aranzazú en Cerro Jesús.

Enargita ($3\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_5$). Aparece en cantidades moderadas en algunos yacimientos al N de Tingo solamente, pues no ha sido vista en las minas al S de este. Ocurre en cavidades o en vetillas, generalmente como prismas estriados y cortos, de una longitud menor de 1 cm. Es el único mineral económico de las minas Proveedora y Tres Mosqueteros.

Esfalerita (ZnS) es el mineral económico más abundante y ocurre en la mayoría de las vetas. Es cristalino, pero aparece formando masas que muestran caras cristalinas solo en las cavidades. Varía en color desde marrón y negro, hasta marrón claro, rojo y amarillo. La mayoría es marrón oscuro y ocurre en granos de menos de 0.5 mm de largo. La esfalerita amarilla y roja no es abundante; ocurre en cavidades y en vetillas que cortan a la esfalerita oscura y a los otros sulfuros. En general la esfalerita roja es triboluminiscente, es decir, que chispea cuando se rasca o se golpea con un material más duro; la fluorescencia puede ser también de color anaranjado brillante. Especímenes de "schalenblende" fueron observados en dos minas (fig. 8); consisten de capas concéntricas de esfalerita marrón y marrón claro. A pesar de ser el mineral económico más abundante, la esfalerita era deshechada en el pasado, pues no contenía plata y el precio del zinc era muy bajo para cubrir los gastos de transporte. CEMSA empezó a producir concentrados de zinc en 1950 continuando hasta el presente.

Estibina (Sb_2S_3). Pequeñas hojas o agujas de estibina aparecen en diversas vetas principalmente en cavidades o en fisuras que cortan a través de otros sulfuros. La mayoría de los cristales tienen menos de 1 cm de largo y ocurren solos o en pequeños racimos. Sin embargo, una cavidad en la veta Murciélago de la mina San Agustín, rindió casi media tonelada de estibina.

Galena (PbS). Después de esfalerita, la galena es el mineral económico más abundante, pudiendo ser visto en casi todas las vetas. Toda la galena es argentífera. Generalmente el contenido en plata varía de unos pocos gramos a unos 2 Kg por tonelada. La mayoría de la galena se presenta en masas granulares, asociadas con esfalerita y minerales de ganga. Los granos varían desde menos de 0.1 mm hasta unos 5 mm en diámetro, aunque en algunos lugares las caras de los cristales cúbicos tienen hasta 1.5 cm por lado. En la veta Murciélago de la mina San Agustín se han encontrado cavidades con cristales, combinación de octaedros y cubos, de hasta 2 cm de diámetro.

Jamesonita ($\text{Pb}_4\text{FeSb}_6\text{S}_{14}$) ocurre en pocas vetas formando masas de cristales plumosos, generalmente mezclados con galena o tetraedrita. Este mineral nunca constituye una cantidad importante de la mena.

Marcasita (FeS_2). Fué vista sólo en la veta expuesta en la mina Centinela, donde forma ya sea cuerpos botrioidales de hasta 30 cm de diámetro o masas lenticulares de hasta 1.5 m de largo y 30 cm de ancho. La marcasita ocurre en agregados radiales de cristales tabulares.

Molibdenita (MoS_2). Escamas de molibdenita de 2 mm de diámetro fueron vistas en fragmentos de cuarzo en la cancha de la mina Corona. Aparentemente este mineral no ocurre en otras vetas.

Pirargita ($3\text{Ag}_2\text{S}\cdot\text{Sb}_2\text{S}_3$). Málaga Santolalla (1904 p. 25) dice que este mineral fué abundante en las minas Consulado, Santa Lucía, El Rey, Pilar y Aranzazú, donde aparecía como ampollas en la tetraedrita. Además dice (pág. 36-37) que en un lugar en la mina Aranzazú, este mineral junto con otros sulfuros de plata, formaba una mena que contenía hasta 493 Kg de plata por tonelada métrica.

Pirita (FeS_2) es el mineral de ganga más abundante, pues aparece en todas las vetas, en las zonas de metamorfismo de contacto y en las rocas intrusivas alteradas. Las zonas de alteración en las calizas alejadas de los contactos ígneos, así como en las capas de lutitas y areniscas expuestas en el cañón del Río Hualgayoc, contienen mucha pirita diseminada. La pirita varía de maciza a cristalina y ocurre ya sea reemplazando a otros minerales o rellenando fisuras. Los cristales son cubos, piritocedros y octaedros, y varían desde menos de 1 mm hasta unos 2 cm en diámetro. Parte de la pirita maciza que se encuentra en las canchas de las minas se descompone rápidamente formando arena de pirita.

Pirrotita (Fe_{1-x}S , donde x varía de 0 a 0.2), considerablemente magnética, aparece asociada con pirita en los mantos inferiores del cañón del Río Hualgayoc. La pirrotita no aparece en las otras vetas del distrito.

Rejalgar (AsS). Un rejalgar de color rojo brillante y de grano fino, recubre los cristales de baritina en algunos sitios de la mina San Agustín. Aparentemente no existe en otras vetas del distrito.

Stromeyerita ($\text{Ag}_2\text{S}\cdot\text{Cu}_2\text{S}$). Málaga Santolalla (1904. p. 25) dice que encontró stromeyerita fibrosa asociada con pirargirita en las minas Consulado, Santa Lucía, El Rey, Pilar y Aranzazú. Este mineral no se pudo identificar ni en el campo, ni en el estudio microscópico de laboratorio.

Tetraedrita ($3\text{Cu}_2\text{S}\cdot\text{Sb}_2\text{S}_3$). Tetraedrita argentífera, llamada localmente pavonado de cobre o cobre gris, ocurre en muchas vetas constituyendo a veces parte importante de la mena. Es tan o algo más abundante que la chalcopirita, que es el siguiente mineral de cobre en importancia. La tetraedrita es el mineral argentífero más rico, pues en promedio contiene considerablemente más plata que la galena. Ocurre en lentes sólidos o en vetas, generalmente con menos de 10 cm de ancho, o como pequeñas ampollas diseminadas en otros sulfuros o en cuarzo. Málaga Santolalla (1904, p. 26) dijo que la tetraedrita contenía tanto arsénico como an-

timonio y que era el mineral argentífero más abundante durante el final del siglo 19 y principios del siglo 20. Además dijo que el contenido de plata variaba de 15 a 20 marcos por cajón (1.3 a 1.7 Kg por tonelada métrica).

Carbonatos.—*Azurita* ($2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$). Azurita finamente cristalizada y de color azul, ocurre en cantidades menores en los sombreros de hierro de las vetas que contienen sulfuro de cobre.

Calcita (CaCO_3). Se le encuentra en muchas vetas pero no siempre es un mineral abundante. Es blanca y varía desde finamente granular hasta cristalina; la mayoría de los rombos de clivaje tienen menos de 1 cm de lado. En la mayoría de los depósitos la calcita ocurre en vetillas y en cavidades cortando a los sulfuros más antiguos.

Cerusita (PbCO_3). En las menas oxidadas y brechadas de la mina El Dorado, se encontraron cristales prismáticos completos de cerusita, que tenían color blanco y medían hasta 0.5 cm de largo.

Dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) y *ankerita* ($\text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$) forman una serie parcial de solución sólida, la que también puede contener manganeso, plomo y zinc. Un carbonato de color gris, canela claro o rosado pálido que aparece en pequeñas cantidades en algunas vetas, fué tentativamente identificado como ankerita o dolomita manganífera. Expuesto al intemperismo, este mineral se reviste de una capa negra de óxido de manganeso.

Malaquita ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$). Aparece en forma de costras o manchas de color verde brillante, en los sombreros de hierro de las vetas que contienen sulfuros de cobre. A veces aparece en cavidades de limonita, formando penachos o rosetas de cristales aciculares.

Rodocrosita (MnCO_3). Rodocrosita roja y cristalina ocurre en muchas vetas, ya sea rellenando o tapizando cavidades.

Smithsonita (ZnCO_3). Un mineral polvoriento y blanco que ocurren en la mina El Dorado, fué provisionalmente clasificado como smithsonita.

Haloides y óxidos.—*Calcedonia* (SiO_2). Pequeñas cantidades de calcedonia, de color rojo pálido o verde, rellenan cavidades y forman vetillas irregulares en las menas de la mina Sinchao.

Cuarzo (SiO_2). Es el mineral de ganga más abundante después de la pirita, encontrándosele en casi todas las vetas. El cuarzo aparece en varias formas: blanco y masivo, blanco a transparente cristalizado y celular. El cuarzo blanco macizo ocurre en lentes o hilos asociado con otros minerales de veta, o en vetillas que cortan a dichos minerales. Los cristales de cuarzo miden menos de 1cm y cubren las cavidades y fisuras de los sulfuros más antiguos. El cuarzo celular es un material liviano que consiste

de cavidades angulares separadas por paredes de cuarzo blanco de menos de 1 mm de ancho. La mayoría de las cavidades se formaron por la disolución de cristales de sulfuros, principalmente pirita, o fragmentos de brecha.

Fluorita (CaF_2). Fué vista solamente en las vetas de calcita cerca al portal del Socavón Mesa de Plata. Ocurre en ampollas o vetillas, en forma cristalina y de color púrpura.

Limonita (principalmente goethita, con algo de hematita y lepidocrocita). La limonita forma un sombrero de hierro sobre todas las vetas de sulfuros. En algunos lugares ha teñido al material de la veta hasta profundidades mayores de 300 m bajo la superficie. La mayoría es de color marrón oscuro o negro, pero en algunos sitios el sombrero de hierro contiene bandas irregulares y manchones de óxido de hierro rojo o amarillo. En diversos lugares del Socavón Real, el agua que cae por las zonas de fractura y cizallamiento, ha construido estalagmitas de un óxido de hierro quebradizo y de color marrón chocolate, que es probablemente limonita. Durante los primeros años de minería en el distrito, los sombreros de hierro fueron importantes fuentes de oro y plata. Al presente la mayoría de aquellos que contienen oro y plata han sido agotados, quedando solamente los que son estériles.

Sulfatos.— *Anglesita* (PbSO_4). Pequeños cristales blancos o transparentes, y costras blancas resinosas de anglesita fueron vistos en el material oxidado de la mina El Dorado. Málaga Santolalla (1904, p. 26) dice que anglesita finamente cristalina o amorfa, se presentó asociada con galena en las minas Los Negros y Poderosa (veta Poderosa en el Socavón Real?).

Baritina (BaSO_4). Cristales tabulares de baritina blanca a semitransparente, ocurren en casi todas las vetas, constituyendo muchas veces un mineral de ganga abundante. Los cristales varían desde menos de 1 mm hasta 5 cm de diámetro y alcanzan un espesor de 0.1 a 5.0 mm.

Chalcantita ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) y *melanterita* ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Estos minerales manchan o cubren las paredes, o forman masas estalactíticas en las labores antiguas. También pueden encontrarse en pequeños cristales en las cavidades de algunas menas de cobre. Masas estalactíticas se forman comunmente en antiguas galerías debajo de áreas tajeadas y alcanzan hasta 1 m de largo y 5 cm de ancho. En algunos sitios las masas muestran caras cristalinas mal desarrolladas, y al partirse muestran clivaje. La chalcantita pura es azul brillante, pero en las estalactitas donde contiene sulfato de hierro (melanterita), aparece de color verde-azulado. La melanterita pura es verde brillante.

Epsomita ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) y *goslarita* ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Cristales fibrosos y aciculares y costras fibrosas de epsomita y goslarita ocurren a lo

largo de las paredes y techos de las labores antiguas. El sulfato es blanco, soluble en agua y tiene un sabor amargo y astringente. Parece consistir principalmente de epsomita pero puede contener cantidades menores de goslarita.

Yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ocurre en vetillas que cortan la mena y las cajas de muchas vetas, o cubriendo las paredes de trabajos antiguos. Los sombreros de hierro también contienen yeso en vetillas o como cristales en cavidades.

Paragénesis de los minerales hipógenos

El diagrama de paragénesis (fig. 9) resume la historia de la deposición de los minerales hipógenos encontrados en las vetas del distrito de Hualgayoc. Este diagrama es el resultado del estudio en el laboratorio de los especímenes y las secciones pulidas, así como también del estudio de las vetas en el campo. La abundancia relativa de los minerales está representada por el espesor de las líneas sólidas, mientras que el tiempo relativo de la deposición, está indicado por la posición de las líneas horizontales.

En la discusión de las texturas de las menas, se señaló que las vetas fueron formadas por la repetición del proceso de reapertura y deposición de los minerales sulfurados. Las estructuras así resultantes fueron de gran ayuda al determinar la secuencia y duración de la deposición de los minerales más abundantes.

Como se puede ver en el diagrama, cuarzo y piritita son las gangas hipógenas más abundantes, encontrándose en toda las vetas; baritina es bastante común, llegando a ser la ganga más abundante en algunos casos. En muchas vetas se observaron cantidades menores de rodocrosita o dolomita-ankerita, pero solamente en una o dos de ellas llegaron a constituir una parte significativa de la ganga. Los minerales de valor económico que ocurren en casi todas las vetas son esfalerita, galena y tetraedrita; chalcopirita ocurre en cantidades menores, aunque en algunos casos llega a ser el mineral económico principal. En algunas vetas de la parte N del distrito, enargita es el mineral económico más importante, sin embargo no se presenta en las vetas de la parte S. Los otros minerales hipógenos aparecen sólo en cantidades menores.

La mayor proporción de cuarzo y piritita fué depositada antes que los otros minerales, siendo el caso normal donde la piritita es más temprana que el cuarzo. Sin embargo, en muchas vetas hubieron varios períodos durante los cuales estos dos minerales fueron depositados alternativamente. La deposición temprana del cuarzo está indicada por la silificación de las cajas de muchas vetas. Pequeñas cantidades de cuarzo y piritita también se depositaron en una etapa tardía, formando vetillas o pequeños cristales euhedrales incrustados en los minerales anteriores. Algo

GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO DE HUALGAYOC

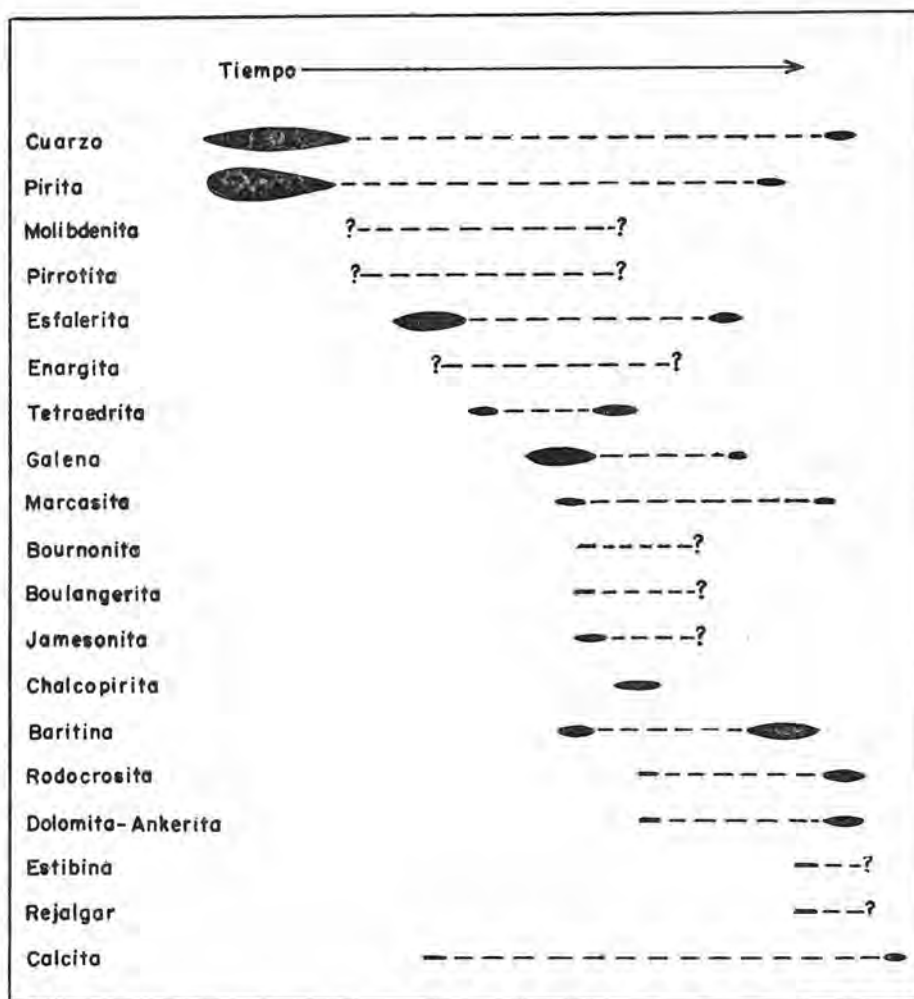


Figura 9

Diagrama paragenético mostrando la secuencia en la deposición de los minerales de veta hipógenas del distrito de Hualgayoc. La abundancia del mineral y la duración de su deposición están indicados respectivamente por el grosor y longitud de las líneas sólidas; la línea de elementos indica un periodo de poca o ninguna deposición; los signos de interrogación indican que el periodo de deposición es indefinido.

de cuarzo y piritita también pudo haberse depositado durante la etapa intermedia, mientras que otros sulfuros se estaban formando, pero las evidencias en este sentido no son concluyentes.

La esfalerita tuvo un período de deposición relativamente largo; la mayor parte se depositó al principio formando un material cristalino o granular de color pardo rojizo a pardo oscuro. Una pequeña parte, de color rojizo o amarillento, se depositó al final, formando masas cristalinas en vetas o cristales en cavidades. La esfalerita clara corta a la mayoría de los otros sulfuros. La mayor proporción de galena se depositó después de la esfalerita oscura, pero una pequeña parte es más tardía aún que la esfalerita de color claro. La tetraedrita es definitivamente posterior a la esfalerita oscura, siendo en parte anterior y en parte posterior a la galena. La duración de la deposición de tetraedrita parece ser más corta que la de ambas, galena y esfalerita. La chalcopirita, el último de los minerales económicos, es comparativamente tardía pues en casi todos los especímenes puede ser vista como ampollas o vetillas cortando a la esfalerita, galena y tetraedrita. Como puede verse en el diagrama, la duración de la deposición de la chalcopirita fué bastante limitada.

De los otros minerales de la mena, los que ocurren solamente en menores cantidades, molibdenita y enargita fueron encontrados únicamente en asociación con piritita y cuarzo, demostrando además ser posteriores a estos. La boulangerita y la bournonita fueron determinadas en cuatro especímenes pulidos de menas provenientes de las minas San Agustín y Sinchao; pero como no ocurren juntas, no se pudo determinar sus edades relativas. Ambas, boulangerita y bournonita, son posteriores a la galena y a la esfalerita oscura y parecen ser anteriores a la chalcopirita. La edad relativa de la jamesonita no es muy clara; en algunos especímenes parece ser más tardía que mucha de la galena y de la esfalerita.

En la mayor parte de los casos, la baritina parece ser posterior a los minerales sulfurados, aunque algunas veces es anterior a la chalcopirita, tetraedrita y galena. La rodocrosita aparece como vetillas cortando a los minerales sulfurados o como cristales en cavidades dentro de minerales anteriores, incluyendo baritina. En algunos sitios, la baritina y la rodocrosita son anteriores a la esfalerita de color claro. Las vetillas de marcasita cortan a los minerales sulfurados hipógenos de muchas vetas; en la veta Centinela, una marcasita hojosa fué depositada antes que la galena y la esfalerita clara. En algunas otras vetas la marcasita granular y blanda fué depositada con anterioridad a la galena y esfalerita. La duración de la deposición de la calcita no es conocida; en algunas vetas parece ser una ganga comparativamente temprana, pero en otras forma cristales dentro de las cavidades.

Alteración Supergénica

Los grandes sombreros de hierro son el resultado de la alteración de los minerales de las vetas por acción de las aguas meteóricas. En muchos sitios la oxidación alcanza profundidades de unos pocos metros solamente, pero hay casos donde llega hasta varias decenas de metros. Una veta del Cerro Jesús, fué oxidada hasta una profundidad mayor de 300 m.

Las vetas más extensamente oxidadas consisten principalmente de cuarzo macizo o roca de caja alterada y pirita. La pirita fué alterada con la consiguiente formación de óxido de hierro mientras que las cavidades dejadas por los diversos cristales lixiviados eran preservados en la roca de caja o en el cuarzo. La aparición ocasional de azurita o malaquita, cerusita y smithsonita, indica la presencia anterior de minerales de cobre, plomo y zinc, ahora desaparecidos. Los minerales de plata fueron también lixiviados del sombrero de hierro, concentrándose en zonas más bajas.

Las zonas de enriquecimiento secundario han suministrado la mayor parte de la mena rica en plata y una parte de la mena de oro. Los minerales secundarios de cobre, plomo y zinc constituyeron solamente pequeñas cantidades de esta mena.

Métodos de laboreo y concentración del mineral

Durante 1950 y 1951 la mina San Agustín era la única del distrito que estaba parcialmente mecanizada; las otras minas se trabajaban por métodos manuales. La CEMSA operaba la única concentradora de la región, pues la otra planta, perteneciente a la Compañía Italia, estaba paralizada aunque la mayor parte de su maquinaria se encontraba en buenas condiciones. En 1950 el Banco Minero estaba construyendo una tercera concentradora en la mina El Dorado.

La planta de la CEMSA operaba con menas de la mina San Agustín, pero durante los años anteriores trataba también las menas de las siguientes minas: Mansita, Fraternidad, Veta Campanario (en el Socavón Real), Marta, y Segunda Rebelde, todas pertenecientes a la misma compañía. En 1949, 1950 y 1951, la CEMSA también concentraba menas de las minas El Dorado y Mario a base de contratos.

En la mina San Agustín se usa maquinaria para el tajeo y la perforación. Las vetas se trabajan por el método de corte y relleno, aunque algunos de los tajeos se dejan abiertos. El mineral tajeado es llevado por echaderos al nivel de acarreo (De Biasio) y allí se pone en carros de 5 toneladas que lo llevan hasta la superficie donde es vaciado en una tolva o apilado cerca del portal.

La construcción de la planta de flotación de CEMSA empezó en Septiembre de 1940 y la producción comenzó en Abril de 1943. El molino

puede tratar unas 90 toneladas en 24 horas, y produce concentrados de cobre, plomo y zinc. La razón de concentración de la planta es de 1.5 : 7 en promedio.

La nueva planta que está construyendo el Banco Minero tratará menas de la mina El Dorado y de otras minas del distrito, a base de contratos. Una vez terminada tendrá capacidad para unas 50 toneladas por día de 24 horas y producirá concentrados de cobre, plomo y zinc.

La pequeña concentradora de la compañía Italia, tiene una capacidad de 15 a 18 toneladas por 24 horas, pudiendo producir un concentrado grueso de cobre, plomo y plata.

En todas las minas, excepto San Agustín, el mineral es tajeado a mano. Las vetas se trabajan principalmente por el método de gradines invertidos, aunque en una o dos de ellas se usa el método de gradines rectos. La mayoría de los tajeos se dejan abiertos, aunque a veces se les rellena con material estéril. La mina El Dorado trabaja por el método de galerías y pilares, con la extracción final de los pilares para permitir el hundimiento.

El mineral de algunas de estas minas es escogido a mano y luego enviado a la planta de la CEMSA. El de otras minas es chancado y clasificado a mano y ensacado para su embarque directo a Pacasmayo. Sólo dos o tres de las minas operan pequeños jigs para ayudar a la concentración del mineral.

Mano de Obra

El número de mineros que vive en el distrito es suficiente para operar las minas en su nivel actual de producción, pero no hay mano de obra disponible para un aumento de la misma. La mayoría de los mineros trabajan solamente el menor número de días posibles para ganar el dinero necesario para su mantenimiento y el de sus familiares. En general bastan de dos a cuatro días por semana y, en consecuencia, los dueños de las minas nunca están seguros del número de hombres que se presentará al trabajo cada día.

En promedio el número de hombres que trabajaban en las minas de Hualgayoc, es el siguiente:

<i>Mina</i>	<i>Número de hombres</i>
San Agustín	65
Mansita	25-30
Socavón Real (Veta Campanario)	25-30
El Dorado	30
Fraternidad	10
Mario	5-10
Apra	5-10
Predilecta	10-15

GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO DE HUALGAYOC

Hecla	10-15
Mina al N de Amaro	5
Tres Mosqueteros	55

195-225

Producción

Los datos sobre la producción de mineral del distrito de Hualgayoc son incompletos y probablemente las figuras de producción dadas en la literatura no son precisas. Es evidente que durante los siglos 18 y 19, la plata era el único metal extraído en grandes cantidades, pero es posible que también algo de cobre haya sido producido. Durante el presente siglo se puso mayor énfasis en la extracción de los minerales argentíferos de plomo y cobre. Los concentrados de zinc fueron producidos por primera vez durante 1950-1951 debido al estímulo de los precios altos.

La producción de plata del distrito desde el tiempo de su descubrimiento, en 1771, hasta 1903, ha sido calculada por Málaga Santolalla (1904) en 4'545,230 Kg. Sin embargo si consideramos lo limitado de los trabajos antiguos, la poca profundidad de la zona de oxidación y la ley de plata relativamente baja de las menas en actual explotación, esta cifra nos parece exagerada y merece examinarse. Para el período entre 1771 y 1774, Málaga Santolalla (1904, pág. 16) calcula una producción de 516,660 marcos (117,324 Kg), lo cual parece razonable, pues es probable que durante los primeros años se extrajeron cantidades apreciables de plata nativa. Para el período comprendido entre Abril de 1774 y Octubre de 1802, Málaga Santolalla (1904, pág. 16) se refiere al informe de Humbolt (1827, pág. 233), quién calculó una producción de 1'912,327 marcos (439,925 Kg), cantidad que también parece razonable. Según estas cifras el promedio anual de producción durante los primeros 32 años de actividad fué de 17,415 Kg.

A continuación, Málaga Santolalla (1904, pág. 104), consigna los datos del Almanaque de Comercio de 1893 (pág. 89), en el que se estima la producción del Hualgayoc durante el siglo pasado (1793-1892), en 17'543,000 marcos (4'035,706 Kg), pero no se indican las fuentes de información usadas en dicho cálculo. Esta cifra nos parece exagerada, especialmente si consideramos que ya se habían extraído más de 410,000 Kg de plata, provenientes probablemente de numerosas labores poco profundas, y que tenemos que suponer que los nuevos descubrimientos necesariamente fueron más raros después de los primeros 30 años de prospección y explotación activas; por otro lado, la producción anual durante estos 100 años (1783-1892 inclusive), de acuerdo con las cifras

dadas por el Almanaque de Comercio, es de 40,360 Kg, o sea cerca de 2.5 veces el promedio anual de los primeros años, que posiblemente fué la época en que las minas fueron más ricas y más accesibles. Además, la carencia de información histórica sobre la minería en Hualgayoc durante el siglo XIX, sugiere que el distrito estuvo relativamente inactivo durante dicho período. Se puede decir entonces que el promedio de producción anual de plata entre 1803 y 1892 fué más bajo que para cualquier período anterior, por lo cual la producción total de plata la estimamos solamente entre 100,000 y 700,000 Kg.

Para el decenio 1893 a 1902, Málaga Santolalla (1904, pág. 100) enlista la producción de las cuatro principales minas del distrito, la que asciende a 430,000 marcos (93,920 Kg), o sea un promedio anual de 9980 Kg. Según datos del Anuario de la Industria, la producción de plata entre los años 1903 y 1951 es de 211,272 Kg o sea un promedio de cerca de 4310 Kg por año para los 49 años de este período.

La tabla siguiente sumariza la producción de plata de Hualgayoc y compara nuestro cálculo con el de Málaga Santolalla.

PRODUCCION (Kilogramos)

Años	Málaga Santolalla, 1904	El presente informe
1771-1774	117,324	117,324
1774-1792	293,280 (1)	—
1774-1802	—	439,925
1793-1892	4'035,706	—
1803-1892	—	132,559 - 632,550
1893-1902	98,920	98,920
1771-1902	4'545,230	778,728 - 1'228,728
1903-1951	211,272	211,272
1771-1951 (total)	4'756,502	1'000,000 - 1'500,000

(1) Estimado en 2/3 de la producción del período de 1774-1802.

La siguiente tabla indica la producción del período 1903 hasta 1951, tomada de los boletines de estadísticas mineras anuales del Ministerio de Fomento y Obras Públicas del Perú. (Los números indican contenido de metal fino).

GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO DE HUALGAYOC

PRODUCCION DE HUALGAYOC, 1903—1951

Año	Plata (kilogramos)	Oro (kilogramos)	Cobre (tons. met.)	Plomo (tons. met.)	Zinc (tons. met.)	
1903 (1)	20,322.000		7.969			
1904	10,047.024	3.627	9.292			
1095	15,768.000	1.380	5.000			
1906	11,417.239		14.355			
1907	11,230.912		195.816			
1908	7,594.300		2.310			
1909 (2)	4,308.660		190.557			
1910 (2)	7,370.273		168.934			
1911	6,179.100	3.348	10.536			
1912	6,233.870	1.461	11.950			
1913	7,401.033	3.914	4.391			
1914	6,820.708	0.748	10.048			
1915	5,548.000	2.480	22.429	17.460		
1916	2,770.000	3.670	49.900	66.424		
1917	3,913.000	2.512	41.495			
1918	1,909.000	1.478	62.831			
1919	1,591.000	13.881	44.780			
1920	2,058.000	4.179	16.295			
1921	3,887.000	5.526	32.663			
1922	2,778.000	0.661	13.181	3.120		
1923-28		No se dispone de información.				
1929 (2)	6,169.000	1.100	171.615	330.429	270.256	
1930 (2)	5,415.000	2.070	100.344	93.958	3.120	
1931 (2)	1,076.000	0.950	5.443	173.753		
1932 (2)	170.000		6.235			
1933 (2)	649.000		6.375			
1934		No se dispone de información				
1935 (2)	182.760	2.227	30.843			
1936 (2)	287.000	1.092	29.000	9.000		
1937 (2)	4,675.000	0.658	80.000	160.500		
1938 (2)	1,998.000	2.798	38.581	43.000		
1939 (2)	2,292.00	4.038	32.000	473.000		
1940 (2)	3,709.000	1.963	50.000	253.000		
1941 (2)	1,504.000	3.095	479.000	18.000		
1942 (2)	147.000	0.079	1.000	66.000		
1943 (2)	1,019.000	0.769	61.000	367.000	82.000	
1944 (3)	1,751.000	2.712	135.000	137.000		
1945 (3)	6,674.000	3.394	364.000	385.000		
1946 (3)	4,985.000	2.938	346.000	496.000		
1947 (3)	5,727.000	4.338	370.000	768.000		
1948 (3)	5,907.000	1.799	281.172	1,332.764		
1949 (4)	6,871.000	7.616	427.000	1,524.000	23.000	

I. N. I. F. M.

1950(5)	5,000.000	4.000	250.000	1,200.000	200.000
1951(3)	5,917.000	2.325	306.000	1,099.000	888.000
	211,272.000	99.000	4,485.000	9,016.000	1,740.000

- (1) Incluye pequeñas cantidades de mineral de la provincia de Cajabamba.
- (2) Producción del Departamento de Cajamarca, en su mayoría de Hualgayoc (aprox. 90%).
- (3) Producción de Cajamarca, excepto la producción del Sindicato Explotador de Sayapullo.
- (4) Producción de Cajamarca, excepto los distritos de Algamarca y Sayapullo.
- (5) Producción estimada de Hualgayoc.

Durante 1949 la concentradora de la CEMSA trató 15,655 toneladas métricas de mineral, produciendo 1,233.3 toneladas métricas de concentrados de cobre conteniendo 21.11% de cobre y 2.281 Kg de plata por tonelada métrica y 1504 toneladas métricas de concentrados de plomo, conteniendo 51.14% de plomo y 1.828 Kg de plata por tonelada métrica. La producción de concentrados de zinc empezó en 1950, por lo que no se dispone de datos de producción. Según el Ing. DeCol, los concentrados de zinc contenían 56.0% de zinc, 0.9% de cobre y 0.02% de germanio.

Las minas que suministraban mineral a la planta de la CEMSA durante 1949 eran las siguientes:

<i>Mina</i>	<i>Toneladas métricas de mineral</i>
San Agustín	9,210
Marta	108
Segunda Rebelde	893
Mario	1,000 (estimado)
Mansita	573
El Dorado	3,800 (estimado)
Otras	71 (estimado)
Total	15,655

Además, las otras minas en operación durante el año 1949, produjeron las siguientes cantidades de concentrados escogidos a mano, que fueron enviados directamente a Pasamayo. (Los números son sólo aproximados).

GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO DE HUALGAYOC

<i>Mina</i>	<i>Toneladas métricas de concentrado clasificado</i>
Mario	20
Predilecta	100
Hecla	100
Porcia	15
Tres Mosqueteros	15
Total	250

Posibilidades futuras y recomendaciones

Es probable que el distrito mantenga su actual producción por muchos años, pero a juzgar por el tamaño y carácter de las vetas, es dudoso que sea posible una gran expansión de la producción. De las minas en trabajo, sólo San Agustín y El Dorado pueden continuar en un nivel de producción constante; las otras minas probablemente tendrán períodos intermitentes de actividad e inactividad. De las minas que no estaban en actividad en 1950, sólo Sinchao y Los Negros tienen posibilidades para una producción futura moderadamente grande. La mina Sinchao parece ser un depósito de cobre de baja ley. La mina Los Negros, según decir de los mineros, contiene reservas de galena argentífera en labores inaccesibles al presente.

Las vetas del Cerro Jesús está en su mayoría agotadas, pero aún se pueden recuperar pequeñas cantidades de mena de las minas Loreto, Milagro y Mansita, y de la veta Campanario en el Socavón Real. De las muchas zonas mineralizadas en las áreas de calizas, entre Hualgayoc y Tingo, sólo las minas Hecla, Porcia y Predilecta tienen pequeñas cantidades de mena a la vista. Al S de Hualgayoc, sólo Segunda Rebelde y Mario presentan posibilidades para una futura producción modesta. La mina Fraternidad, al S de El Dorado, deberá continuar su producción por varios años. Las únicas minas al N de Tingo, exceptuando Sinchao, con cantidades apreciables de mena son Tres Mosqueteros y La Proveedora. Tres Mosqueteros debe continuar la producción de pequeñas cantidades de mineral de cobre por unos pocos años. Es posible que en La Proveedora todavía exista una pequeña cantidad de mena.

La mejor posibilidad de encontrar más mineral es explorando en las minas El Dorado y San Agustín. En El Dorado es esencial que se realice un plan de exploración sistemático, debiéndose hacer esfuerzos para determinar la extensión del yacimiento en el sentido de su buzamiento, hacia el W, y a lo largo de su rumbo, hacia el S. En la mina San Agustín, hay necesidad de explorar lateralmente en las vetas Murciélago y Paccha en los niveles San Agustín y De Biasio. En los niveles bajo el De Biasio, la veta Murciélago merece mayor exploración, y cerca

del extremo NW de estos trabajos se necesita una cortada para exponer la veta Paccha.

Se recomienda además que se hagan sondajes en Sinchao y en el cañón del Río Hualgayoc. En Sinchao, estos sondajes podrían revelar reservas moderadamente grandes de mineral de baja ley de cobre. En el cañón del Río Huagayoc existen varias capas de arenisca mineralizadas y los sondajes podrían cortar ricas bolsadas tales como las de El Dorado.

Otra área que puede justificar exploraciones adicionales, es el gran intrusivo silicificado y manchado por óxido de hierro que aflora en Cerro Corona. Aunque es dudoso que se encuentren vetas ricas con minerales primarios, es posible que se descubra un zona de enriquecimiento secundario.

MINAS Y CATEOS

Para los fines de la siguiente exposición, las minas han sido agrupadas de SE a NW, en siete áreas, a saber: 1) la región al E de Hualgayoc, 2) la región de Cerro Jesús, 3) la región de Pozos Ricos, 4) la región de Quebrada Venada, 5) la región de Tingo, 6) la región de Quebrada Lipiac, y 7) la región de Quebrada La "M" - Sinchao. En cada una de estas regiones se describen la estructura, la mineralogía, y el estado de desarrollo de las minas más importantes; discutiéndose también ciertas vetas pequeñas o estériles que exhiben rasgos estructurales o mineralógicos distintivos.

Región al Este del Hualgayoc

En esta región se incluyen las minas al E y SE de Hualgayoc, que se encuentran principalmente en la ladera S del cañón del Río Hualgayoc. Las minas activas más grandes del distrito, San Agustín y El Dorado, se hallan en esta región. Según se cree, esta área ofrece las mayores expectativas del distrito en cuanto a exploraciones futuras.

Mina San Agustín.—La mina San Agustín está situada en la parte SE del distrito, al S del Río Hualgayoc y a unos 2 Km al NE del pueblo (fig. 2). La CEMSA (Compañía Explotadora de la Mina San Agustín) empezó a trabajar esta mina en 1944, habiendo producido más mineral que todas las otras minas del distrito, entre los años 1944 y 1950. La compañía opera una planta de 90 toneladas y tiene su propia flotilla de camiones que llevan los concentrados a la estación ferroviaria de Chilete. Según la mano de obra disponible, la compañía opera la mina y la planta con 50 a 100 hombres.

La mina tiene dos niveles principales: el nivel superior, Socavón San Agustín (fig. 10), cuyo portal se encuentra a una altitud de 3194 M, y el nivel de acarreo, Socavón De Biasio, con su portal a una altitud de 3097 M (fig. 11). El Socavón de San Agustín tiene una

cortada de 320 m hacia la unión de las dos vetas principales de la mina, las vetas Murciélago y Paccha, y luego una corrida de 230 m sobre la veta Murciélago y una de 180 m en la veta Paccha. El Socavón De Biasio atraviesa 455 m hasta llegar a las vetas, y luego corre 200 m sobre Murciélago y 150 m sobre Paccha. Las vetas han sido tajeadas extensamente entre los niveles principales y hacia arriba, por más de 50 m sobre el Socavón San Agustín. Además la veta Murciélago ha sido explorada en tres sub-niveles cortos a 25, 50 y 80 m bajo el nivel De Biasio.

La roca que aflora en la mina San Agustín consiste de una intercalación de lutitas y arcillas marrón, gris y negra, con limolita color canela a marrón, arenisca arcillosa gris a color canela y arenisca dura gris a gris claro. Muchas capas de arenisca y pizarra están salpicadas de cristales diseminados y granos de pirita. Las cortadas de ambos niveles principales, atraviesan la cresta del gran anticlinal que se muestra también en la superficie (fig. 2). Cerca de los portales de los niveles principales, las capas tienen un rumbo de N 35°-70° W y buzanan 22°-45°NE; al cruzar la cresta del anticlinal, se tornan horizontales y cerca de las vetas toman un rumbo E-W y buzanan 7°-16° S. En el nivel De Biasio, a 70 m del portal, hay un sill irregular de riolita o latita de cuarzo, que tiene 2 m de potencia (fig. 11). Los feldespatos de esta roca han sido mayormente alterados a un talco verde y blanco.

Las vetas contienen cuarzo, pirita, esfalerita, tetraedrita y galena y cantidades menores de baritina, rodocrosita y chalcopirita; boulangerita y bournonita ocurren en cantidades muy pequeñas. En algunos lugares las vetas consisten de sulfuros minerales y cuarzo, mientras que en otros contienen roca de caja fracturada con cuarzo y vetillas de sulfuros. En general los sulfuros minerales están bien cristalizados y el mineral es bandeado y cavernoso. Muchas cavidades están forradas o rellenas parcialmente con minerales de veta. En algunos pocos lugares las cavidades contienen estibina cristalina; una cavidad grande rindió varios cientos de libras de estibina. En otra cavidad, cristales tabulares de baritina estaban parcialmente cubiertos con una nata de rejalar finamente cristalizado.

En general se considera a Murciélago y Paccha como dos vetas, pero en realidad Murciélago es la veta principal y la estructura mayor, y Paccha es un ramal irregular (fig. 10, 11). Las paredes de la veta Murciélago son moderadamente rectas y persistentes, mientras que las de la veta Paccha son curvas y cortas. Murciélago tiene un rumbo general de N 45°-55° W y un buzamiento de 70° NE a vertical, y la veta Paccha, aunque muy sinuosa, tiende N 75°-85° W y buza 60°-80° al N. En la intersección de las dos vetas en el nivel De Biasio, Paccha no es más que un filete angosto e irregular, mientras que en el nivel San Agustín, ambas vetas están unidas por hilillos en una zona de cizallamiento irregular.

mente mineralizada, como se ve en la figura 10, y la estructura principal de la veta Paccha no continúa hasta la veta Murciélago. En ambos niveles la extensión NW de Murciélago se adelgaza y a menos de 45 m de la intersección, la mineralización desaparece casi completamente. Las vetas son de potencia irregular, variando de 30 cm hasta 1 m pero en algunos sitios alcanzan una potencia de casi 2 m.

Las estructuras de las vetas son fallas normales, con desplazamientos estratigráficos de unos pocos centímetros hasta unos 2 m. Los sulfuros se depositaron en fisuras abiertas y cavidades de brecha. Movimiento a lo largo de las vetas, después de la mineralización, causó el brechamiento del mineral, de modo que en ciertos sitios, las vetas consisten de fragmentos angulares sueltos de sulfuros y roca de caja, parcialmente cementados con baritina cristalina o cuarzo. Además de las vetas principales, en los cortes de los niveles De Biasio y San Agustín, a unos 20 m al N de la veta Murciélago, aparece una tercera veta llamada Polvorín (fig. 10, 11). Esta veta varía de 10 a 70 cm en potencia y consiste de fragmentos de brecha y lascas sueltas de rocas de caja, con vetillas, nódulos y bandas de sulfuros y cuarzo. El mineral es parecido al de las vetas principales pero de menor ley. En el nivel De Biasio esta veta tiene un rumbo N 75° W y buza de 80° al S a vertical o a 71° N. Mientras que en el nivel San Agustín tiene un rumbo de alrededor de N 40° W y buza 75°-85° al NE. La estructura de la veta es de falla inversa a lo largo de la cual el desplazamiento de las rocas sedimentarias alcanza de unos pocos centímetros a 90 cm. En el nivel De Biasio, la veta Polvorín es moderadamente persistente, pero demasiado delgada y de muy baja ley para ser trabajada. En la cortada del nivel San Agustín la veta se subdivide en diversos hilillos (fig. 10) que a unos 100 m al SE, se unen a Murciélago. Unos pocos metros al NW de esta unión, la veta Murciélago se divide en varias partes y cambia de rumbo dirigiéndose al N, hacia la veta Polvorín. La intersección de las dos vetas forma uno de los yacimientos de metal más ricos de la mina. Menas de alta ley ocurren al SE de la intersección por unos 70 m hasta cerca del final de la galería, y en los tajeos se extiende por más de 50 m sobre la galería.

En general parece haber un gradual decrecimiento de los valores en la veta Murciélago, hacia abajo del nivel San Agustín hasta el subnivel 80 debajo del nivel De Biasio. Por otro lado sin embargo, la veta Paccha contiene valores igualmente altos o aún mayores en el nivel De Biasio que en el nivel San Agustín. En los tres sub-niveles bajo el nivel De Biasio, la veta Murciélago es persistente, alcanzando de 40 cm a 1 m de potencia, pero consiste principalmente de roca de caja brechada con cuarzo y piritita y solo cantidades menores de galena, esfalerita y tetraedrita. La veta Paccha no está expuesta en los sub-niveles, pero es posible que en profundidad lleve valores más altos que Murciélago.

La mina San Agustín ha sido por muchos años la más grande

GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO DE HUALGAYOC

productora de metales básicos del distrito de Hualgayoc. Durante 1949 produjo 9210 toneladas métricas de mena.

Las reservas de esta mina son lo suficientemente grandes como para mantener la presente producción por varios años. Sin embargo, la mayoría del mineral de los presentes trabajos ha sido extraído, necesitándose mayor exploración en profundidad y lateralmente sobre las vetas.

Mina El Imperial o Paccha. — La mina El Imperial o Paccha, está situada al S de la carretera Hualgayoc-Bambamarca en la ladera del cerro de la mina San Agustín (fig. 2). El túnel principal y más bajo es el Socavón Imperial, que está a unos 90 m mas alto que el nivel San Agustín. La mina estaba abandonada desde hace varios años por lo que la mayoría de las labores estaban derrumbadas o inundadas; en 1950, solo había un túnel abierto. Durante la primera parte del presente siglo esta mina fué una de las más activas del distrito, produciendo mineral de las vetas Murciálago y Paccha.

Un plano de denuncios de Hualgayoc hecho por la CEMSA, muestra cerca de 500 m de labores en el Socavón El Imperial sobre las vetas Paccha y Murciálago. Málaga Santolalla (1904, pág. 35-36) describió esta mina como Mina Morocha, diciendo que una veta con rumbo N 70° E y buzamiento 85° SE era trabajada en ese entonces. Esta veta, que alcanza de 1 a 60 cm de potencia, contenía tetraedrita, esfalerita, galena, pirita, chalcopirita, arsenopirita, baritina y cuarzo. En general, la mena contenía unos 2.5 Kg de plata por tonelada métrica y de 10 a 12% de cobre. Málaga Santolalla dice además que la veta Murciálago, expuesta en el Socavón Imperial a 146 m del portal, contenía oro.

La mayoría de las labores se encuentran en intercalaciones de lutitas grises a gris oscuro, lutitas arenosas y areniscas con rumbo N 15°-35° W y buzamiento de unos 15° SW. Los trabajos superiores de la mina se encuentran en un sill grande (fig. 2) y es probable que exista otro sill cubierto entre el Socavón Imperial y la mina San Agustín. En los 85 m aún abiertos, de uno de los túneles superiores situados en la base del sill, se exhibe un segmento corto de una veta tajeada. Esta veta tiene una potencia de alrededor de 1 m, y consiste principalmente de brecha de la roca encajonante, cuarzo y pirita. Tiene un rumbo N 60°-65° E y buza 70°-80° NW, o sea similar a la veta Paccha de la mina San Agustín.

El material en cancha de esta veta, consiste de roca sedimentaria, o de roca intrusiva alterada, con vetillas, agregados y granos disseminados de pirita, galena, esfalerita, baritina y cuarzo. Algunos especímenes contienen agujas de estibina y ampollas y vetillas de chalcopirita, y otras contienen vetillas y ojos botrioidales de rodocrosita.

A juzgar por el tamaño de las varias canchas de la mina, los

trabajos subterráneos fueron extensos, siendo probable que la mayoría del mineral sobre el nivel más bajo, haya sido extraído.

Mina Los Negros. — El nivel principal de la mina Los Negros, el Socavón San Carlos, está situado en el lado S de la quebrada Los Negros, a más o menos 1.2 Km al NW de la planta de la CEMSA (fig. 2). El socavón San Carlos llegaba antes hasta la mina Mansita y tenía unos 2 Km de labores, de los cuales sólo unos 600 m están aún abiertos (fig. 12). Tres de las vetas cortadas por el túnel fueron exploradas por galerías, habiendo sido explotadas sólo en unos pequeños tajeos. En 1950 el nivel principal no estaba en trabajo pero se estaba avanzando un túnel de cortada más alto, a unos 150 m más al S, para cortar las vetas de Los Negros en un nivel superior. Este túnel tenía una longitud de unos 200 m en Diciembre de 1950.

Málaga Santolalla (1904, pág. 34-35) describe la mina Los Negros y la mina Santo Cristo y dice que la veta (Santo Cristo), con rumbo de N 85°-90° E y buzamiento de 45° al S, fué notable por su abundante producción de 6 a 7 toneladas diarias de mena con un contenido de 80 a 200 marcos de plata por cajón (6.67 a 16.67 Kg de plata por tonelada métrica). La veta tenía una potencia media de 40 cm y consistía de tetraedrita, galena, esfalerita, pirita, chalcopirita, baritina y cuarzo. Durante el quinquenio 1898-1902, esta veta produjo 100,650 marcos de plata (23, 154 Kg). La veta fué abierta por una cortada de 136 m y fué explotada en este nivel y en otro, 82 m más abajo. Durante el mapeo del Socavón San Carlos, no se vió la veta Santo Cristo, siendo probable que los trabajos a que se refiere Málaga Santolalla correspondan a otro túnel, ahora derrumbado.

El portal del Socavón San Carlos se encuentra en un sill de pórfido diorítico alterado, que se conecta con la intrusión del Cerro Jesús. En el túnel, a 115 m del portal, una falla normal, quizás la misma que aflora en el cañón de Hualgayoc con un desplazamiento de cerca de 15 m, levanta la serie de areniscas y lutitas que infrayacen al sill. Los sedimentos y el sill tienen un rumbo N 85° W y buzan 8°-12° S. Las areniscas y lutitas continúan en el túnel hacia el S hasta cerca de la veta principal más septentrional donde desaparecen ya sea por efectos de fallas o porque buzan hacia el piso del túnel debajo del sill. Todas las labores hacia el S se encuentran en diorita, alterada, como se muestra en la figura 12. La mayor parte de la roca expuesta en el túnel está fuertemente alterada, y en ciertos lugares es difícil decir si la roca original fué sedimentaria o intrusiva.

En el Socavón San Carlos se exponen dos vetas principales. La veta N se muestra en una galería de 80 m y la veta S en una galería de 175 m. La veta N, que tiene un rumbo de N 85° W, buzamiento de 85° S a vertical y 10 a 50 cm de potencia, contiene roca intrusiva brechada y panizo o arcilla, con cantidades menores de pirita, esfalerita, galena y tetrae-

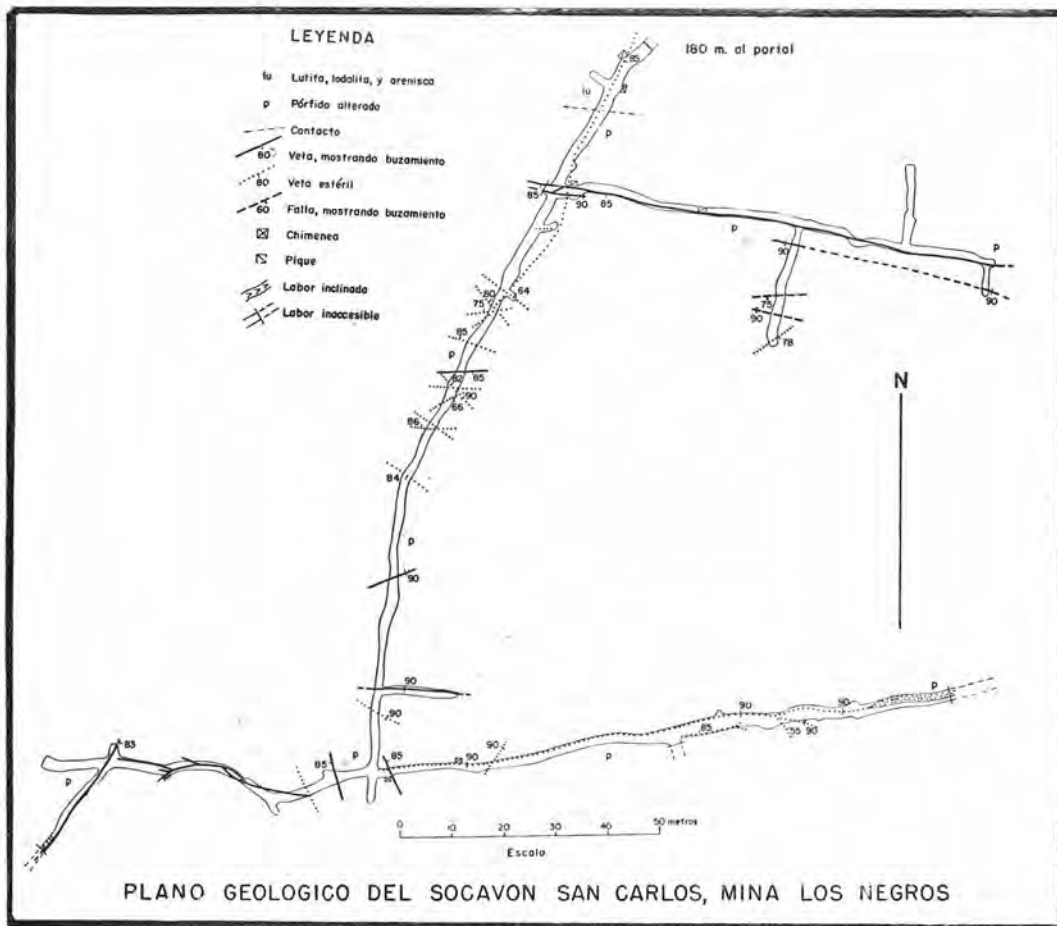


FIGURA 12

drita. La veta S, aunque más irregular y discontinua por sus muchas ramificaciones, tiene un rumbo general de unos $N 80^{\circ} E$ y buza verticalmente. Las vetas y ramificaciones varían de 2 a 30 cm de potencia y consisten de roca intrusiva quebrantada con arcilla o panizo y vetillas de cuarzo y piritita. La mayoría de las pequeñas vetas expuestas en el socavón, que alcanza de 2 a 20 cm de potencia, contienen solo arcilla, cuarzo y piritita, aunque unas pocas contienen cantidades menores de galena y esfalerita o enargita. Ninguna de estas vetas contiene material explotable.

El socavón S de la mina Los Negros se halla en las areniscas y lutitas casi horizontales que se encuentran sobre el sill. No tiene vetas expuestas, pero sí varias areniscas lutíferas con potencias de hasta 30 cm que contienen mucha piritita cristalina.

Las vetas expuestas en el Socavón San Carlos son esencialmente estériles; evidentemente no fueron ellas las que produjeron la gran cantidad de plata que se atribuye a esta mina. Los viejos mineros de Hualgayoc dicen que cuando la mina fué abandonada, las principales vetas contenían aún gran tonelaje de menas de plomo y zinc.

Mina El Dorado.—La mina El Dorado está situada en la parte S del cañón del Río Hualgayoc a unos 200 m al S de la carretera Hualgayoc-Bambamarca (fig. 2). Una pequeña carretera conecta la mina con la carretera principal.

Dos mantos o capas mineralizadas afloran dentro de la serie de areniscas y pizarras, varios metros bajo el contacto con la caliza. Las rocas sedimentarias se presentan como una lengua entre dos de los sills principales expuestos en el cañón. Los mantos, así como las capas sedimentarias, tienen un rumbo promedio de $N 60^{\circ}-75^{\circ} W$ y buzanan $15^{\circ}-20^{\circ} S$. El laboreo del manto superior comenzó durante el final del decenio de 1940, y en 1950 había sido explorado y explotado en una extensión horizontal de unos 65 a 80 m. El manto inferior, cuyo techo está a 6.3 m bajo la base del manto superior, ha sido explorado por un túnel de 25 m.

El manto principal parece haber sido formado por reemplazamiento y relleno de cavidades en una capa de arenisca lutífera, encerrada entre dos capas de lutita blanda, negra y de estratificación delgada. El manto inferior que tiene 1.8 m de potencia es también una arenisca lutífera mineralizada, teñida de color gris, que contiene vetillas y granos diseminados de piritita. El manto principal varía en potencia de 1.30 a 2.75 m pero en promedio es de sólo 1.75 m. La mena es una mezcla granular de sulfuros, ganga, cuarzo residual y lutita. El tenor del mineral es bastante uniforme a través del ancho del manto. El manto contiene mucha esfalerita de color marrón oscuro, de grano fino, galena y piritita. Las cavidades en la mena y las vetillas transversales contienen esfalerita de color marrón-naranja, rodocrosita, baritina y cuarzo. Algunas cavidades de hasta 20 cm de diámetro están tapizadas por cristales de minerales bien for-

mados, principalmente esfalerita, galena y baritina. La mineralización del manto inferior es similar a la del manto superior pero la cantidad de mena es mucho menor.

El manto principal está partido por fracturas abiertas y fallas de pequeño desplazamiento. Ambas fracturas son post-minerales y están arregladas en dos sistemas. El más prominente tiene un rumbo N 65°-85° E y buza de 65° N a vertical. El segundo sistema tiene un rumbo de N 25°-50° E y buza de 75°-85° SE a 78°-83° NW. Generalmente el salto estratigráfico de las fallas es menor que 50 cm; el mayor salto observado fué de 1 m. Las fallas son tanto normales como inversas y muchas de ellas muestran estrias de falla.

En el extremo N de las labores de El Dorado, el manto principal está cortado por una falla post-mineral. La zona de falla, expuesta en un corte abierto, tiene varios metros de ancho y consiste de arenisca alterada, cizallada y brechada. Los planos de cizallamiento prominentes tienen un rumbo N 70°-90° W y buzan 75° N a vertical, y muchos están estriados. La zona contiene mucho óxido de hierro y panizo mezclados con roca brechada, y a veces también contiene fragmentos angulares de mena de hasta 40 cm de diámetro. Las cavidades de la brecha, alrededor de los fragmentos de mena, contienen pequeños cristales de cerusita. La falla se muestra sólo en el corte abierto, por lo que no fué posible determinar exactamente la magnitud del desplazamiento. El área cubierta de suelo fué explorada con cierta minuciosidad, hasta 100 m al N de la falla, pero el manto no fué encontrado; al parecer, o la mineralización se debilita o el desplazamiento de la falla es mayor que lo que indican las relaciones observadas en el campo.

En la parte S de los trabajos la mineralización del manto se debilita formando una sección irregular esencialmente estéril que se extiende desde una pequeña falla en el NE hacia el SW, hasta el nivel inferior. En esta área el manto consiste principalmente de arenisca lutífera color canela clara o gris, alterada y con algo de piritita diseminada. Sin embargo, el manto contiene buen mineral cerca del portal del nivel inferior, y la parte más potente y rica del manto se expone en un socavón corto situado a unos 10 m más al SW. Esto indica que el mineral continúa hacia el S y hasta profundidades mayores que el nivel más bajo. La sección estéril del manto puede haber resultado de una pequeña diferencia en la composición o en la porosidad de la capa de arenisca, reduciendo así la susceptibilidad al reemplazamiento.

Debajo del manto principal, y separado de él por 1 m de pizarras negras, se encuentra una arenisca piritizada con cerca de 1.2 m de potencia. Esta capa consiste de arenisca lutífera gris, con vetillas y cristales diseminados de piritita y unas pocas vetillas de esfalerita y galena. El nivel de extracción principal de la mina sigue esta capa por una distancia de 70 m, pero no exhibe mineral. Muchas otras capas de arenis-

ca delgadas expuestas en la mina y en las labores de superficie cercanas, contiene vetillas y granos diseminados de pirita.

El manto principal fué muestreado y analizado por el Banco Minero. Los resultados de los análisis de 72 muestras son los siguientes:

Potencia media de las muestras	1.72 metros
Contenido medio de plomo	19.2 %
Contenido medio de zinc	20.4 %
Contenido de plata:	casí todas las muestras dieron menos de 1 onza por tonelada métrica. El valor más alto fué de 7.28 onzas.

En 1949 esta mina produjo entre 4000 y 5000 toneladas métricas de mena. En 1950 el Banco Minero empezó la instalación de una planta de 50 toneladas para concentrar menas de El Dorado y de otras pequeñas minas del distrito.

El manto principal de El Dorado es el yacimiento de plomo y zinc más potente y rico que se presenta en el distrito de Hualgayoc; su presente explotación deberá ser muy lucrativa por varios años. Sin embargo, la exploración lateral del manto es escasa no siendo posible estimar si el yacimiento es grande o pequeño. El manto está limitado en su lado W por una superficie de erosión y en el N, aparentemente, termina contra una falla o la mineralización muere. Se necesita más exploración hacia el N, para probar conclusivamente que el manto no continúa en esa dirección, y mucho mayor exploración hacia el S y el E, para determinar la extensión del yacimiento.

Mina Centinela.—La mina Centinela es uno de los denuncios de El Dorado situada a unos 100 m al SE de esta mina. Las labores son principalmente exploratorias y consisten de una cortada de 10 m y una galería de 85 m sobre la veta Centinela. La mina no se trabajaba en 1950, pero anteriormente se extraían menas de dos pequeños tajeos.

Los minerales de la veta se depositaron a lo largo de una zona de fallas inversas, que varía de 25 cm a 1.5 m en potencia, con un rumbo de N 55°-75° E y buzamiento de 70° NW a vertical. El máximo desplazamiento estratigráfico a lo largo de la falla es de unos 50 cm. La roca encajonante es arenisca gris con intercalaciones de lutitas negras, las que tienen un rumbo de N 65° W y buzamiento 16° S. la veta contiene roca de caja brechada y alterada, panizo, y ojos y vetillas de pirita, marcasita, esfalerita, tetraedrita y galena. Tiene, además, muchas cavidades que contienen cristales de baritina y cuarzo. Las paredes de la veta se encuentran parcialmente silicificadas, estando sembradas de vetillas y granos diseminados de pirita.

Una característica rara de la veta Centinela, en comparación con otras vetas del distrito de Hualgayoc, es la ocurrencia de marcasita cris-

talizada. En ciertos sitios a lo largo de la veta se encuentran bandas y ojos de marcasita que alcanzan 30 cm de ancho y 1.5 de largo. Estos cuerpos tienen una superficie botrioidal y consisten de láminas concéntricas de cristales tabulares que miden a veces hasta 10 cm de largo. Las fracturas dentro de los cuerpos de marcasita y las uniones entre los cristales tabulares, contienen galena de grano muy fino.

Salvo en una o dos bolsonadas, la veta parece ser de muy baja ley para ser trabajada siendo dudoso que una exploración adicional revele menas de mejor ley.

Mina Fraternidad.—La mina Fraternidad se encuentra a unos 250 m al SE, cuesta arriba de la mina El Dorado, en el lado S del cañón del Río Hualgayoc (fig. 2). La veta Fraternidad ha sido explorada y explotada en muchos pozos y socavones cortos, la mayoría de los cuales se encuentran derrumbados o rellenados. El socavón principal, que es donde la veta está mejor expuesta, consiste de una cortada de 75 m y una galería sobre veta de 65 m con tajeos de gradines rectos y de gradines invertidos. El portal del socavón está en el contacto entre la caliza y el sill de pórfido aliterado suprayacente que tiene rumbo N 45° W y buzamiento 16° SW; todas las labores de este nivel están en diorita.

La veta Fraternidad, que tiene un rumbo de N 55°-85° W y un buzamiento de 50°-60° NE, varía en potencia de 50 cm a 1.25 m. Contiene mucha roca de caja brechada y minerales sulfurados. Las paredes de la veta y los fragmentos de brecha muestran una silicificación parcial. Los minerales de la veta aparecen en fisuras irregulares y en cavidades de la brecha y tienden a concentrarse a lo largo del piso y techo de la veta. Los minerales predominantes son esfalerita, galena, baritina y cuarzo, con cantidades menores de chalcopirita, pirita y rodocrosita. Una gran parte de la mena se presenta bandeada y porosa, con algunos fragmentos de brecha de hasta 25 cm de diámetro, completamente englobados por esfalerita cristalina. Parte de la mena fué brechada por movimientos a lo largo de la veta, posteriores a la mineralización, por lo que algunos fragmentos de mena muestran estrías de falla.

En la cortada a la veta Fraternidad, están expuestas tres vetas que varían de potencia de 5 a 20 cm y que contienen arcilla, cuarzo y pirita, con cantidades menores de mena. Las otras zonas de fractura y cizallamiento expuestas en el corte son estériles.

Durante las postrimerías del año 1950 la CEMSA reabrió parte de la mina y extrajo unas pocas toneladas de mineral. Aparentemente la mayoría de la mena ha sido extraída, pero unas exploraciones adicionales en las antiguas labores bajo y sobre el nivel del socavón actual podrían revelar una moderada cantidad de nueva mena.

Mina Nueva California.—La mina Nueva California se encuentra a unos 350 m al SW de la mina El Dorado. El área de la mina fué explo-

rada con pozos, encima del barranco que forma un sill de pórfido alterado, y con un socavón de 85 m. La bocamina del socavón se encuentra en las calizas silicificadas y lutitas debajo del sill. El contacto de la caliza con el sill, que se muestra en el túnel a 42 m del portal, tiene un rumbo de N 85°-90° E y buza 20°-25° S.

A 63 m del portal, el socavón corta una veta que fué explorada hacia ambos lados por una distancia total de unos 40 m. La veta, que tiene un rumbo N 55°-75° E y un buzamiento de 55°-73° NW, varía en potencia de 50 cm a 2.5 m, consistiendo principalmente de pórfido cizallado, fragmentos de brecha y panizo con vetillas y ojos de pirita, cuarzo y cantidades menores de esfalerita, galena y rodocrosita.

Parece que en éstas labores exploratorias no se encontró mineral, por lo que la mina fué abandonada.

Mina Atahualpa.—La mina Atahualpa se encuentra a unos 500 m al S de las labores de la mina El Imperial y cerca de una amplia quebrada poco profunda.

Existe allí una zona de contacto alrededor de un sill de pórfido y cerca de una falla. Esta zona fué explorada por diversos socavones pequeños, todos los cuales están derrumbados en sus bocaminas. Las muestras de mineral de las canchas consisten de caliza alterada con vetillas y ojos de galena, esfalerita, pirita y baritina. Unos cuantos especímenes consisten de galena de grano fino y esfalerita de color rojo-marrón (schalenblende). Málaga Santolalla (1904, pág. 38) dice que un ensayo de la mena de la mina Atahualpa rindió 52 % de plomo y 150 marcos de plata por cajón (12.5 Kg de plata por tonelada métrica).

El área de la mina está cubierta por suelo y deshechos de los socavones, por lo que no fué posible examinar los afloramientos. La mayor parte del material de deshecho es estéril.

Socavón Carassai y Socavón Marta.—El portal del socavón Carassai está en el lado S de la carretera Hualgayoc-Bambamarca, en Quebrada Honda, a unos 0.5 Km al E de Hualgayoc. El socavón Marta se encuentra a unos 60 m hacia el E y 47 m más alto (fig. 13). El socavón Carassai consiste de una cortada de 175 m y de galerías cortas sobre tres vetas, mientras que el Marta consiste de una galería de 80 m sobre la veta principal y una galería más corta sobre una veta secundaria. Las vetas en Carassai no estaban tajeadas, pero aquellas en Marta sí habían sido explotadas encima y abajo del nivel del túnel. La roca regional de la zona de la mina es un pórfido alterado.

La veta principal en el socavón Carassai, que alcanza una potencia de 50 cm a 2 m, estaba explorada por una galería de 50 m. Esta veta con rumbo N 80° E y buzamiento 60°-70° N consiste principalmente de pórfido cizallado y brechado, arcilla y pirita. La veta tiene cavidades de hasta 10 cm de diámetro. En el frente de la galería, la veta tiene una poten-

GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO DE HUALGAYOC

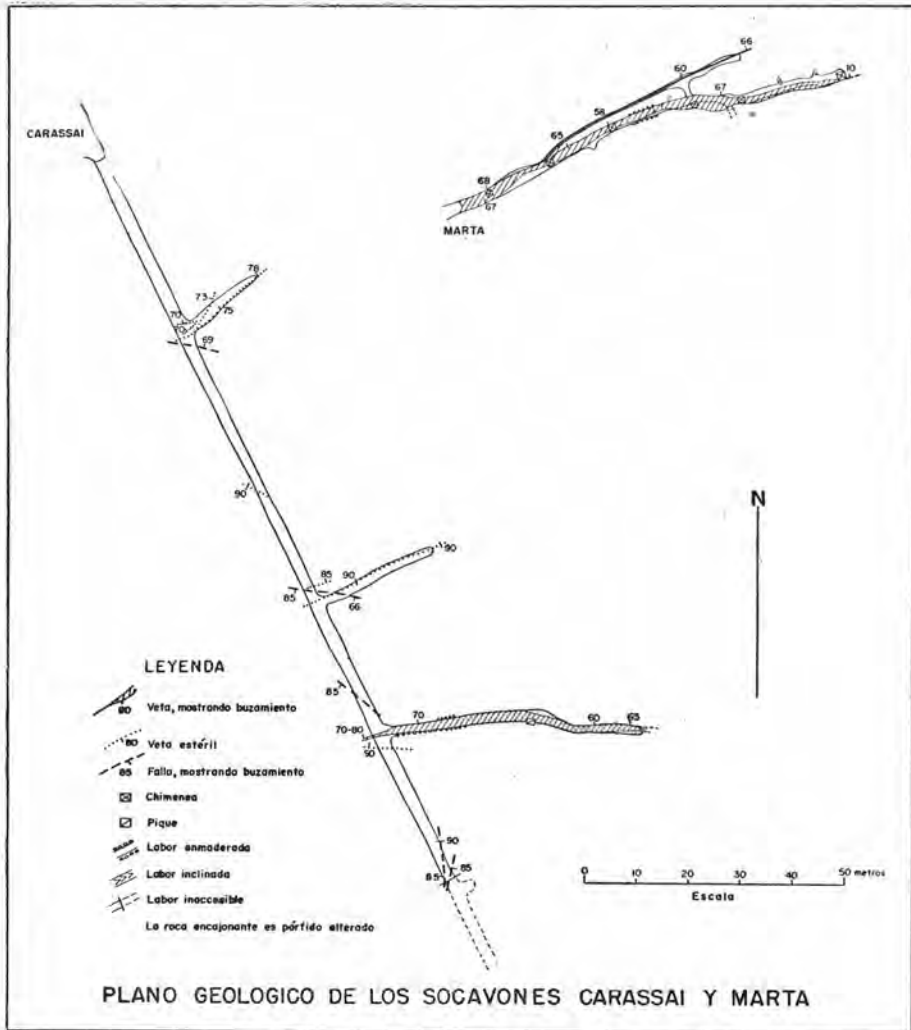


Figura 13

cia de 1 m y contiene bandas y ojos porosos de pirita, esfalerita, galena, baritina y cuarzo. Las otras dos vetas, exploradas por dos galerías cortas, varían en potencia de 10 cm a 50 cm y consisten de roca de caja fracturada con vetillas y ojos de pirita, cuarzo y cantidades menores de rodocrosita. Otras dos pequeñas vetas cortadas por el socavón, contienen cantidades menores de cuarzo y pirita, mientras que las fallas y fracturas que se muestran en el mapa (fig. 13) son esencialmente estériles.

La veta principal en el socavón Marta, que alcanza una potencia de 1 a 2 m, tiene un rumbo de N 60° E y buza 58°-68° NW. Probablemente corresponde a la veta más cercana al portal en el socavón Carassai. Consiste de roca intrusiva fracturada y brechada, y panizo con vetillas y ojos de pirita, galena, esfalerita, baritina y cuarzo. Además de la veta principal, existen pequeñas ramificaciones y vetillas desconectadas.

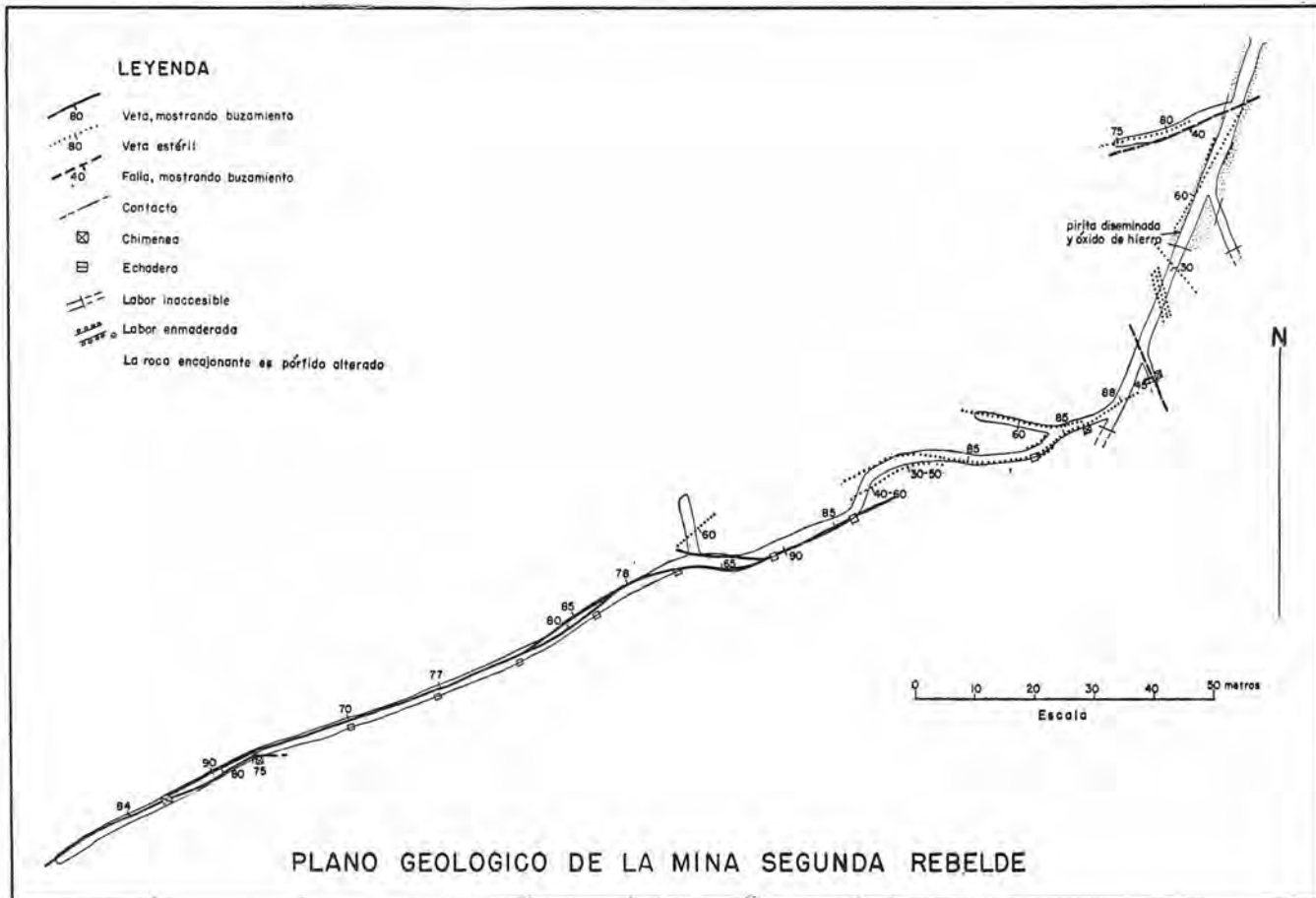
Durante 1949, la CEMSA trabajó el socavón Marta y produjo 168 toneladas métricas de mineral. El Ing. De Col, de la CEMSA, dijo que las dos o tres bonanzas de la veta contenían entre 14 y 16 % de plomo. Sin embargo, el material restante parece de baja ley y la mayor parte de la veta expuesta es estéril. Minerales aprovechables fueron vistos en una veta en el socavón Carassai, pero no en cantidad comercial. Exploraciones adicionales en los dos socavones podrían mostrar pequeñas bonanzas, pero es dudoso que se encuentre una cantidad grande de mena.

Mina Victoria.—La mina Victoria se encuentra cerca del centro de Quebrada Honda, entre la carretera Hualgayoc-Bambamarca y el río Hualgayoc. Un socavón, derrumbado a 25 m del portal, corta una veta de 5 a 20 cm de potencia, que contiene panizo, brecha y pirita. La veta, que tiene un rumbo N 65° E y buza 70° S, se encuentra en un pórfido alterado de color gris claro a blanco.

Una pequeña pila de mineral en la cancha de la mina contiene fragmentos de diorita alterada con pirita en granos diseminados o pirita maciza, a la vez que mucho óxido de hierro y cantidades menores de galena de grano fino y esfalerita rojo-marrón. Las cavidades en la veta están tapizadas con placas de baritina y cristales de cuarzo. En un espécimen se encontraron galena y esfalerita revistiendo o rellenando las aberturas entre las placas de baritina.

Como no se observaron minerales aprovechables en la veta expuesta, no se sabe si la galena y la esfalerita de la cancha provienen de una bolsónada en esta veta o de otra veta detrás del derrumbe del socavón.

Mina Segunda Rebelde.—La mina Segunda Rebelde está en el lado E del Cerro San José, cerca de la cabecera de Quebrada Honda (fig. 2). El socavón principal tiene unos 270 m de labores, y la veta está tajada hacia arriba y hacia abajo (fig. 14). Los tajeos superiores son parcialmente ac-



PLANO GEOLOGICO DE LA MINA SEGUNDA REBELDE

Figura 14

cesibles gracias a un pequeño túnel a unos 40 m sobre el socavón principal.

La roca expuesta en las labores es un pórfido gris claro alterado. La alteración es más fuerte cerca del portal del túnel principal y la roca contiene mucha pirita, óxido de hierro y arcilla. En el socavón se exhiben varias zonas de brecha y panizo además de la veta principal.

La veta principal es bastante irregular y presenta muchas ramificaciones, pero en general su rumbo es N 65°-70° E y buza 70° NW o verticalmente. Su potencia varía de unos pocos centímetros hasta 60 cm pero en promedio es solo de unos 30 cm de espesor. Consiste principalmente de cuarzo, pirita, roca de caja brechada y arcilla, con vetillas, ojos y granos diseminados de esfalerita, galena y chalcopirita. Las paredes de las labores y los enmaderados antiguos a lo largo de la veta están comunmente incrustados con sulfato de cobre. En general, la veta expuesta parece ser de baja ley o estéril, sin embargo, parte de la mena de los tajeos debajo del nivel principal es de ley moderadamente alta. Los fragmentos de mena proveniente de los tajeos inferiores, consisten de bandas alternadas de pirita y esfalerita marrón-oscuro asociada con galena y cuarzo. Algunos especímenes contienen también bandas delgadas de chalcopirita, y otros contienen mucha baritina cristalizada, la que parece haber sido depositada antes que los sulfuros. Las ramificaciones de la veta principal y las fallas mostradas en el mapa (fig. 14) contienen por lo general 30 a 50 cm de brecha de roca encajonante, arcilla, cuarzo y pirita.

La mina no estaba en operación durante 1950 aunque había sido trabajada intermitentemente en años anteriores. Durante 1949 produjo 893 toneladas métricas de mena de plomo, zinc, cobre y plata. La veta principal había sido extensamente tajeada por unos 50 m hacia arriba del nivel principal, pero hacia abajo los tajeos eran más reducidos; aparentemente, la mayor parte de la mena arriba del nivel había sido extraída. El Sr. De Col, de la CEMSA, dijo que aún existían menas de ley moderada debajo del nivel principal y que su compañía planea extender el Socavón Carassai, para cortar la veta Segunda Rebelde a mayor profundidad.

Mina El Misti.—Los diversos cateos superficiales, piques y socavones de la mina El Misti, a unos 500 m al SE de la mina Segunda Rebelde, muestran ya sea zonas de brecha irregulares o vetas, sobre una falla a lo largo del contacto entre el pórfido alterado y las calizas y lutitas interstratificadas. Los trabajos se extienden a lo largo del contacto por una distancia de unos 125 m. La veta principal fué trabajada en dos socavones por medio de tajeos que a veces se extienden abiertos hasta la superficie. El socavón occidental es el nivel principal, y corta a la mayoría de las labores del área.

La veta principal es una zona de brecha y panizo de un metro de ancho con mucho óxido de hierro; tiene un rumbo de N 85°-90° E

y buza verticalmente. Las rocas sedimentarias cerca del área de la veta, tienen un rumbo N 70° W y buzanan 35° SW. Las diversas ramificaciones de esta veta y las varias vetas más pequeñas paralelas a ella, se presentan tanto en la caliza como en los intrusivos. Estas vetas alcanzan hasta 1 m de ancho y consisten principalmente de brecha y panizo teñido por óxido de hierro, y sólo en ciertos lugares presentan vetillas, ojos y granos diseminados de pirita, galena y rodocrosita. Parte de la caliza encajonante ha sido recristalizada y silicificada.

Tanto en las exposiciones de las vetas como en el material de las canchas no se ven minerales económicos, siendo dudoso que futuras exploraciones revelen mena. Es posible que las partes oxidadas de las vetas hayan sido trabajadas por oro y plata.

Mina Mario.—La veta de la mina Mario, situada en la parte S del Cerro San José (fig. 2), está expuesta en la superficie por unos 600 m y ha sido explorada por medio de catas, pozos, trincheras y pequeños socavones. Durante el año 1950, se estaba trabajando un nivel de unos 60 m de largo, por el método de gradines invertidos. Durante los años 1950 y 1951 los dueños hicieron una cortada a 55 m por debajo del nivel principal.

La veta Mario se encuentra a lo largo de una falla en el contacto entre el pórfido alterado del cerro San José y la caliza sin alterar de mas al S. En las labores principales la veta tiene una potencia promedio de un metro, un rumbo de N 45°-75° E y un buzamiento de 70°-80° SE. La veta consiste de una brecha con fragmentos tanto de caliza como de roca intrusiva cementado por los minerales de la veta, principalmente rodocrosita, y además contiene lentes y vetillas de sulfuros. Algunos de los lentes, de hasta 20 cm de ancho y 1.5 m de largo, consisten principalmente de galena. El Sr. Carassai, de la CEMSA, dijo que en la nueva cortada la veta tiene de 10 a 30 cm de potencia y consiste casi solamente de galena argentífera. En cambio, en las catas superficiales y trincheras, la veta varía de 1 a 1.5 m de ancho y consiste principalmente de fragmentos de brecha y de óxido de hierro. Al S de la veta y por unos 10 y 15 m, la caliza contiene mucho óxido de hierro negro o marrón-naranja.

La mena proveniente del túnel principal se muestra irregularmente bandeada y porosa, y consiste de rodocrosita, baritina, esfalerita marrón claro y galena cúbica de grano grueso, con cantidades menores de pirita. La galena y la esfalerita tienden a formar bandas separadas; las drusas dentro de la mena contienen comunmente grandes cristales de baritina, o aparecen cubiertas por una costra botrioidal de rodocrosita. Muchas de las fracturas de la mena están rellenas con calcita.

Durante 1950 la mina produjo un promedio de 2 toneladas por mes de concentrados escogidos a mano y más o menos 100 toneladas de mineral sin escoger. Los concentrados tenían un promedio de 40 a 50 % de plomo, 10 a 20 % de zinc, y unas 50 onzas de plata, mientras que la mena

sin escoger tenía un promedio de 5 % de plomo, 7 % de zinc y 6 onzas de plata.

La mina Mario es una de las minas chicas más ricas del distrito de Hualgayoc y sus reservas deben ser lo suficientemente grandes como para justificar un moderado aumento en la producción por algún tiempo, aunque la veta parece ser demasiado chica para llevar a cabo un aumento mayor en la producción por más de unos pocos años.

En el lado W del cerro San José, a unos 100 o 200 m al N de las labores principales de la mina Mario, existen dos pequeños socavones cerca del piso del valle, que exponen sendas vetas. Ambos están localizados sobre zonas de cizallamiento en diorita alterada. En el socavón más meridional, de cerca de 5 m de largo, la veta tiene una potencia de 1 m, un rumbo de N 85° E y un buzamiento de 80°-85° S y consiste de fragmentos de brecha, panizo y cuarzo esponjoso con ojos y vetillas de pirita y cantidades menores de esfalerita. Esta veta puede ser la continuación de la veta Segunda Rebelde. El socavón más septentrional tiene una longitud de 25 a 30 m y expone una zona de cizallamiento de 50 cm a 1 m de potencia, con rumbo N 80° E y buzamiento de 75°-80° N. Esta zona contiene fragmentos de roca intrusiva y vetillas de cuarzo, pirita, baritina y cantidades menores de esfalerita. Ninguna de estas vetas contiene mena.

Región de Cerro Jesús

La región de Cerro Jesús, al N y NW de Hualgayoc, fué un sitio de intensa exploración y explotación, durante los siglos XVIII y XIX. Actualmente las vetas están expuestas en numerosos cateos, trincheras y socavones. Es probable que estas vetas hayan rendido cantidades apreciables de oro y plata durante sus primeros años de actividad. Sin embargo, la mayoría de ellas parecen ser principalmente estériles, siendo poco probable que se encuentren nuevas bolsionadas grandes ni aún con exploraciones adicionales. Algunas vetas contienen pequeñas reservas de mena que pueden ser económicamente aprovechables.

Cerro Jesús.—El cerro Jesús, un pico prominente al N de Hualgayoc, está formado por una intrusión de pórfido alterado, cruzada por muchas vetas y atravesada por numerosas labores mineras. La mayoría de estas labores tienen más de 50 años y ya no son accesibles, pero las vetas todavía pueden ser examinadas en catas y trincheras y en unos pocos socavones. Los informes antiguos dicen que durante la época colonial se extrajeron enormes cantidades de plata de las minas del cerro Jesús. Durante las postrimerías del siglo XIX y los comienzos del siglo XX, sólo dos minas, Santa Lucía y Aranzazú, producían plata; y ya en tiempos más recientes, las vetas han sido trabajadas intermitentemente y las canchas antiguas han sido repasadas. En 1950, la CEMSA trabajaba algunas vetas del Socavón Real y de la mina Mansita, mientras que el socavón El Milagro no se trabaja desde 1940.

GEOLOGÍA DEL DISTRITO MINERO DE HUALGAYOC

Durante tiempos coloniales se producía plata de las zonas oxidadas de las vetas y del material aluvial y del suelo de Cerro Jesús. Aparentemente las zonas de enriquecimiento se extendían sólo unos pocos metros bajo la superficie, aunque en algunos casos profundizaban varias decenas de metros. Después de agotar las menas superficiales de alta ley, los colonizadores españoles trabajaron algunas de las piritas argentíferas de baja ley. Es dudoso que ninguna de estas vetas pudiera ser trabajada económicamente por plata en la actualidad.

En el mapa geológico (fig. 2), se muestran sólo las vetas o zonas mineralizadas más prominentes o las más intensamente trabajadas del cerro; muchas vetas más angostas y cortas no han sido mapeadas. En ciertos sitios la roca intrusiva contiene vetillas y granos diseminados de pirita o vetillas de cuarzo, que constituyen varios porcientos del volumen total de la roca. Estas áreas pueden alcanzar varias decenas de metros en diámetro. Las vetas consisten típicamente de fragmentos de pórfido alterado y arcilla con bandas, ojos y granos diseminados de pirita. Algunas vetas contienen cantidades menores de galena, esfalerita, tetraedrita, rodocrosita y baritina.

A continuación se describen las partes superficiales de algunas vetas del Cerro Jesús, pues sus características a mayor profundidad serán descritas más tarde al discutir los socavones Milagro, Real y Barragán.

La veta Presidente Leguía, una de las más septentrionales, ha sido explotada y explorada extensamente por una distancia de unos 500 m a lo largo de su rumbo. La veta tiene un rumbo N 55°-60° E y buza 60°-65° NW. Cerca de la cresta del cerro tiene unos 2 m de potencia, y consiste de fragmentos de brecha de un intrusivo blanco alterado, con panizo blanco o gris e hilillos de cuarzo. La mayor parte del material de la veta contiene granos y cristales de pirita. Un pequeño socavón reabierto en 1950, expuso un bolsón de mena que mostraba esfalerita y pirita atravesadas por vetillas de galena. Las cavidades de las muestras de mena contenían placas de baritina revestidas con cuarzo. Un gran número de especímenes contenían schalenblende o esfalerita botrioidal (fig. 8). El trabajo fué abandonado a las pocas semanas por no encontrarse más mena.

El Rajo del Pilar, un gran tajeo abierto situado cerca de la cumbre del Cerro Jesús, está localizado en la intersección de dos vetas mayores: la veta El Rey, con rumbo N 60° E y buzamiento 80° SE, y la veta Aranzazú con rumbo N 70° W y buzamiento 85° SW. El Rey es una zona de cizallamiento que varía en potencia de 1 a 3 m, y que contiene muchos hilillos de cuarzo y pirita asociados con cantidades menores de baritina; en una pequeña área, en el Rajo del Pilar, esta veta contiene ampollas de esfalerita, tetraedrita y covelita. En el Rajo del Pilar se muestra solamente el piso de la veta Aranzazú, pero más hacia el NW se puede ver que la

veta varía de unos pocos centímetros a casi 2 m de potencia, y que consiste principalmente de roca intrusiva fracturada, arcilla, pirita y cuarzo. La veta El Rey ha sido recientemente trabajada en el Socavón El Milagro, pero anteriormente ambas vetas habían sido extensamente explotadas. En las canchas de ambas minas se pueden encontrar fragmentos de roca intrusiva o cuarzo, con vetillas y granos diseminados de galena y esfalerita.

La mina Santa Lucía, descrita por Málaga Santolalla (1904, pág. 32-34), se encuentra al E de el Rajo del Pilar. Es probable que la veta Santa Lucía, la principal de la mina, sea la extensión oriental de la veta El Rey. Málaga Santolalla describió a la veta Santa Lucía con un rumbo de N 65° E y buzamiento hacia el N y S; diciendo que alcanzaba de 10 a 50 cm de potencia y que consistía de tetraedrita, esfalerita, pirita, chalcopirita, baritina y cuarzo. En 1898 la mina produjo 392.16 cajones de mineral (999.9 toneladas métricas de mineral) con una ley promedio de 19.56 marcos por cajón (1.63 Kg de plata por tonelada métrica). El tenor de la mena estaba decayendo constantemente, hasta que en ese año se suspendieron las labores. La compañía continuó explorando pero no encontró nuevas menas por lo que cerró la mina en 1902. En 1950 todas las labores de esta mina estaban derrumbadas o anegadas.

Málaga Santolalla (1904, pág. 36-37) dice que la mina Aranzazú fué famosa en diversas épocas por su producción y que era una de las mejores minas del distrito en la época de su visita. Dice además que la veta Aranzazú era persistente y que las labores eran extensas. Esta mina había sido intensamente trabajada durante los tiempos de la Colonia. Las menas consistían de tetraedrita, pirargirita, stromeyerita, pirita, chalcopirita, galena y cuarzo. Pero en cierto lugar la veta consistía solamente de capas alternadas de sulfuro de plata y roca descompuesta, conteniendo hasta 5900 marcos por cajón (493 Kg de plata por tonelada métrica).

La veta Campanario, situada en el lado S del Cerro Jesús, fué trabajada en muchos cateos, trincheras y socavones cortos. La veta tiene un rumbo N 65°-75° y buza 60° NW. Alcanza de 1 a 1.5 m de potencia y consiste de roca intrusiva fracturada y arcilla con bandas y ojos de cuarzo, pirita y baritina. Los afloramientos intemperizados están incrustados con óxido de hierro, mientras que las paredes de algunas labores aparecen teñidas por sulfato de cobre.

Las vetas expuestas en Cerro Jesús son muy pobres en minerales de plomo, zinc y cobre. Aparentemente las zonas de enriquecimiento superficial, que rindieron menas de alta ley durante la Colonia, han sido agotadas, y las vetas de pirita restantes parecen ser muy pobres en plata.

Socavón Real.—El Socavón Real está situado en el lado S del cañón del Río Hualgayoc, muy cerca del fondo y a unos 200 m al NE del pueblo. (fig. 15). Este socavón es el más largo y el mejor construido del distrito; fué hecho durante la Colonia, por orden real, para cortar en profundidad las vetas de Cerro Jesús. Tiene una longitud de 795 m, con un promedio

GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO DE HUALGAYOC

de 3 m de ancho y 2.5 m de alto. El piso está nivelado y afirmado y posee un canal de desagüe y un conducto de aire forrados en madera.

El socavón corta muchas vetas, zonas de cizallamiento y de brecha de las cuales sólo tres han sido intensamente exploradas y trabajadas. De estas últimas, la veta Campanario, que fué reabierta y trabajada por la CEMSA durante 1950, es la única que contiene menas de plomo, zinc y cobre en la actualidad.

Las cajas de todo el socavón Real están formadas por el pórfido alterado gris a gris-claro de la intrusión del Cerro Jesús. De las 40 o más vetas y zonas de cizallamiento expuestas, en el socavón, casi la mitad de ellas tienen un rumbo entre N 60° E y N 80° E y buzanan verticalmente o fuertemente hacia el N o S. La mayoría varía entre unos pocos centímetros y 1 m de potencia y consisten principalmente de pórfido fracturado o brechado y arcilla, con hilillos de cuarzo y pirita.

La siguiente descripción de las vetas más importantes del Socavón Real, servirá para dar una idea de la estructura y hábito de las vetas de Cerro Jesús en profundidad.

La veta Barragán, expuesta a 38 m de la bocamina, fué explorada por una galería de 23 m. Tiene un rumbo de N 75° E, un buzamiento de 55° N, y su potencia varía entre 25 cm y 1 m. La veta consiste de pirita granular blanda, cuarzo esponjoso o poroso, fragmentos de pórfido y arcilla. En los sitios donde alcanza su máxima potencia, la veta consiste principalmente de pirita.

La veta Guadalupe, con rumbo N 65° E y buzamiento de unos 60° NW es cortada por el túnel a 225 m del portal. Las labores sobre la veta están casi completamente derrumbadas, pero según el decir de los mineros del lugar, las galerías excedían los 200 m de longitud y la veta había sido extensamente tajada hacia arriba. Málaga Santolalla (1904, pág. 53) dice que la cantidad de mena más rica en plata extraída de la veta Guadalupe, llega a los 3'000,000 de marcos (690 toneladas métricas). Los niveles superiores de la veta eran accesibles a través de una chimenea en espiral, la que en 1950 estaba aún parcialmente abierta. La veta alcanza una potencia de 1 a 1.5 m y consiste de pórfido brechado y arcilla plástica y blanca con vetillas, lentes y ojos de pirita granular blanda y cuarzo celular. Por varios metros hacia arriba y abajo de la veta, las cajas son blandas y varían en color del gris claro al blanco.

La veta Campanario, que fué trabajada por la CEMSA durante 1950, aparece a 312 m del portal del Socavón Real; tiene un rumbo irregular de N 70°-87° E y un buzamiento de 63°-74° S. Las labores en la veta principal y en una ramificación en el mismo nivel del socavón, alcanzaban en total a 115 m. La veta principal varía en potencia de 40 cm a 1 m, mientras que el ramal alcanza hasta 1.25 m. Las vetas consisten de pórfido fracturado y brechado y arcilla con bandas, ojos y granos diseminados de cuarzo, pirita, galena, esfalerita y baritina. Las bandas de mena de plomo y zinc

de alta ley pueden llegar hasta 90 cm de potencia. Una parte de esta mena se presenta fuertemente bandeada.

A 560 m de la bocamina, el socavón corta el lado S de una zona de cizallamiento y brecha de 12 a 15 m de potencia. Esta zona es conocida localmente como la veta Poderosa; tiene un rumbo aproximado de N 85° W y un buzamiento casi vertical y consiste de lascas y fragmentos irregulares de pórfido de hasta 2 m de diámetro, ligeramente cementados por cuarzo y óxidos de hierro. Parte del cuarzo es macizo, pero la mayoría es ya sea del tipo celular con grandes cavidades angulares de paredes delgadas, o como una malla de cristales aciculares. Una gran parte del cuarzo sólido contiene moldes de piritoedros de pirita. En algunos sitios las cavidades contienen cristales de pirita o placas de baritina. La mayoría de los fragmentos de pórfido y cuarzo están teñidos o incrustados con óxido de hierro de color marrón chocolate a negro.

A 630 m del portal, el socavón corta otra veta con rumbo N 60° E y buzamiento 71°-75° NW. Esta veta fué explorada por medio de una galería que sólo tiene 30 m aún accesibles. Los tajeos en este tramo alcanzan 20 m hacia arriba. La veta tiene una potencia máxima de 30 cm y consiste de pórfido fragmentado, arcilla, cuarzo y pirita.

Las dos vetas más septentrionales del socavón fueron explotadas por medio de una galería a 685 m de bocamina. De las labores sobre estas vetas quedan abiertos sólo unos 15 m de galerías y los tajeos que se extienden hacia arriba por más de 20 m. La veta más al N, con rumbo de N 50° E y buzamiento de 42°-51° NW, probablemente intersecta a la veta más al S, la que tiene un rumbo N 25° E y un buzamiento de 85° NW a vertical. Ambas vetas contienen pirita granular blanda y cuarzo, y tienen una potencia de unos 30 cm.

Además de las vetas descritas, existen por lo menos otras 37 vetas que varían en potencia de 1 a 15 cm y que continen pirita, cuarzo y arcilla.

Durante 1950, los 25 a 30 hombres que trabajaban en el Socavón Real producían unas 60 toneladas de mena escogida a mano por mes. Un promedio de varios análisis de esta mena, proporcionados por el Ing. De Col, indicaba un contenido de 13% de plomo, 1% de cobre y 500 gramos de plata por tonelada. Es posible que la CEMSA pueda continuar explotando la veta Campanario por unos pocos años más y a la misma escala. Pero todas las otras vetas en el socavón de la mina parecen ser estériles en la actualidad.

Socavón Barragán.— El Socavón Barragán, en la esquina NE del pueblo de Hualgayoc, consiste de un túnel de cortada de 800 m y de más de 350 m de galerías sobre las vetas. Este socavón también fué hecho para cortar por debajo a las vetas de Cerro Jesús. En 1950 no se encontraba en trabajo y aparentemente había sido abandonado desde hacía varios años atrás.

GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO DE HUALGAYOC

Varias vetas y muchas zonas de cizallamiento expuestas en el Socavón Real aparecen también en el Socavón Barragán. Las vetas consisten de roca de caja fracturada o brechada, arcilla, cuarzo y pirita; una de las vetas contiene una pequeña cantidad de esfalerita de color marrón oscuro, pero las otras parecen estar desprovistas de minerales económicos.

La siguiente descripción de las vetas más prominentes sirve para compararlas con las del Socavón Real.

La veta Barragán, con diversas ramificaciones pequeñas, está expuesta a 95 m del portal; ha sido explorada por una galería de 50 m, desde donde fué tajeada hacia arriba. La veta tiene un rumbo de N 65°-75°E y un buzamiento de 65°NW a vertical, y consiste de roca intrusiva fuertemente alterada, fracturada y brechada, con arcilla y lentes y bandas de pirita.

Otra veta, que se encuentra a 425 m del portal del socavón, es posiblemente la misma que estaba explotando la CEMSA en el Socavón Real. La veta tiene un rumbo de N 50° E, un buzamiento de 60°-75° SE y una potencia de 20 a 30 cm y consiste de roca intrusiva desmenuzada, arcilla y pirita.

A 575 m de la bocamina, el socavón corta una veta fallada, cuyo rumbo es N 80° E y cuyo buzamiento varía de 83° S a vertical. Esta veta tiene una potencia de hasta 80 cm y contiene cuarzo, pirita, óxido de hierro, arcilla y caliza fracturada, con cantidades menores de esfalerita marrón oscuro. El desplazamiento horizontal de la veta, sobre la falla es de unos 10 m.

La veta El Rey, cortada a unos 735 m de la entrada, tiene un rumbo de N 65°-75° E y un buzamiento de 62° NW a vertical. La veta tiene una galería de 100 m en el nivel Barragán, desde donde fué tajeada hacia arriba y hacia abajo. Las partes expuestas de la veta varían de 50 cm a 1 m en potencia y consisten de pirita granular blanda, arcilla, cuarzo y calcedonia.

A 7 m al NW de El Rey, el socavón corta a la veta Pacos, que es una zona de brecha de 10 a 15 m de ancho y consiste de lascas y fragmentos de roca intrusiva cementados por cuarzo cristalino y celular, asociados con vetillas de pirita y óxido de hierro color marrón chocolate a negro. Esta zona posiblemente corresponde a la veta Poderosa del Socavón Real; tiene un rumbo aproximado de N 65° E y buza casi verticalmente. La veta Pacos fué explorada por unos 75 m de galerías, y luego tajeada hacia arriba y hacia abajo.

Al final de las labores accesibles en el Socavón Barragán, existe una galería de 30 m sobre la veta La Reina. Esta veta tiene un rumbo de N 60° E, un buzamiento de 56°-60° NW y una potencia de 20 a 50 cm, y consiste de fragmentos de brecha, arcilla, pirita y cuarzo.

En el Socavón Barragán no aparecen menas de plomo, ni de zinc,

ni de cobre, siendo poco probable que exploraciones adicionales encuentren cuerpos de mena.

Prospecto Aurelio.— El prospecto Aurelio se encuentra en el lado S y cerca del fondo del cañón del Río Hualgayoc. El principal socavón de exploración, que es también el más bajo, está situado a unos 5 m sobre el río y 50 m al SW del portal del Socavón Purgatorio.

En la zona de prospección están expuestos tres mantos: el inferior, que fué explorado por un túnel de 10 m; el medio, estratigráficamente a unos 10 m por encima, fué explorado por medio de un cateo de 3 m; y el superior, estratigráficamente otros 10 m más arriba, fué explorado por medio de un pequeño pozo. Salvo en las labores, los mantos están cubiertos por terrenos aluviales. Aparentemente estos mantos fueron formados por el reemplazamiento parcial y el relleno de poros de las capas de areniscas lutíferas. A unos 2 m bajo el manto inferior, se encuentra un sill infrayacente y a 1.5 m del manto superior se encuentra un sill suprayacente. Los sedimentos y sills están suavemente contorsionados, pero en general tienen un rumbo N 55°-85° W y buzan 10°-15° SW.

El manto inferior tiene una potencia de 1.50 m; ambas cajas, el techo y el piso, están formadas por lutitas alteradas y lutitas arenáceas. El manto está impregnado con pirita granular, cantidades moderadas de galena de grano fino y esfalerita. Las drusas de la mena contienen placas de baritina. La mena ocurre en manchas irregulares, por lo que se pueden encontrar menas de alta ley al lado de mena de baja ley. Una muestra de mena rica fué analizada por la CEMSA, resultando tener 11% de plomo, 25% de zinc y nada de plata.

El manto medio tiene una potencia de cerca de 1.25 m y consiste de arenisca gris clara con granos diseminados de pirita. Los 20 o 30 cm centrales del manto consisten de pirita maciza con ojos y vetillas de esfalerita negra.

El manto superior tiene una potencia de alrededor de 60 cm y consiste de lutita arenosa gris oscuro, con granos o masas vermiculares de pirita diseminados. Las masas de pirita tienden a ser aplanadas en sentido paralelo a la estratificación. Este manto está encerrado en lutitas arenosas.

En resumen, el manto inferior muestra una pequeña cantidad de mena de plomo y zinc, el manto medio contiene un poco de esfalerita pero no en cantidades explotables, mientras que el manto superior es estéril. Se recomienda una mayor exploración en el manto inferior, pues es posible encontrar una buena cantidad de mena. Además, si el manto inferior resultara productivo, sería conveniente hacer más trabajos exploratorios en los otros dos mantos.

Socavón Purgatorio.— El Socavón Purgatorio se encuentra en el fondo del cañón del río Hualgayoc, a más o menos 1 Km. al NE de

GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO DE HUALGAYOC

Hualgayoc, y es casi paralelo al Socavón Real. Málaga Santolalla (1904, pág. 53) dice que tiene una longitud de 200 m, pero en 1950 sólo unos 150 m eran accesibles. El Socavón Purgatorio fué abierto durante la Colonia y cortó las vetas Purgatorio y Rosario y otras dos. Los trabajos en estas vetas se encuentran paralizados por muchos años.

El socavón está trazado enteramente en un sill de pórfido alterado cuyo contacto con las areniscas y lutitas suprayacentes se encuentra en un barranco a unos 8 m verticales sobre el portal de la labor. Este mismo contacto pasa por debajo del socavón principal de la mina Aurelio, situada río arriba. Parte del pórfido expuesto en el socavón se halla comparativamente fresco de color gris o gris-verdoso, y en parte está alterado formando una roca blanda de color gris-claro a blanco.

El socavón expone tres vetas mayores; la primera, a unos 35 m del portal, tiene un rumbo N 70° E y buza 60° N; la segunda, a unos 120 m de la entrada, tiene un rumbo N 65°-75° E y buza 60° S; y la tercera, cerca del final de las labores accesibles, tiene un rumbo N 75° E y buza verticalmente. Las vetas varían en potencia de 30 cm a 1 m y consisten principalmente de pórfido fracturado y brechado, arcilla y pirita. La veta a 120 m del portal contiene bandas y ojos de cuarzo, pirita, galena, esfalerita, tetraedrita y baritina. La veta cerca del final de las labores aún abiertas, contiene de 20 a 40 cm de pirita maciza. En estas dos vetas existen galerías con tajcos hacia arriba y abajo, aún abiertos.

Las vetas descritas son esencialmente estériles, siendo dudoso que una futura exploración revele mena.

Mina Mansita.— La mina Mansita se encuentra en el lado E del Cerro Jesús, al N del río Hualgayoc. Los trabajos en el nivel de extracción consisten de una cortada de 28 m y de una galería de 85 m sobre la veta principal (fig. 16). Debajo de este nivel se encuentran dos sub-niveles, a 60 y 75 m respectivamente. Entre el nivel 75 y el nivel de extracción, la veta principal ha sido extensamente explorada y tajada por una distancia horizontal de unos 100 m. Se dice que en un tiempo los trabajos en el nivel de 75 m estuvieron conectados con el Socavón San Carlos de la mina Los Negros. Durante los años 1949 y 1950 esta mina fué trabajada por la CEMSA. En el año 1949 esta compañía produjo 572.7 toneladas métricas de mena escogida a mano, con un contenido de 9% de plomo y 25 onzas de plata por tonelada.

La mina está localizada dentro de una secuencia de lutitas y areniscas ligeramente ondulada; por lo general las capas tienen un rumbo de N 15° W a N-S y buzan de 3° a 10° W, pero en algunos lugares tienen un rumbo entre N 35° E y N 45° W. La roca del nivel de acarreo es una lutita gris a negra de estratificación fina, con cantidades menores de areniscas intercaladas, mientras que en los tajeos y niveles inferiores, aparece una arenisca gris dura. El contacto inferior de uno de los sills

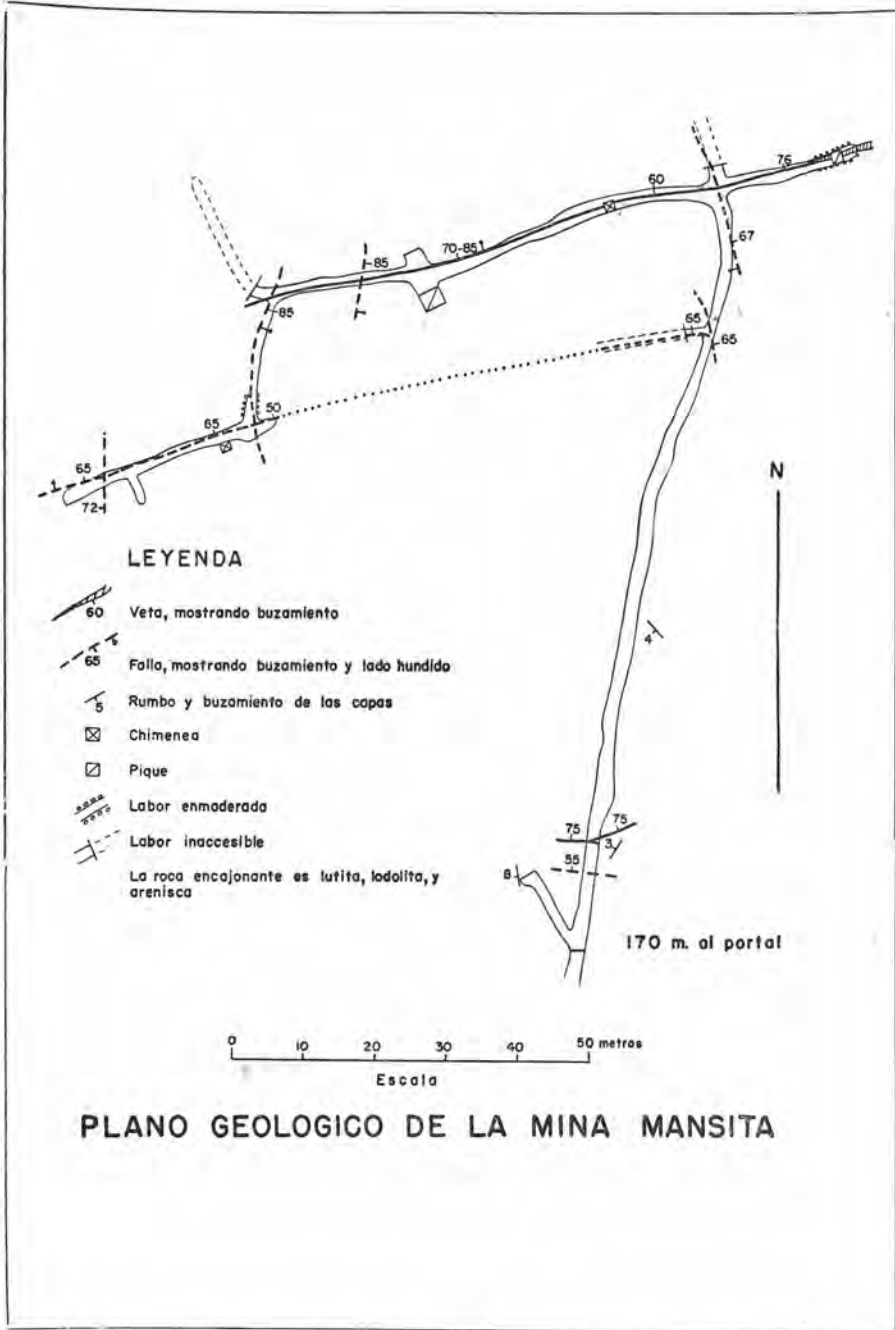


Figura 16

GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO DE HUALGAYOC

grandes está expuesto en el barranco, a unos 25 m sobre la bocamina del nivel de extracción.

La veta principal varía entre 10 cm y 1 m en potencia, pero en general varía entre 50 cm y 1 m. Tiene un rumbo N 65°-85° E y buza 60°-85° N. La estructura de la veta es una falla normal y los minerales ocurren en las fisuras o en las cavidades de la brecha. La roca de caja muestra estrias de falla, pues las capas de rocas sedimentarias han sido arrastradas a lo largo de las vetas. Las vetas, además de la roca de caja brechada, contienen galena, esfalerita, estibina, pirita, cuarzo y ankerita. Existen cristales de baritina dentro de las cavidades de la mena.

Las otras pequeñas vetas que se muestran en el socavón tienen un rumbo entre N 65° E y E-W y buzan 75° N. Su potencia varía entre 1 y 5 cm y contienen pirita, galena y esfalerita. En el nivel 75 aparece además, un manto de pirita y arenisca, que varía en potencia de 50 cm a 1 m.

En los tajeos inferiores aparece una bolsonada de mena de 10 a 30 m de largo, con ley moderadamente alta; pero en otras partes de la mina, la veta presenta ley baja o es estéril, consistiendo principalmente de pirita. Las reservas son suficientemente grandes como para mantener la presente explotación por varios años, pero una exploración adicional puede revelar nuevas bolsonadas.

Minas Loreto y San Antonio.— El socavón de la mina Loreto se encuentra en la ladera E del cerro Jesús, a unos 400 m al NW de la mina Mansita, mientras que el socavón de la mina San Antonio está situado a unos 40 o 50 m más al S. Ambas minas están sobre vetas en el pórfido alterado de Cerro Jesús (fig. 2).

El socavón de Loreto tiene unos 125 m de labores a lo largo de las cuales la veta ha sido extensamente tajada. La veta varía en potencia de 20 a 50 cm, tiene un rumbo N 65°-75° E y buza 75°-80° NW. Consiste de roca intrusiva brechada y panizo con cuarzo, pirita y esfalerita rojo-marrón y cantidades menores de galena. La mena es cavernosa y en gran parte se presenta crustificada o bandeada; las cavidades están tapizadas con placas de baritina, las que a veces están cubiertas por esfalerita tardía. El análisis de una muestra escogida de mena de la mina Loreto, hecho por la CEMSA, reveló un 10% de plomo y un 18% de zinc.

El socavón San Antonio tiene una longitud de unos 80 m y expone dos vetas aproximadamente paralelas, 5 m aparte, que tienen un rumbo de N 55°-65° E y un buzamiento de 70° NW. Ambas vetas tienen una potencia de 20 a 30 cm y contienen mucha roca intrusiva y arcilla con granos diseminados de pirita, vetillas y ampollas de esfalerita negra y cantidades menores de galena. La veta es cavernosa y las cavidades están cubiertas de cristales de baritina.

Estas minas no se trabajaban durante 1950. Sin embargo, la

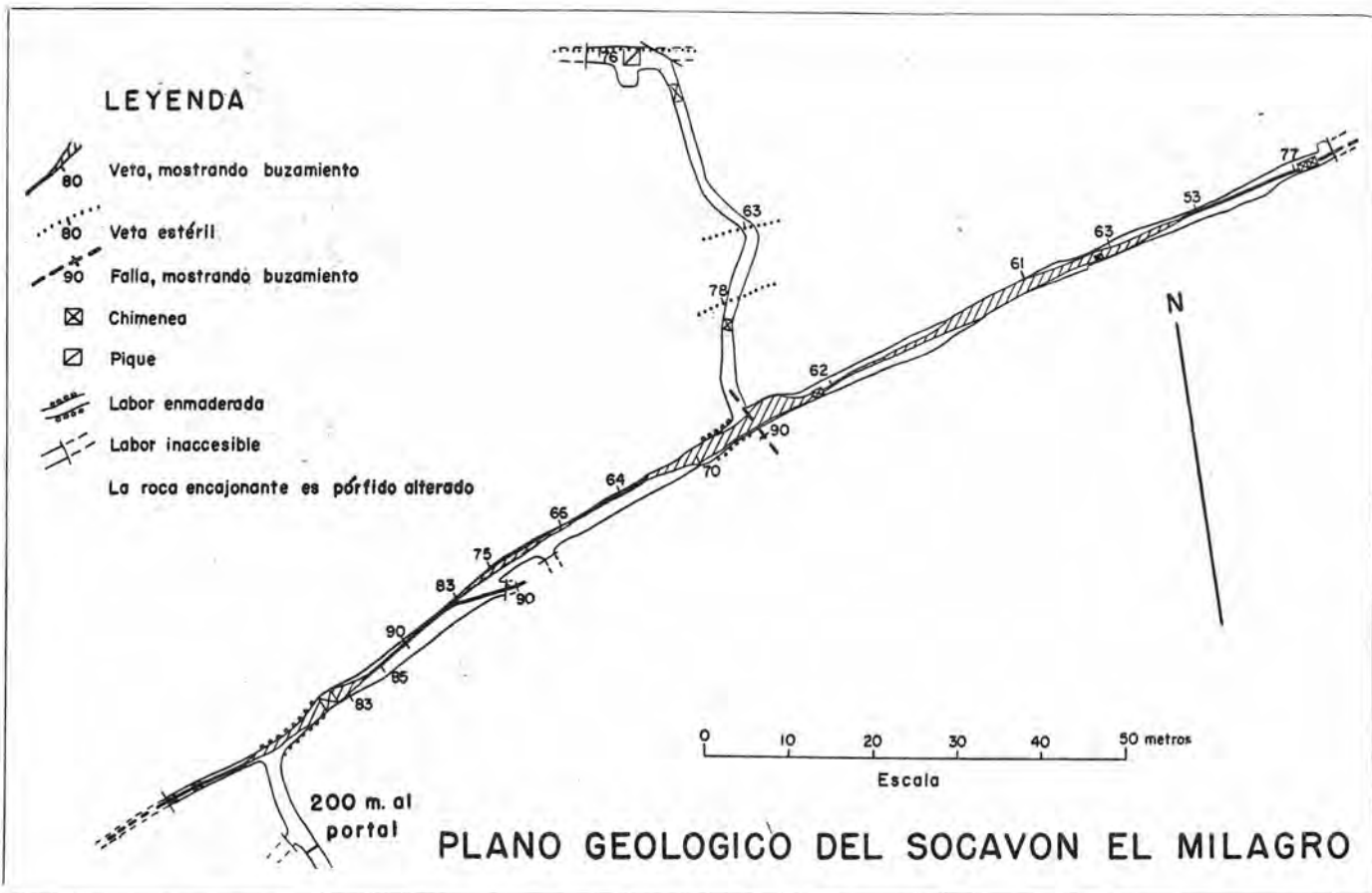


Figura 17

mina Loreto parece tener una moderada cantidad de buena mena, que podría explotarse con beneficio. Las vetas de San Antonio son en su mayoría estériles.

Socavón El Milagro.— El socavón El Milagro, que corre en el pórfido alterado del flanco SW del Cerro Jesús, fué abierto para explorar y explotar la veta El Rey (fig. 2). Unos 400 m del socavón y parte de los tajeos son aún accesibles (fig. 17). En este nivel existe un pique que conecta verticalmente hacia abajo con el Socavón Barragán.

Por unos 100 m desde el portal del socavón, aparece una zona de cizallamiento completamente estéril, de unos 20 cm a 2 m de potencia y que tiene un rumbo de N 65°-75° E y un buzamiento de 75° NW a vertical. Esta zona contiene mucho panizo y consiste de pórfido brechado y alterado, arcilla y granos diseminados y vetillas de pirita. El socavón luego llega a la veta El Rey y la sigue por unos 150 m. La veta El Rey, que tiene un rumbo general de N 65°-75° E y un buzamiento de 60°-75° NW, varía en potencia entre 20 cm y 2.5 m; contiene lajas y fragmentos de brecha de pórfido alterado, panizo, pirita, cuarzo y cantidades menores de galena, esfalerita, bornita y baritina. En ciertos sitios la roca de caja muestra estrías de falla. Parte de la mena ha sido brechada por movimientos posteriores a la mineralización a lo largo de la veta.

La mayoría de las labores mineras son bastante antiguas, pudiendo haber sido hechas en los comienzos del presente siglo. Sin embargo, la mina estaba en explotación en pequeña escala durante 1949 y parte de 1950, produciendo una pequeña cantidad de mineral de cobre y plomo. Gran parte de la veta El Rey en el socavón El Milagro es de baja ley o estéril.

Región de Pozos Ricos

En la región de Pozos Ricos, al N del Cerro Corona (fig. 2), se han explotado varias grandes zonas de reemplazamiento, así como también numerosas pequeñas vetas de reemplazamiento y de relleno. Durante el año 1950, dos pequeñas minas, Predilecta y Hecla, produjeron cantidades menores de menas de plomo, cobre y plata. Con la ayuda de exploraciones adicionales, muchas vetas que hoy contienen pequeñas cantidades de mena, posiblemente revelarían bolsionadas aprovechables de tamaño reducido.

Mina Mesa de Plata.— La mina Mesa de Plata se encuentra en el extremo N de la quebrada del mismo nombre (fig. 2). Las vetas de esta área fueron exploradas en tres socavones; el inferior, conocido como Socavón Mesa de Plata, tiene una longitud de 385 m; el medio, más alto y más hacia el NW, tiene 50 m de largo; y el superior, más alto aún y

más hacia el NW, tiene una longitud de unos 30 m. La gente de Hualgayoc dice que el Socavón Mesa de Plata fué abierto para cortar a profundidad la zona mineralizada de Pozos Ricos, pero que fué abandonado antes de alcanzar esa zona. Ni el nivel principal, ni los niveles superiores han sido trabajados en los últimos años.

La roca regional de esta área es una caliza de grano fino a litográfico de color gris oscuro a negro y con separaciones de lutita negra. El rumbo es N 40°-55° W y el buzamiento 30°-45° SW. Gran parte de la caliza contiene granos diseminados de pirita. El contacto con el cuerpo intrusivo de Cerro Jesús, está a menos de 100 m al NE de la mina.

El socavón inferior, presenta tres zonas de cizallamiento mineralizadas; la más cercana al portal tiene varias ramificaciones, las otras dos están cerca del final del socavón. La primera zona varía en potencia desde unos pocos centímetros hasta 2 m y consiste de caliza fracturada y brechada, y panizo con vetillas, ojos y lentes de calcita blanca cristalina. Algunos de los cuerpos de calcita tienen una longitud de hasta 3 m, una potencia de 20 cm y contienen ojos de cuarzo violeta y ampollas y cristales diseminados de pirita, esfalerita, galena y tetraedrita. La mayoría de los sulfuros tapizan o rellenan las cavidades de la calcita, estando localizados en la parte más porosa de ella. En los cuerpos mayores de calcita, los sulfuros tienden a concentrarse cerca de los bordes, por lo que el centro de cada cuerpo es casi estéril.

La veta más al S, de las situadas al final del socavón, alcanza de 50 a 75 cm de potencia y la de más al N sólo 10 a 20 cm. Ambas consisten de caliza fracturada, panizo con vetillas de calcita, pirita, esfalerita, galena y tetraedrita.

El socavón medio muestra dos zonas de cizallamiento que se intersecan; los rumbos y buzamientos respectivos son N 55° W y 70° SW a vertical, y N 85° W y 60°-70° S. Ambas zonas alcanzan de 20 a 30 cm de potencia, y contienen pequeños ojos y vetillas de calcita y granos diseminados de pirita, esfalerita y galena. El socavón superior también muestra varias zonas de cizallamiento. Una de ellas tiene un rumbo de N 85° E, un buzamiento de 82° S y contiene cantidades menores de calcita, esfalerita y pirita; las otras son estériles.

Las vetas descritas no contienen material explotable, siendo dudoso que futuras exploraciones revelen cantidades apreciables de mena. Sin embargo, sería recomendable la extensión del Socavón Mesa de Plata para poder explotar Pozos Ricos y las zonas mineralizadas vecinas en profundidad.

Mina Apra.— La mina Apra, localizada en la región de Pozos Ricos a unos 300 m al W del Socavón Mesa de Plata, fué trabajada de Octubre a Diciembre de 1950. Durante este período produjo sólo 6 o 7 toneladas métricas de menas escogidas con un promedio de 35% de plomo.

La veta fué abierta por una pequeña cortada y luego explotada en una galería corta por el método de gradines rectos.

La roca regional es una caliza gris oscura de grano fino, recristalizada y silicificada en parte, con un rumbo de N 15° W y un buzamiento de 45° SW. La veta tiene una potencia promedio de 1 m y un rumbo paralelo a la estratificación de las calizas. El extremo N de la veta ha sido cortado por una pequeña falla alterada, con granos, ojos y vetillas diseminadas de galena, esfalerita, pirita y calcita. Los sulfuros parecen haber sido depositados principalmente por reemplazamiento de la caliza alterada.

La cortada intersecta a la veta a sólo tres o cuatro metros por debajo de la superficie, de modo que la mayoría de la explotación se hizo por tajeos de gradines rectos. A unos 10 m de profundidad, la cantidad de agua se hizo excesiva para una operación pequeña por lo que la mina fué abandonada. La mena se extendía hasta el fondo del tajeo, por lo que es posible que un socavón más bajo encuentre más mena.

Mina Predilecta.— La mina Predilecta, ubicada a unos 100 m al S de la mina Pozos Ricos (fig. 2), ha sido trabajada intermitentemente durante varios años. En 1950 la mina se explotaba en dos socavones cortos. Unos 18 a 20 hombres producían 8 a 10 toneladas por mes de concentrados de plomo escogidos a mano.

La veta principal de la mina, expuesta en el socavón inferior, tiene un rumbo N 55°-65° E y buza unos 80° SE. Varía su potencia de 1 a 3 m y consiste de brecha suelta de caliza silicificada, vetillas, ojos y granos diseminados de pirita y galena, y cantidades menores de esfalerita cristalina, baritina y cuarzo.

El socavón superior tiene varias galerías cortas que muestran zonas irregulares de resquebrajamiento y brecha. Una zona de resquebrajamiento, de 10 a 15 m de diámetro, contenía unas cuantas vetillas irregulares y ojos de galena; las otras zonas parecen ser esencialmente estériles.

Las bolsonadas de la mina Predilecta parecen ser pequeñas y generalmente de baja ley, pero las reservas pueden ser suficientemente grandes como para mantener la presente explotación por años. Es dudoso que una exploración adicional revele yacimientos mayores o más ricos.

Minas Hecla y Porcia.— Las minas Hecla y Porcia se encuentran en una gran zona de caliza mineralizada, dentro de la región de Pozos Ricos, cerca de 1.2 Km al NW de Hualgayoc (fig. 2). La mina Hecla queda en la parte oriental de la zona mineralizada y Porcia está a unos 350 m de la primera, en la parte W. Las bolsonadas de mina Hecla han sido explotadas durante varios años por medio de trincheras, pozos y socavones cortos. La mina Porcia habría sido trabajada en varios socavones cortos pero estaba abandonada desde 1949.

La zona mineralizada, aunque muy irregular, tiene un rumbo de más o menos E-W y un buzamiento de 60°-70° S; su potencia varía entre unos pocos metros y 100 m y consiste principalmente de caliza alterada, panizo y óxido de hierro. Parte de la caliza ha sido alterada a una roca dura y porosa que consiste principalmente de cuarzo, mientras que otra parte es comparativamente blanda pero compacta y está teñida de óxido de hierro; gran parte de la roca ha sido brechada y cizallada. Este material contiene granos dispersos de pirita, pero la mayoría está libre de minerales económicos. Las menas de Hecla y Porcia, contienen principalmente galena esfalerita y pirita de grano fino; estos minerales ocurren en bandas irregulares, ojos y granos diseminados dentro y cerca de las zonas de cizallamiento y brecha. Parte de la mena contiene cristales bien formados de cerusita, y en muchas cavidades se encuentran cristales de baritina; unos cuantos especímenes de las canchas de la mina Porcia, contienen estibina. La mayoría de la mena es blanda y contiene mucha arcilla.

La zona mineralizada comprendida entre las minas Hecla y Porcia ha sido explorada y explotada en muchos pozos y socavones, la mayoría de los cuales están ahora cubiertos o derrumbados. En el único socavón accesible y en las canchas, se encuentra una caliza dura, gris, porosa, silicificada y parcialmente brechada, que contiene mucho óxido de hierro y cantidades menores de pirita y baritina.

Durante 1950 la mina Hecla producía unas 8 toneladas de concentrados de plomo y plata por mes. En 1949, la mina Porcia vendió 14.6 toneladas de concentrados escogidos a mano. El análisis promedio de este concentrado, daba lo siguiente:

Plomo	26.5%
Zinc	11.8%
Plata	14.58 oz/ton.corta
Oro	0.02 oz/ton.corta
Arsénico	0.5%
Antimonio	0.7%

Las bolsonadas de las minas Hecla y Porcia son pequeñas y la mayoría son de moderada o baja ley. Sin embargo, es probable que las reservas de mineral sean lo suficientemente grandes como para soportar una explotación en pequeña escala por unos cuantos años a base de una utilidad moderada.

Mina Pozos Ricos y otras.— La mina Pozos Ricos, a unos 100 m al SW de Hecla, se encuentra en otra zona irregular de caliza silicificada y óxido de hierro (fig. 2). Esta área ha sido explorada y trabajada en trincheras y socavones, pero la mina se encuentra abandonada por varios años. En 1950 las labores estaban derrumbadas o inundadas.

Esta zona tiene un rumbo aproximado de N 85° W, buza verticalmente, varía en potencia entre unos pocos metros y 20 m y tiene una longitud de casi 250 m; sus afloramientos están incrustados con óxido de hierro marrón oscuro. El material de las canchas consiste de una caliza gris, porosa, granular y silicificada, que superficialmente se parece a una arenisca. Las pequeñas cavidades de algunos especímenes contienen cristales de pirita, galena, esfalerita, baritina y cuarzo.

A través de toda la región de Pozos Ricos existen otras zonas de calizas silicificadas y óxido de hierro, además de aquellas de las minas Pozos Ricos, Hecla y Porcia; la mayoría son pequeñas y no se muestran en el mapa. Estas zonas varían entre unos pocos centímetros y 2 m de ancho y entre unos pocos metros hasta unas pocas decenas de metros de largo. Algunas de ellas han sido exploradas por pozos, pero aparentemente la mayoría ha revelado que son esencialmente estériles. Una zona pequeña, expuesta en una cresta a unos 300 m al SE de la mina Pozos Ricos, fué explorada por medio de un pique corto. Esta zona tiene un rumbo de N 55°-60° NE, una potencia máxima de unos 1.5 m y varios metros de longitud; consiste de caliza con vetillas y ojos de esfalerita marrón oscura y cantidades menores de galena.

A unos 300 m al N de la mina Hecla existen muchas canchas antiguas y grandes cateos superficiales cubiertos, ambos situados en una ancha zona de caliza silicificada y óxido de hierro. Los fragmentos de las canchas están constituidos por una brecha de caliza silicificada dura, cuyas cavidades contienen óxido de hierro blando, de color rojo o amarillo, y baritina cristalina.

A otros 200 m más al N, como se muestra en la figura 2, hay varios pozos y socavones cortos sobre un manto cuyos rumbo y buzamiento son N 25° W y 22° SW respectivamente; su potencia varía entre 50 cm y 1.5 m y consiste de caliza silicificada y óxido de hierro, con vetillas y ojos de pirita y cantidades menores de esfalerita y galena. Otros dos mantos similares afloran a menos de 30 m al NE.

No se ha visto nada de material explotable ni en la mina Pozos Ricos, ni en las otras pequeñas zonas de alteración, y las posibilidades de encontrar bolsionadas de mena por medio de exploraciones futuras son muy escasas. Si se necesitase emprender un programa de exploración en estas zonas, lo más recomendable sería extender el Socavón Mesa de Plata.

Minas Cholita y Mechero y prospectos vecinos.—Las minas Cholita y Mechero se encuentran vecinas y a unos 500 y 800 m al NW de la mina Porcia. Las muchas vetas y zonas mineralizadas irregulares que se encuentran en un cuerpo de calizas silicificadas, fueron exploradas y explotadas por medio de pozos, trincheras, pequeños piques y socavones. La mina Cholita está cerca del extremo E del cuerpo, y la mina Mechero está a unos 200 m hacia el extremo W (fig. 2). La caliza silicificada gris a

gris oscuro, es dura y porosa; superficialmente tiene apariencia de una arenisca porosa. Caliza sin alterar, de color oscuro y grano fino, aflora alrededor de la caliza silicificada y también ocurre en bandas irregulares dentro de ella. Como los contactos entre la caliza alterada y la no alterada están cubiertos, no fué posible determinar si eran gradacionales o definidos.

Los minerales de las vetas fueron depositados a lo largo de pequeñas zonas de fractura y cizallamiento cuyos anchos variaban desde unos pocos centímetros hasta cerca de 4 m. Las zonas son irregulares, pero tienden a mostrar un rumbo E-W y a buzarse verticalmente; consisten principalmente de caliza silicificada, cizallada y brechada, con mucho panizo y óxido de hierro de color rojo a amarillo; parte de las zonas contienen unas cuantas vetillas y granos diseminados de piritita, tetraedrita y estibina. Las cavidades, de hasta varios centímetros de diámetro, están rellenas de cuarzo lechoso y tapizadas por cristales de baritina o cuarzo.

No hay mena a la vista ni en las zonas mineralizadas, ni en las canchas, y parece dudoso que una futura exploración revele alguna cantidad apreciable de mena.

En el prospecto 7 de Diciembre, a unos 200 m al NW de la mina Mechero, se muestra una zona de 1 a 3 m de ancho de caliza cizallada, óxido de hierro y arcilla, con un rumbo de N 45°-65° E y un buzamiento de unos 75° NW. La roca de caja es caliza de grano fino de color gris oscuro. Durante 1949, esta zona fué explorada por medio de varios pozos y de una trinchera que alcanzó 50 m a lo largo del rumbo y 2 m de profundidad. No se encontraron menas por lo que el prospecto fué abandonado.

En una trinchera corta, unos 100 m al S del prospecto 7 de Diciembre, se muestra una zona de cizallamiento de 3 a 5 m de potencia, que consiste de caliza alterada marrón y óxido de hierro blando de colores amarillo-marrón, rojo y negro; las pequeñas cavidades están tapizadas con cristales de baritina y rodocrosita y vetillas de piritita. Los planos de cizallamiento tienen un rumbo N 70°-75° W y buzarse 80° N. Las calizas cercanas tienen un rumbo de N 60° W y buzarse 32° SW.

Mina Corona.— La mina Corona se encuentra a unos 275 m al SW de la mina Apra. Las vetillas y zonas de cizallamiento de un sill y de la caliza circunvecina, fueron exploradas por trincheras y por dos socavones; uno de cerca de 10 m de largo y el otro, que bien puede haber sido más largo, se hallaba derrumbado en el portal. La mayoría del área está cubierta por suelo, pero en las partes expuestas, la caliza presenta estratificación delgada, pero está resquebrajada y silicificada en parte. El sill es de pórfido alterado y tiene un ancho mayor de 8 m. Los planos de cizallamiento prominentes, dentro del sill, tienen un rumbo N 55°-80° W y buzarse 80° SW. Las zonas de cizallamiento en el

sill y en la caliza cercana al sill, contienen mucha arcilla o panizo y a veces están teñidas por sulfato de cobre; en una fractura apretada se vieron unos pocos granos de chalcopirita.

Las pilas de mena en las canchas contienen fragmentos de cuarzo blanco y rojo púrpura o calcedonia, con vetillas y granos diseminados de pirita; las cavidades en forma de ranura están tapizadas con cristales de cuarzo y pirita. Unos pocos especímenes contienen placas pequeñas de molibdenita ya sea en las cavidades o en vetillas de menos de 0.1 mm de potencia, o diseminadas en las partes más porosas del cuarzo.

Las principales labores estaban derrumbadas, por lo que no fué posible ver las vetas que rindieron la molibdenita. El material de las canchas es de muy baja ley para llamársele mena.

Mina Garibaldi.— Las labores de la mina Garibaldi, situadas a unos 300 m al NW de la mina Corona, exponen varias vetas irregulares de cuarzo, así como también dos diques de pórfido alterado. Las labores consisten de un corte abierto de 12 m y un socavón de 15 m, ambas sobre el mismo nivel, y de otro socavón de 4 m situado 5 m más arriba.

Los cuerpos intrusivos, cada uno de 5 a 10 m de ancho, están separados por unos 15 m de caliza alterada. Ambos tienen un rumbo de alrededor de N 55°-65° W y buzán 80° NE. Encerradas en los intrusivos se encuentran varias vetas de cuarzo de 15 a 25 cm de potencia que tienen un rumbo N 75° E y buzán de 65° N a verticalmente. En el nivel superior se expone un cuerpo lenticular o tabular de cuarzo, localizado en la caliza que separa los dos diques; tiene un ancho de 50 cm, un rumbo de N 50° W y buza verticalmente. El material de las vetas y también el desmonte de las canchas, contienen cantidades menores de pirita, pero aparentemente no tienen sulfuros de cobre, plomo o zinc. Las paredes de los socavones cerca de las vetas y los fragmentos de la cancha están teñidos por sulfatos y carbonatos de cobre.

Región de Quebrada Venada

En la región de Quebrada Venada, el S de Tingo (fig. 2), existen algunos reemplazamientos de capas de caliza, así como pequeñas vetas que rellenan fisuras. Algunas de estas vetas fueron explotadas por plata en el pasado, pero actualmente ninguna contiene suficiente mena como para ser trabajada.

Prospecto Carmencita.—El prospecto Carmencita está situado a unos 300 a 500 m al NE del Cerro Las Flacas, cerca de la cabecera de la Quebrada Venada. Expuestas en varios pozos superficiales y en un socavón corto, existen por lo menos tres zonas mineralizadas, paralelas a la estratificación de la caliza, que tiene un rumbo entre N 75° W y E-W y

buza 33°-53° S. Las zonas mineralizadas varían de 2 a 4 m de potencia y de 100 a casi 400 m de largo; están cubiertas por un sombrero de hierro, bastante cavernoso y carcomido, constituido principalmente por óxido de hierro de color negro a amarillo-naranja. El material fresco debajo del sombrero de hierro es caliza silicificada dura y porosa de color gris, una parte de la cual está brechada y cizallada. En estas zonas existen ojos, vetillas y granos diseminados de piritita y a veces vetillas de meros de 1 mm de ancho y granos diseminados de galena y esfalerita.

No se muestra mena alguna y es dudoso que una mayor exploración pueda revelar material explotable.

Minas La Colorada, Mejía y Atómica.—Las labores de la mina La Colorada se encuentran a unos 500 m al S de Tingo (fig. 2), en el lado NE de la Quebrada Venada cerca de su confluencia con el valle del Río Pilancónes. Los trabajos de la mina Mejía se encuentran al NW de La Colorada y el socavón corto de la mina Atómica, al NE, probablemente sobre la prolongación de una de las vetas de La Colorada.

Varios socavones de la mina La Colorada se encuentran derrumbados o inundados, sin embargo existen dos socavones accesibles, uno de 160 m de largo, aparentemente el principal, y otro de unos 20 m de largo. El socavón principal está cerca del fondo del valle y muestra una zona de alteración de 3 m de potencia que contiene una brecha suelta mineralizada, la cual ha sido tajeada. En el otro socavón no se encuentra ninguna veta. Juzgando por la posición de los otros socavones que existen en el área, se supone que varias vetas o zonas brechadas fueron trabajadas o exploradas en el lugar. Sin embargo como la superficie está cubierta por material aluvial y productos provenientes de los socavones, no se puede ver el afloramiento de ninguna de las vetas.

La roca que aflora en el área de la mina es caliza gris oscuro a negro, de grano fino y con cantidades menores de lutitas intercaladas; su rumbo es N 50°-85° E y su buzamiento de 5°-35° al SE. La zona de brecha expuesta en el socavón tiene un rumbo aproximado de N 85° W y un buzamiento desde 80° S hasta vertical. Consiste de fragmentos angulares de caliza dura silicificada o piritizada, pobremente cementados; sus elementos varían de 1 a 50 cm de diámetro. La roca ha sido casi totalmente reemplazada por cuarzo y la piritita ocurre en bandas irregulares, las que aparentemente reemplazan a la roca silicificada. El brechamiento de la roca fué posterior a la silicificación y piritización y los fragmentos pueden ser fácilmente sacados o arrancados de las paredes de las labores. Ciertas cavidades entre los fragmentos se encuentran incrustadas de pequeños cristales de sulfatos de cobre, o tapizadas por pequeños cristales de cuarzo y piritita. Algunas cavidades contienen cristales de enargita y esfalerita encima de los cristales de cuarzo y piritita. Cerca del centro de la zona de brecha se encuentra una veta de 25 cm de potencia, que tiene un rumbo de N 85° W

y buzamiento de 60° S; contiene bandas de pirita cristalina y cantidades menores de enargita, esfalerita y galena.

El mineral de la veta expuesta parece ser de ley demasiado baja como para ser explotable. Sin embargo, los fragmentos de mineral de una o dos canchas contienen cantidades moderadas de enargita y esfalerita; estos podrían pertenecer a labores que ya no son accesibles.

En la mina Mejía, al NW de La Colorada, existen muchos pozos superficiales, socavones cortos derrumbados y piques, en un cuerpo intrusivo silicificado de unos 200 m de diámetro (fig. 2). La roca se halla alterada y es dura, blanda o porosa, de color marrón oscuro a amarillo y rojo ladrillo; superficialmente se parece a una arenisca. El examen de los afloramientos y material de desmonte en las diversas canchas descubrió sólo unos pocos granos diseminados de pirita.

Las labores en la mina Atómica consisten de un corte abierto y un socavón corto, derrumbado cerca del portal; se halla a unos 150 m al NE del nivel principal de la mina La Colorada y 75 m más alto. Los trabajos están ubicados en una zona de cizallamiento de 1 a 5 m de ancho con rumbo E-W y buzamiento de 65° S, la que consiste principalmente de caliza alterada y óxido de hierro de color marrón a negro; en parte contiene baritina cristalina y granos diseminados de galena. Es probable que la zona de cizallamiento se extienda al SW, hacia el área de la mina La Colorada. No se ve mena alguna en la mina.

Mina Consulado.—La mina Consulado se encuentra en el lado NE del Cerro Las Gordas, de 400 a 500 m al SW de La Colorada. Las vetas y zonas mineralizadas están en caliza alterada cerca del contacto con un pórfido también alterado y han sido extensamente exploradas y trabajadas por pozos superficiales y labores subterráneas. Todos los socavones y pozos superficiales, a excepción de algunos, que están rellenos o derrumbados y la superficie está cubierta de aluvión y desmonte, de modo que no fué posible hacer un examen general de la mina.

El material de los desmontes principales consiste de caliza gris silicificada muy dura y porosa; estando parte de ella brechada. Cristales de cuarzo, pirita y baritina se presentan en las cavidades o están diseminados en la roca más porosa; algunos especímenes contienen ampollas y pequeñas manchas irregulares de tetraedrita. La roca que se observa en la superficie así como en los pozos y socavones, es estéril.

Málaga Santolalla (1904, p. 37) dice que el mineral de la mina Consulado, que consistía de tetraedrita, pirargirita, pirita, chalcopirita, baritina y cuarzo, ocurría en masas de tamaño considerable más bien que en vetas definidas. El mismo autor dice que el mineral contenía un mínimo de 10 marcos (0.833 Kg) y un máximo de 200 marcos de plata por cajón (16.67 Kg de plata por tonelada métrica). Durante los años 1895-1900 la mina produjo 1665 cajones (4591 toneladas métricas) que contenían 88,245 marcos (20,300 Kg) de plata. Málaga Santolalla menciona además

que después de este período, bajó el tenor del mineral considerablemente, pero que había reservas con un mínimo de 10 marcos de plata por cajón.

Región de Tingo

En la región al N de Tingo, como puede verse en la figura 2, afloran muchas vetas. Durante 1950 se trabajaba una sola; todas las mostradas en el mapa habían sido explotadas anteriormente o exploradas por medio de pequeños socavones, pozos y trincheras. Las labores son antiguas y en su mayoría están derrumbadas o rellenadas; pero a juzgar por el tamaño de las canchas, casi todas fueron pequeñas. En total hay más de cien socavones derrumbados sobre las vetas mostradas en la figura 2, y a lo largo de algunas vetas los desmontes son tan numerosos que se unen formando uno sólo que alcanza varios centenares de metros.

Las vetas ocurren a lo largo de los cerros San Lorenzo y San Pedro, los que se hallan separados por una cuenta llana denominada Pampa del Buey. Estos cerros se unen a unos 2 Km al N de Tingo para formar uno solo que se extiende hacia el extremo N de la quebrada La "M". Como puede verse en el mapa geológico, los extremos S de los Cerros San Lorenzo y San Pedro consisten de calizas y la región hacia el N, de pórfido.

La caliza ha sido irregularmente contorsionada, de modo que las capas tienen rumbos tanto hacia el NE como hacia el NW y buzan suavemente hacia el S.

En la región al N de Tingo la mayoría de las vetas tienen rumbos que varían entre N 60° W y N 85° W. Son verticales o buzan con altos ángulos hacia el N o el S. Todos parecen estar en zonas alteradas de cizallamiento o de brechas que contienen vetillas, bandas o nódulos de cuarzo y cantidades menores de pirita; los planos de cizallamiento, fracturas y cavidades están cubiertas o rellenas de óxido de hierro. En general las vetas varían en potencia desde sólo unos pocos centímetros hasta 2 m. La zona de cizallamiento mayor está en la parte N de la región y tiene un ancho máximo de casi 30 m. En algunas zonas de cizallamiento o brecha, la roca intrusiva ha sido alterada y convertida en material blando que intemperiza fácilmente y en otras partes se encuentra silicificada y, después de la intemperización, sobresalen como si fueran diques. La caliza dentro de la zona de cizallamiento y a lo largo de ella ha sido alterada por recristalización, silicificación o granatización.

El examen general de toda la zona revela que las vetas son esencialmente estériles; la mayoría contiene vetillas, granos o cristales diseminados de pirita y cuarzo y algunas contienen bandas de pirita blanda y granular que alcanzan hasta 0.5 m de potencia. En varias canchas se encuentran muestras de roca de caja alterada o cuarzo con vetillas, granos diseminados o cavidades tapizadas de cristales de galena y esfalerita, tetraedrita, enargita o chalcopirita. Las cavidades en muchas de las mues-

tras contienen mena además pequeños prismas de cuarzo o placas de baritina. Las paredes de algunos trabajos antiguos están teñidas o cubiertas de sulfato de cobre y en algunas canchas se ha encontrado muestras que contienen malaquita.

Mineral comercial se presenta sólo en tres zonas de la región. Una media barreta cerca del extremo E de la zona más grande, muestra un pórfido silicificado y cizallado que contiene nódulos irregulares de enargita y piritita y algunas ampollas de tetraedrita. En el extremo S del Cerro San Pedro, unos 500 m al N de Amaro, existen vetillas y nódulos de tetraedrita y chalcopirita. La zona fué explorada en 1950 y una cancha antigua fué retrabajada por galena. La tercera zona, explorada por un socavón de unos 100 m al S de la mina en explotación, contiene galena y esfalerita asociadas con calcita y cuarzo.

La única mina en explotación fué trabajada con 5 hombres durante los últimos meses del año 1950 y produjo entre 3 a 4 toneladas de concentrado de plomo, escogido a mano y de baja ley. Algunos cientos de kilogramos de mineral de cobre fueron extraídos de la misma veta.

Es posible que una mayor exploración de las dos zonas que contienen minerales de cobre, como se menciona arriba, muestre pequeños cuerpos de mineral. Otras zonas son esencialmente estériles; la mayoría de ellas han sido bien exploradas y es improbable que una exploración adicional revele mineral.

Región de Quebrada Lipiac

La quebrada Lipiac, que se encuentra al NW de Pilacones, drena la amplia cuenca ubicada al E del Cerro San Pedro (fig. 2). En ambas laderas de la quebrada varias vetas pequeñas y por lo menos una zona grande mineralizada fueron explotadas y exploradas por medio de pozos, trincheras y socavones cortos.

Cerca del extremo SE de la gran zona alargada de mineralización, al N de Pilacones, existen varios pozos y socavones derrumbados observándose en ellos caliza silicificada y brechada conteniendo abundante óxido de hierro de color rojo-marrón a negro. Los fragmentos frescos de la roca silicificada son duros y porosos y de color gris oscuro. No se muestran vetas definidas de sulfuros, pero los especímenes de caliza alterada en las diversas canchas contienen pequeñas cavidades cubiertas de cristales de galena, esfalerita y piritita. La zona se extiende varios centenares de metros hacia el NW alcanzando en un lugar un ancho mayor de 100 m. Sin embargo no hay más cateos y al parecer no existen vetas de cuarzo ni de sulfuros.

En ambos lados de la quebrada Lipiac, a pocos centenares de metros al NW de la gran zona mineralizada, existen varias zonas de cizallamiento y brechación en un pórfido. De las cinco zonas mostradas en la figura 2, cuatro tienen rumbos de N 65° E a N 75° E y buzamientos que varían de 65° N a vertical, mientras que la quinta tiene un rumbo de N 75° W

y buza de 75° N a vertical. Varían en potencia de 25 cm a casi 3 m y consisten de roca intrusiva cizallada y brechada con panizo, conteniendo además hilos y vetillas de cuarzo y pirita. Parte del cuarzo y en algunos lugares de la misma roca intrusiva, contienen granos dispersos de galena y esfalerita. Una de las zonas contiene mucha calcita gruesa y cristalina. Todas las zonas fueron exploradas por pozos, trincheras y pequeños socavones sin evidencias de haberse encontrado mineral, siendo por lo tanto abandonadas las labores.

Otra zona que se encuentra en el afloramiento de un pórfido en forma de media luna en el gran área cubierta al W de la quebrada Lipiac (fig. 2), tiene un rumbo de N 75°-85° E y buzamiento vertical. Esta zona tiene un ancho de cerca de 1 m y consiste de roca intrusiva cizallada y brechada con vetillas y granos diseminados de cuarzo, pirita, baritina, chalcopirita y tetraedrita. Fué trabajada por medio de una trinchera de varios metros de profundidad.

Ninguna de las vetas de la región de la quebrada Lipiac contiene mena y es dudoso que nuevas exploraciones indiquen lo contrario.

Región de Quebrada La "M" y Sinchao

La región de Quebrada La "M" y Sinchao se encuentra en la parte septentrional del distrito, al NW de Tingo. Varias vetas de esta área fueron trabajadas en el pasado y una mina pequeña, Tres Mosqueteros, estaba en exploración en 1950. La mina Sinchao, en la parte más septentrional del área, está ubicada en una zona mineralizada en caliza y posiblemente tiene reservas moderadamente grandes de mineral de cobre. Es posible que varias otras vetas contengan pequeñas reservas de cobre.

Mina La Proveedora.—La mina La Proveedora está en el lado W de la quebrada La "M" a unos 2 Km al NW de El Tingo. El socavón principal que se halla cerca del río estaba parcialmente inundado durante la época de nuestra visita. Otros dos socavones que se encuentran hacia el W, en la ladera del cerro, estaban derrumbados cerca del portal. Los socavones muestran una zona de brecha mineralizada de hasta 3 m de ancho, cuyo rumbo varía de N 85° E a N 85° W y que buza de 75°-80° NE. La roca que aflora en los alrededores de la mina es caliza gris oscuro de grano fino casi enteramente cubierta de material morrénico. La zona parece ser la continuación de una ancha zona de cizallamiento o falla que corta el pórfido en el Cerro San Lorenzo (fig. 2).

En el mineral que hay en las canchas existen fragmentos de caliza, algunos sin alteración y otros silicificados, con vetillas y nódulos de pirita de grano muy fino y enargita cristalina. La mayoría de los sulfuros fueron depositados en las cavidades de la brecha; dentro de estas cavidades, los cristales de enargita alcanzan hasta 1 cm de longitud. Parte del mineral fué brechado por movimientos a lo largo de la falla después de la deposición de los sulfuros.

GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO DE HUALGAYOC

En las zonas donde las vetas y canchas contienen menas de baja ley, una mayor exploración puede revelar cuerpos de mineral que podrían ser explotados en pequeña escala.

Mina Tres Amigos.—La mina Tres Amigos se encuentra a unos 700 m al SW de la mina La Proveedora y en el lado S del valle principal que se extiende hacia el W de la quebrada La "M". Una trinchera superficial y un pequeño socavón derrumbado muestran una zona de 2 m de ancho con brecha y panizo. Su rumbo es de N 65°-70° W y su buzamiento es de 55° a 60° N. La roca de caja es caliza recristalizada gris a gris claro. La zona parece ser estéril aunque una pequeña acumulación de mineral en la cancha contiene fragmentos de piritita de grano fino y cavernosa con ampollas y cristales de tetraedrita y cuarzo. Este material probablemente fué extraído de un cuerpo de mineral ya agotado.

Mina Sinchao y otras.—La mina Sinchao está ubicada cerca de la cabecera de la quebrada del mismo nombre en la parte NW del distrito de Hualgayoc y a unos 4 Km al NW del pueblo de Tingo. Las vetas y cuerpos de mineral están en una zona mineralizada de unos 400 m de largo y 120 m de ancho. Fueron explorados por muchos pozos, trincheras, medias barretas y socavones, la mayoría de los cuales están ahora rellenos o derrumbados. La mina ha estado abandonada por muchos años. Durante los primeros años del decenio de 1920, la Northern Peru Mining and Smelting Company tuvo una opción sobre las propiedades de Sinchao y realizó muchas perforaciones diamantinas, las que indicaron un cuerpo moderadamente grande de mineral de cobre de baja ley.

En 1950 el ingeniero Eloy Santolalla, dueño de Sinchao, planeaba reabrir la mina y beneficiar el mineral en Pílancones.

La zona encajonante es una caliza alterada que se encuentra en una intrusión grande de diorita porfirítica. La zona mineralizada contiene vetas irregulares y granos diseminados de sulfuros de cobre, plomo y zinc. El área está cerca de la cabecera de un amplio valle pantanoso, mayormente cubierto de aluvión y material morrénico, de modo que los afloramientos son raros. Tres vetas, parcialmente expuestas en labores antiguas, presentan de 1 a 2 m de caliza cizallada, óxido de hierro y piritita. Tienen los siguientes rumbos y buzamientos: N 20° W, 85° NE; N 75°-80° E, vertical; y N 65°-70° W, 80°-85° NE.

Aunque no se observó mena en estas vetas, en las canchas de las labores que hay sobre ellas y en otros desmontes existentes en el área, aparecen fragmentos de mineral de cobre, plomo y zinc de alta ley. Sin embargo, la mayor parte del material de las canchas y de los afloramientos consiste de caliza gris de grano fino, caliza recristalizada gris claro a blanco y textura sacaróide, caliza dura de color gris y cuarzo celular con óxido de hierro rojo a negro. Parte de la caliza está brechada. Muchos fragmentos de caliza alterada, cuarzo y óxido de hierro, continen vetillas,

nódulos y granos diseminados de pirita y chalcopirita o galena y esfalerita. Asociadas con algo de chalcopirita se encuentran ampollas de tetraedrita. Las cavidades en la mena están tapizadas o rellenas de azurita y malaquita y muchos especímenes contienen ampollas y nódulos de calcedonia de color rosa pálido o verde. Una o dos de las antiguas canchas consisten principalmente de pirita granular y blanca la que por intemperismo origina una arena pirítica.

Como ninguna de las vetas descubiertas contiene mena, no ha sido posible hacer una valuación de la mina. Sin embargo, la cantidad de mineral en las canchas indica que se trata de una zona grande moderadamente mineralizada y que convendría hacer una mayor exploración.

En el extremo S de la quebrada Sinchao y en la prolongación SE de la zona mineralizada, existen otros cateos y socavones que muestran vetas en caliza silicificada cerca del contacto con el pórfido. Estas vetas contienen caliza cizallada y brechada con cantidades menores de cuarzo, pirita, galena y esfalerita.

A unos 600 m al E del área de mayor exploración de Sinchao, se encuentra una zona, parcialmente cubierta, de caliza alterada y óxido de hierro de unos 50 m de ancho y más de 100 m de largo. Las labores en esta zona están completamente derrumbadas o rellenas y las canchas están cubiertas de pasto. El material de las canchas consiste de caliza silicificada u óxido de hierro y cuarzo celular; algunas muestras contienen cuarzo cristalino y pirita con cantidades menores de galena y esfalerita.

Mina Tres Mosqueteros.—La mina Tres Mosqueteros se encuentra a más o menos 1.2 Km al S de la mina Sinchao, en el mismo contacto de caliza y diorita que pasa al SW de Sinchao. El área está mayormente cubierta y las vetas sólo se observan en dos socavones cortos. El socavón del lado W, actualmente casi todo derrumbado, tiene unos 30 m de desarrollo y el socavón oriental, situado a unos 100 m de distancia y unos 25 m más bajo que el primero, tiene unos 80 m de longitud.

El socavón occidental muestra una zona de pórfido cizallado o brechado, poroso y alterado, con más de 5 m de ancho. Los planos de cizallamiento más prominentes tienen un rumbo de N 75° W y buzamiento de 80° N; se presentan casi en ángulo recto al contacto. Dentro de la zona existen nódulos, vetillas y cristales de enargita y cantidades menores de pirita. Los poros y las cavidades pequeñas en la diorita están tapizadas con cristales de pirita, y en ciertos lugares la roca contiene pequeños cuerpos irregulares y bandas nodulares de pirita de grano fino.

El socavón oriental atraviesa unos 60 m de la caliza masiva gris-clara de grano fino antes de alcanzar el pórfido. La mineralización en este nivel es igual a la del nivel superior, pero la zona mineralizada parece ser paralela al contacto entre la caliza y el pórfido, con rumbo N y buzamiento vertical. A lo largo del contacto se ha explorado y explotado por medio

GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO DE HUALGAYOC

de pequeñas galerías y tajeos. Sólo unos 20 m de la galería eran accesibles en 1950 y la mayoría de los tajeos se encontraban ya sea derrumbados o rellenados.

A varios centenares de metros al N de los dos socavones de la mina Tres Mosqueteros y a lo largo del contacto caliza-pórfido, existen varios pozos y trincheras que muestran vetas de pirita y bandas o cuerpos de óxido de hierro. A unos 400 m al N de Tres Mosqueteros se encuentra la trinchera más grande, cerca de 15 m de largo, que muestra una veta brechada de pirita en caliza silicificada. La veta, que sólo se observa en la trinchera, parece tener varios metros de potencia; su rumbo es N 40° W y buza de 80° NE a vertical. Las cavidades y poros de la brecha así como las fracturas de la veta contienen agujas de enargita cristalizada.

La mina Tres Mosqueteros ha sido trabajada en pequeña escala por varios años, produciendo anualmente algunas toneladas de concentrados de cobre seleccionados a mano. Durante 1950 se trabajaron los tajeos en el socavón oriental y la producción fué de 1 a 2 toneladas de concentrados de baja ley por mes. Las reservas parecen ser lo suficientemente grandes para soportar una operación en esta escala por varios años.

Mina Congas y otros cateos.—En la mina Congas, ubicada en la cumbre del cerro que queda en la cabecera de la Quebrada La "M", se trabajaron por medio de trincheras superficiales y pequeños socavones con una longitud total de unos 150 m, tres vetas escalonadas pero pequeñas e irregulares. Las vetas tienen los siguientes rumbos y buzamientos: N 65°-75° W, 85° N; N 70°-75° W, 85° S; y N 85° E, 50° N. En promedio tienen alrededor de 1 m de ancho y consisten de pórfido cizallado, brechado y alterado, óxido de hierro blando y cuarzo granular y poroso con cantidades menores de pirita, galena y esfalerita.

Otras tres pequeñas zonas de brecha con panizo fueron exploradas por medio de pozos y socavones cortos. Dos de estas zonas se encuentran a 2 Km al E de la mina Congas y la tercera se halla a 300 m al N de la misma. Casi todas las labores están derrumbadas o rellenadas. En las canchas existen fragmentos de brecha y roca intrusiva alterada que contienen cantidades menores de galena, esfalerita y cuarzo cristalino.

No se observó mena en las vetas y canchas de la mina Congas, ni en las otras vetas que se hallan al N y E de aquellas.

Cateos en la Quebrada Tanta Huatai.— A 2 o 3 Km al W de la mina Sinchao, existen tres cateos pequeños cerca del fondo del valle, en la cabecera de la quebrada Tanta Huatai, que muestran mineralización en zonas de cizallamiento en pórfido alterado.

El cateo más occidental de los tres mencionados queda en el extremo S de la quebrada Tanta Huatai y consiste de un antiguo socavón inundado y parcialmente derrumbado en el portal. Superficialmente el área está cubierta de suelo de modo que no fué posible examinar la veta. Sin embargo, los poros y cavidades de algunos fragmentos de roca intrusiva silicifica-

da existentes en una pequeña cancha cerca del portal contienen cristales de enargita y pirita.

Los otros dos cateos, Soledad N° 1 y Soledad N° 2, están a unos 75 y 200 m, respectivamente, al E del cateo Tanta Huatai. En Soledad N 1 se ha cortado una zona de brecha y alteración de rumbo N 60° W y buzamiento 50°-60° SW, con una media barreta de 8 m. La zona varía de 1 a 2 m de potencia y consiste principalmente de pórfido silicificado y pirizado. En Soledad N° 2, en un socavón de 12 m se observa una zona de cizallamiento de 5 a 10 cm de potencia, de rumbo N 50°-60° W y buzamiento casi vertical, y en un pozo se observa otra zona de 1 a 1.5 m de pórfido alterado blando con arcilla de rumbo de N 85° W, buzando 40° S.

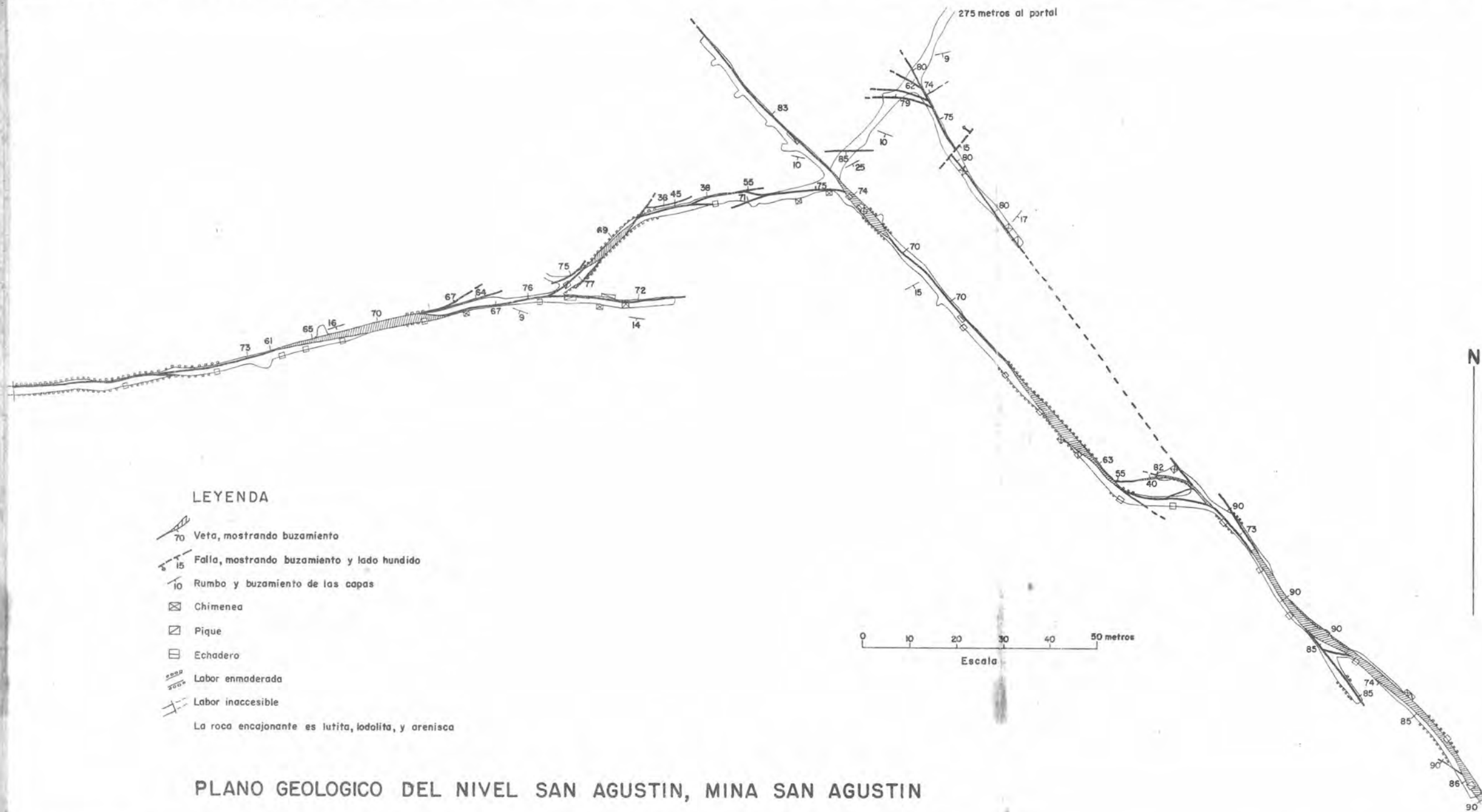
Las vetas y material de las canchas en la Quebrada Tanta Huatai, son esencialmente estériles y es improbable que con mayor exploración se descubra material explotable.

REFERENCIAS CITADAS

- Cobban, W. A. y Reeside, J. B. Jr. (1952) Correlation of the Cretaceous formations of the western interior of the United States: Geol. Soc. Am. Bull., vol. 63, págs. 1011-1044.
- Cuerpo de Ingenieros de Minas (1904-1949) Anuario de la industria minera en el Perú: Ministerio de Fomento y Obras Públicas, Lima.
- Dueñas, E. I. (1909) Importancia cuprífera del asiento minero de Hualgayoc: Bol. Soc. Ing., vol. 11, págs. 155-164, Lima.
- (1913) La Minería en Hualgayoc: Bol. Soc. Ing., vol. 15, págs. 1-7, Lima.
- Graton, L. C. (1933) The depth zones in ore deposition: Econ. Geol., vol. 28, págs. 513-555.
- Griffith, W. M. (1898) A rich Peruvian mining region: Mines and Minerals, vol. 18, págs. 256-257.
- Humboldt, A. (1827) Ensayo político sobre la Nueva España: Vol. 3. 2da edición.
- Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros (1950-1951): Anuario de la industria minera en el Perú: Ministerio de Fomento y Obras Públicas, Lima.
- Lindgren, W. (1933) Mineral Deposits: McGraw-Hill, New York.
- Málaga Santolalla, F. (1904) Recursos minerales de la provincia de Hualgayoc: Bol. 6, Cuerpo de Ingenieros de Minas.
- (1906) Monografía del Departamento de Cajamarca: Imprenta y Lib. San Pedro, Lima.
- Miller, B. y Singewald, J. T. Jr. (1919) The mineral deposits of South America: McGraw-Hill, New York.
- Orton, James (1874) The silver mines of Peru: Eng. Min. Jour., vol. 17, pág. 83.

GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO DE HUALGAYOC

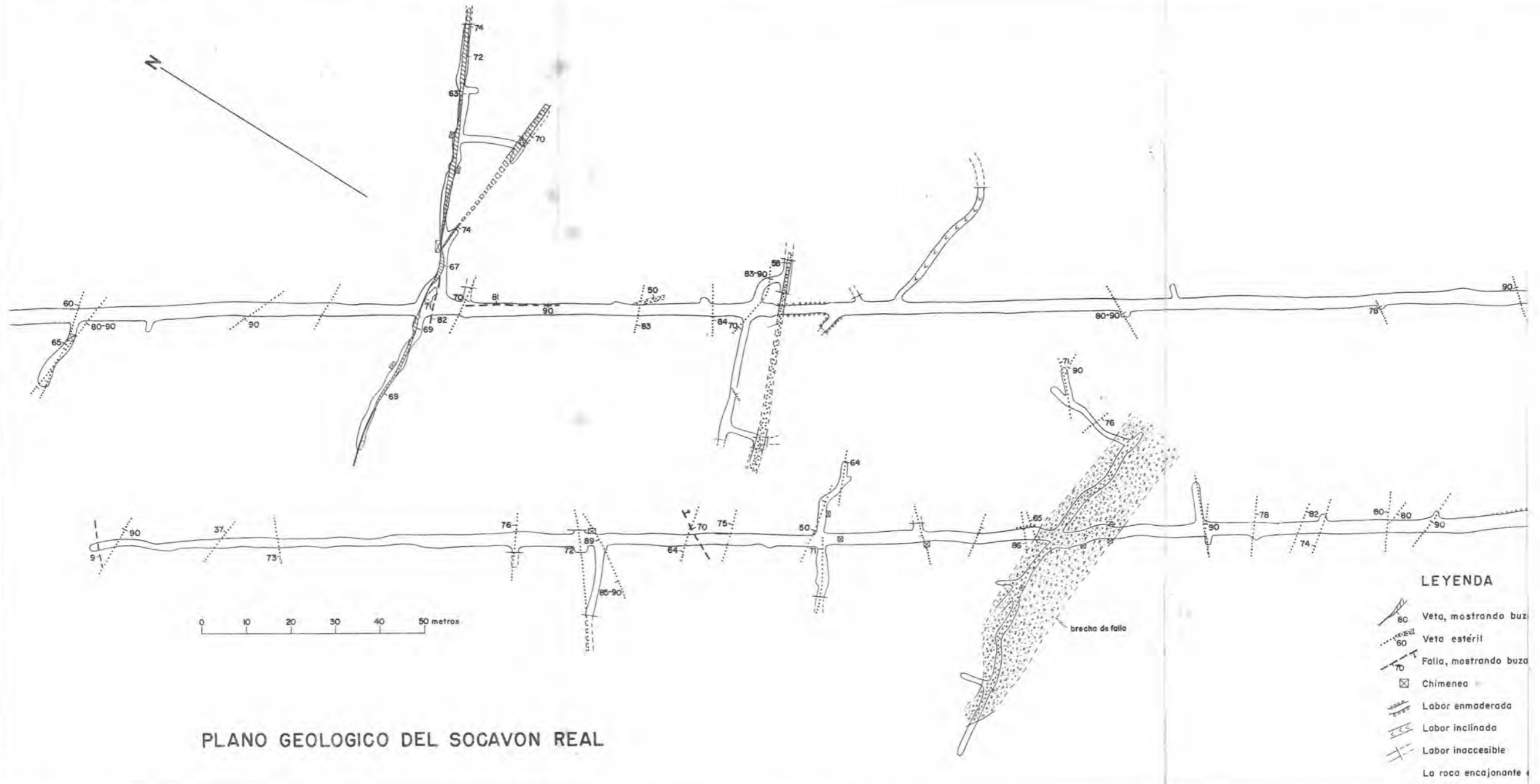
- Pirsson, L. V. y Knopf, A. (1947) Rocks and rock minerals: John Wiley, New York.
- Rajmondi, A. (1902) El Perú: estudios mineralógicos y geológicos, vol. 4 Sociedad Geográfica de Lima.
- Stappenbeck, R. (1929) Geologie des chicamatales in Nord Peru und seiner anthracitlagerstätten: Geol. Pal. Abhand., Neue Folge, Band 16, Heft 4, págs. 397-355.
- Steinmann, G. (1930) Geología del Perú: Carl Winters Universitätsbuchhandlung, Heidelberg.
- Velarde, C. E. (1908) La minería en el Perú: Oficina tipog. de La Opinión Nacional, Lima.





PLANO GEOLOGICO DE LOS NIVELES DE BIASIO, 25, 50 Y 80, MINA SAN AGUSTIN

Impreso en los talleres del I.G.M. - 1956



PLANO GEOLOGICO DEL SOGAVON REAL