887.

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE
Apartado N.° 13

PROF. HUGO BASSI

ESTUDIO GEOLOGICO DE LA MINA EL SAUCE (COBRE)

DPTO. LLAY-LLAY, PROVINCIA DE VALPARAISO.

BIBLIOTECA
IREN

Revista Minerales. Año XXI, Nº 95
pp. 40 — 85 Octubre — Diciembre 1966, Santiago

BIBLIOTECA IREN

ESTUDIO GEOLOGICO DE LA MINA EL SAUCE (COBRE)

DPTO. LLAY-LLAY, PROVINCIA DE VALPARAISO

Prof. Hugo Bassi (*)

INDICE

Resumen 41
Introducción 41
Antecedentes 42

I

Geología Local
Formación Las Chilcas 43
Andesita Inferior 44
Conglomerado Inferior 44
Sedimentitas Finas 44
Conglomerado Volcánico 46
Cubierta Volc-Sedim 47
Intrusión Diorítica 47
Andesitas hipabisales 48
Estructura 49
Tectónica 52

II

Geología del Yacimiento 54
Zona Elgueta 60
Zona Anita 61
Zona María 63
Zona Lena 63
Zona Diego 65
Metasomatismo, Mineralización y Génesis 65

III

Perspectivas y Recomendaciones 70
Bibliografía 72
Láminas 73
Apéndice 76
Muestras petrográficas c/estudio 76
Descripciones petrográficas 77
Triangulación 85

Parte Gráfica (en sobre adjunto) ..... (escalas originales)
Mapa geológico-topográfico de la mina El Sauce 1/1000
Mapa geológico-topográfico del laboreo subterráneo 1/500

Perfiles típicos de la estructura de la mina El Sauce 1/1000 51
Cortes 1/1000 56
Proyecciones Longitudinales verticales 1/1000 64

(*) **Depto. de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Octubre 1966.**

RESUMEN

La mina El Sauce es un antiguo y representativo yacimiento de Chile Central, ubicada 80 kms. al norte de Santiago y al borde de la Carretera Panamericana.

Se encuentra en la base de la Formación Las Chilcas, próximo al intrusivo Diorítico, ambos de edad Cretácico Superior y atravesados por andesitas hipabisales pliocenas.

Los componentes de la geología local son: Andesita Inferior, Conglomerado Inferior, Sedimentitas Finas, Conglomerado Volcánico y Cubierta Volcánica-Sedimentaria; diorita (con granodiorita y microgranito) y diques andesíticos.

Las Sedimentitas Finas es el componente más importante pues en él se desarrolla la mineralización. Comprende, entre otros horizontes, a dos niveles limolíticos compuestos por alternancias areniscas-limolitas y/o limolitas-calizas, afectados por una tectónica longitudinal y cuyo conjunto constituyen el cuadro mineralogenético.

Las manifestaciones mineralizadas, si bien se ajustan a una franja definida, forman zonas aisladas, consideradas tanto estructuralmente como desde el punto de vista de unidades de explotación. Estas zonas son Elgueta, María y Anita.

El yacimiento es de origen hidrotermal. Su paragénesis: pirita- calcopirita-bornita con supergénicos de cobre en ganga de sedimentitas. La mineralización es diseminada.

El presente estudio concluye escasas perspectivas para las zonas conocidas; ofrece posibilidades de dos nuevas zonas denominadas Diego y Lena y establece normas para una prospección regional.

INTRODUCCION

Este estudio fue iniciado como tema del Seminario de Geología de Minas, cumplido en 1965 por los alumnos de último año de la Escuela de Geología dependiente de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

Su finalidad fue entrenar a los futuros geólogos de minas en la realización de un estudio geológico de detalle de un yacimiento mineral, partiendo desde los mapeos hasta el informe final.

Tal misión fue en parte cumplida si bien la limitación del período lectivo no permitió la terminación total del trabajo como parte del Seminario. De cualquier manera los alumnos participaron en la ejecución de los mapeos y apreciaron los métodos a desarrollar para llegar a un estudio completo.

El suscrito ha querido que ese esfuerzo juvenil, entusiasta, no se desvaneciese permaneciendo en cambio, como contribución al conocimiento minero del país. Por ello ha continuado su desarrollo hasta dar punto final al presente trabajo, pero deseando destacar al equipo nuclear de alumnos, hoy profesionales y a los cuales se debe su motivo y realización. Son ellos los señores G. Chong, W. Espinoza, I. Galay y C. Muchmeyer. También participó activamente el investigador Sr. Enrique Tidy a quien además le debemos los estudios petrográficos.

Los trabajos básicos realizados en treinta días de terreno fueron un relevamiento geológico-topográfico en escala 1/1.000 de 1 km^2, apoyado en una triangulación con 12 puntos principales y 12 accesorios y levantamientos geológicos-topográficos de 1.400 m. de labores subterráneas en escala 1/500. En base a ellos se produjeron los gráficos correspondientes y además cortes geológicos y proyecciones longitudinales, cuyos dibujos finales estuvieron confiados al Departamento de Geodesia de esta Facultad.

Deseo mencionar como colaboración especial la de la Srta. Ann de Grys quien ejerció la dirección del equipo para el desarrollo del estudio geoquímico de los suelos.

Finalmente me es grato agradecer al Decano de nnestra Facultad Sr. Enrique D'Etigny, quien con su constante apoyo permitió la realización de este Seminario.

ANTECEDENTES

La mina El Sauce está situada en la Provincia de Valparaíso, sobre el km. 81 de la ruta Panamericana, prácticamente en la base de la cuesta del Tabón y sobre el faldeo Oeste del Cerro Diablo. A sus pies se extiende el fértil valle de Los Loros irrigado por el antiguo canal del Aconcagua, que precisamente pasa a la vera del depósito.

Su explotación tuvo origen en el siglo pasado, probablemente a mediados de él pues B. Vicuña Mackenna en su "Libro del Cobre" que data de 1883, la señala ya como antigua, refiriéndose de paso a su ubicación sobre el camino real de Santiago y a su rendimiento medianamente firme.

Sin duda esta mina formó parte de aquella gran "pequeña minería" que se cobijó durante el siglo XIX bajo el manto boscoso de las márgenes del río Aconcagua, bosque que alimentó a las innumerables fundiciones rudimentarias de cobre cuyas escorias encontramos hoy a cada paso.

La historia escrita de El Sauce comienza en 1932 con una serie de informes inéditos que señalan su conección con la Caja de Crédito Mi-

nero primero y más tarde con la Empresa Nacional de Minería. Su situación en aquel año era la de una mina con leyes sensiblementes más bajas a las que seguramente existieron en los albores de la explotación las que, conforme a las exigencias del siglo pasado, debieron ser superiores a 4% Cu.

La parte rica del Yacimiento se encontraba ya sin mineral e inaccesible. La falta de otras áreas similares motivó la instalación de una planta de flotación que entró en funciones antes de 1932. Ella actuó con actividad discontínua hasta el presente, dependiendo de las fluctuaciones del mercado y sobre todo de las inversiones de exploración destinadas a la búsqueda de nuevas zonas mineralizadas.

El escoger esta mina como tema de estudio se debió sobre todo a su facilidad de acceso desde Santiago, condición indispensable para que los alumnos, en pleno período de clases, pudiesen cumplir con los trabajos de terreno desarrollados durante los fines de semana. Pero también porque las dificultades que presenta a primera vista la identificación correcta de la estructura mineralizada daba la oportunidad de aplicar nuestro Seminario a un caso geologicamente interesante.

GEOLOGIA LOCAL

El área cubierta con el mapeo exterior sólo cubre una superficie de 84 hectáreas. Sin embargo se presentan allí tres entidades diferentes: Formación Las Chilcas, Intrusión Diorítica y Andesitas Hipabisales.

Veamos a continuación para cada una la identificación de sus diferentes unidades petrográficas y su distribnción, terminando el capítulo con la estructura y tectónica del bloque estudiado.

Formación Las Chilcas.

Para esta unidad estratigráfica distinguimos en el área del yacimiento los siguientes componentes geológicos, yendo de piso a techo: Andesita Inferior, Conglomerado Inferior, Sedimentitas Finas, Conglomerado Volcánico y Cubierta Volcánico-Sedimentaria.

Localmente se trata de un monoclinal con rumbo N-S e inclinación desde la vertical hasta 30° Este. Sus espesores son variables debido a la intrusión diorítica y especialmente a la tectónica que afectan a los tres componentes inferiores y sobre los cuales no hay datos para reconstruir sus potencias originales.

Nos ocuparemos separadamente de cada uno de estos componentes geológicos, dándole preferente atención a las Sedimentitas Finas por cuanto incluyen a las manifestaciones mineralizadas.

Andesita Inferior Aflora al Oeste del área. Hacia el norte está en contacto tectónico con las Sedimentitas Finas (falla regional), mientras que el sur se dispone en afloramientos aislados, insinuándose como cuña entre la granodiorita y el Conglomerado Inferior.

La falta de contactos normales visibles dificulta la determinación de su posición estructural pudiendo corresponder ya a un manto subyacente al conglomerado como a una intrusión posterior a la granodiorita.

Utilizamos la primera posición teniendo como único argumento el aspecto de lava de la vulcanita.

La roca (148) es una andesita con abundante hematita diseminada que le dá un acentuado color rojizo. La plagioclasa original parece una oligoclasa, encontrándose invadida por una albitización avanzada; esto, sumado a la caolinización, silicificación y carbonatización, hacen a menudo inidentificable a la roca primitiva.

Conglomerado Inferior. Este componente aparece en todos los casos en posición vertical o subvertical, con espesor máximo de unos 100 m. en la latitud del punto H de triangulación.

Hacia el norte su afloramiento se acuña rápidamente, hasta desaparecer, a causa de la falla regional. Hacia el sur igualmente disminuye su espesor debido al contacto (tectónico?) con la intrusión diorítica.

La roca tiene en superficie un color gris amarillento. Está compuesta por clastos redondeados con diámetros entre 5 y 10 cms. en una matriz de arena poco clasificada.

Los clastos son sin excepción de vulcanitas, destacándose por su frecuencia los de una andesita augítica (4) con fenocristales de oligoclasa y augita en una masa fundamental fina y los de una roca porfírica (5) constituida por escasos fenocristales de ortosa, dispuestos en una masa fundamental muy fina con abundante hematita diseminada.

La matriz del conglomerado es una arenisca formada por clastos angulares (0,1-0,4 mm.) de oligoclasa, fragmentos líticos (1-2 mm.) y vidrio fino devitrificado.

A veces esa matriz se desarrolla en intercalaciones delgadas y excepcionalmente en bancos gruesos.

Sedimentitas Finas. Su contacto con el Conglomerado Inferior es neto, debido a sus marcadas diferencias granulométricas, no obstante sus litologías son transicionales por lo que consideramos a ambos como pertenecientes genéticamente a un mismo ciclo sedimentario.

Bajo la denominación de Sedimentitas Finas se ha englobado a una serie de rocas que van desde un conglomerado arenoso hasta una caliza muy fina pasando por arenisca mediana, arenisca fina y limolita y que en conjunto forman un horizonte bien identificable.

En líneas generales se distingue en este componente dos fracciones,

(148) — número de la muestra petrográfica.

una gruesa que es la base del horizonte y otra fina que representa el techo.

La fracción gruesa aflora en casi toda su extensión mientras que la fina lo hace en contados casos y sólo es parcialmente observable en el laboreo subterráneo.

La relación estructural entre ambas fracciones está oscurecida por la tectónica longitudinal la que ha perturbado los contactos originales. De igual manera ella ha modificado algunas de las rocas primitivas de la fracción fina. Por lo tanto, postergaremos todos los problemás derivados de aquella tectónica, ya estructurales como petrográficos, para el capítulo respectivo, limitándonos a describir aquí sólo las características originales del componente.

La Fracción Gruesa, de unos 70 m. de espesor, es preferentemente vertical o fuertemente inclinada hacia el Este. Se observa solamente en superficie. Comienza con un conglomerado arenoso de clastos francamente menores que los del Conglomerado Inferior, pasando rapidamente a intercalaciones desordenadas de areniscas medianas y gruesas a muy gruesas (solulitas) y capas de rodados. Tal secuencia es visible descendiendo el cerro hacia el Este en dirección del punto 4 a de triangulación.

En ese punto aparece la Fracción Fina que aflora aquí sólo parcialmente, pues está muy próxima a la tectónica longitudinal y sólo hacia el sur del mapa alcanza un mayor desarrollo, aunque también incompleto. En la superficie está muy enmascarada por la cubierta eluvial mostrando, en los escasos afloramientos, la limolita que caracteriza a su base. Esta roca comienza en alterancia con arenisca fina y sólo se la ve como un banco definido hacia el sur, en la labor de cota 755 donde alcanza un espesor de 10 m.

La deficencia de sus afloramientos no permite decidir sobre si se trata de un horizonte limolítico contínuo o sólo de lentes aisladas de esa roca.

En el Socavón Sauce, a pocos metros de su entrada, se atraviesa un banco limolítico subvertical de unos 7 m. de potencia perteneciente a la zona Elgueta. Este banco y el de la labor 755 muestran gran similitud petrográfica. Consideramos a ambos pertenecientes a un mismo nivel de sedimentación que denominamos Nivel Limolítico Inferior.

Continuando hacia el sureste en el Socavón aparece un estrato de areniscas finas de 35 m. de espesor, fuertemente inclinado hacia el Este en su base y suavizándose paulatinamente hacia el techo (corte 1) y luego otro nivel de limolita con manteos de 45° a 25°, yendo de piso a techo y que según el mismo corte también oscilaría su espesor en unos 35 m; lo denominamos Nivel Limolítico Superior.

La base de este nivel es de limolita con escasas intercalaciones de areniscas finas, continuándose por alternancias limolita-caliza en pasa-

je gradual hacia caliza, la que forma el techo definitivo de las Sedimentitas Finas.

Esta caliza, al igual que la limolita del nivel inferior, ha sido observada sólo parcialmente pudiendo constituir, como aquella, ya un horizonte contínuo como tratarse de lentes aisladas.

En resumen para las Sedimentitas finas tenemos dos fracciones: una inferior gruesa de 70 m. de potencia, subvertical y una superior fina.

La Fracción Fina está compuesta de abajo hacia arriba por: a) un nivel limolítico inferior de 7-10 m de espesor, subvertical; b) un banco de areniscas finas de 35 m. de espesor, fuertemente inclinado hacia el Este en la base y menos en el techo y c) un nivel limolítico superior, también de 35 m, con buzamientos hacia el Este de 45° a 25° y constituido por limolita —intercalaciones de areniscas— limolita en alternancia con caliza y finalmente caliza.

Petrográficamente la Fracción Fina presenta:

Nivel Limolítico Inferior: comienza con una alternancia de arenisca fina con arenisca muy fina-limolita (Lám. I, 1). Los clastos (26) son de ortosa y oligoclasa con diámetros entre 0,05-0,10 mm. en unas bandas y 0,15-0,20 para otras; el cemento es silíceo con clorita y limonita.
Los cuerpos limolíticos definidos muestran una sedimentita (20) con clastos de plagioclasa, de diámetros máximos de 0,03 mm. dispuestos en una masa clástica de grano aún menor, donde sus componentes no son identificables. Es frecuente un cemento clorítico (Lám. I,2).

Areniscas finas: el horizonte está formado por arenisca fina con algunas intercalaciones delgadas de limolita carbonosa (98) en su base y de arenisca mediana (17-18) en el conjunto. Sus clastos son siempre de ortosa y oligoclasa. La materia carbonosa es escasa y se dispone preferentemente en bandas delgadas (1-2 mm.) pero bien definidas, conservando en algunos casos sus estructuras celulares.

Nivel limolítico superior: Este nivel, a diferencia del inferior, se caracteriza por la abundancia de materia carbonosa, finamente diseminada, la que otorga a sus rocas coloraciones en tonos muy escuros a negro.
El horizonte está practicamente constituido por limolita, presentando en su base intercalaciones delgadas irregulares (excepto el cuerpo de la zona Anita Inferior) de areniscas finas, luego intercalaciones calcáreas (Lám. I, 4) y terminando gradualmente en caliza (Lám. I, 6).
La caliza (82) es de grano muy fino y está formada por cristales de calcita del orden de 0,002 mm. de diámetro y algunos clastos, muy escasos, de plagioclasa (0,06 mm.).

Conglomerado Volcánico. Ocupa la casi totalida del mapa hacia el Este de la quebrada. El contacto con las Sedimentitas finas es tectónico al sur del área y normal al norte. Aquí la secuencia empieza con una arenisca volcánica fina de color morado de unos pocos metros de espesor que gradualmente pasa hacia arriba a conglomerado volcánico; este, de unos 200 m. de potencia, muestra algunas intercalaciones delgadas de arenisca volcánica.

Finalmente el componente termina con un horizonte lenticular de arenisca volcánica gruesa, con máximo espesor de 50 m.

El conjunto tiene una coloración general morada.

El conglomerado volcánico está formado por clastos de preferencia redondeados de 5 cm. como diámetro más frecuente pero con seriación hasta 30 cm., en una matriz de arena no clasificada. Los clastos son de vulcanitas, afaníticas a por-

fíricas, de grano mediano y la matriz constituida por clastos menores de composición similar y a veces con un cemento de calcita y sílice (Lám. II,1).

La arenisca volcánica del techo (Lám. II, 2) es una roca de textura fragmental liticocristalina. Los clastos, angulares, son trozos de cristales de: ortosa, oligoclasa, hornblenda, escasa apatita y algunos líticos de andesita La matriz es un agregado felsítico hipocristalino con un material arcilloso (vidrio?) pero en gran parte recristalizado.

Genéticamente consideramos al total de este estrato como un material piroclástico, depositado en un medio acuoso (fluvial?), con redondeamiento de los clastos mayores y lavado del material fino (vidrio?). Tal es el sentido que por lo demás se ha aplicado al término Conglomerado Volcánico utilizado aquí.

Cubierta Volcánico-Sedimentaria. Aflora en la cumbre del faldeo Este de la quebrada de la mina y se extiende, ya fuera del mapa, hacia la quebrada del Sauce ajustándose a ella la topografía actual.

Este componente indica una continuidad en la actividad volcánica iniciada con el Conglomerado Volcánico pero con un cambio en el medio de sedimentación, que aquí es aéreo.

La roca resultante es una toba brechosa con pasajes a masas andesíticas. La toba litocristalina (162), tiene clastos mayores de andesita (1 a 15 cm.) y menores de oligoclasa y hornblenda (0,5 mm.) dispuestos en una matriz hipocristalina. Las masas de la vulcanita son de andesita de anfíbola (132) con fenocristales de oligoclasa y seudomorfos de calcita-hematita; la pasta está formada por microlitos de feldespato.

Intrusión Diorítica.

El cuerpo plutónico aflora en la parte suroeste del mapa. Su contacto con el Conglomerado Inferior no es directamente visible, pero sus afloramientos respectivos están separados por no más de 30 m. de material eluvial.

Aunque tan próximo sólo se observa en el conglomerado una hematización más o menos extendida y ningún indicio que evidencie la proximidad del intrusivo. Sin embargo, los clastos se presentan allí anormalmente angulosos.

Por todo ello, consideramos al contacto como tectónico aunque sin poder precisar sus características estructurales.

Reafirma esa idea el hecho de que el intrusivo muestra una marcada diferenciación petrográfica pero en sentido norte sur, perpendicular al contacto y por lo tanto, no relacionada con él.

Dicha diferenciación se manifesta por un pasaje paulatino de diorita a granodiorita. A su vez la granodiorita está interrumpida bruscamente por una masa de microgranito que emite filones delgados hacia el cuerpo diorítico.

La diorita (Lám. II, 3) holocristalina, textura hipidiomorfa granular, tiene oligoclasa (2-3 mm.) dominante y en menos cantidad augita; como accesorios: turmalina, apatita y ortosa.

La granodiorita comienza con una roca levemente porfírica y estructura fluidal incipiente (32); los fenocristales (4 mm.) son también de oligoclasa y la augita está en cantidad muy subordinada Hasta aquí es similar a la diorita descrita pero la pasta (sólo 10%) es un entrecruzamiento gráfico de cuarzo-ortosa. En el estadío final la granodiorita (33) es bien porfírica; los fenocristales son similares

en tamaño y composición pero constituyen sólo el 20 % del total de la roca; la pasta, microfanerítica (0,5 mm.) es de cuarzo, ortosa y accesorios.

El microgranito corresponde a una roca porfírica (Lám. II, 4) con escasos fenocristales de ortosa (4 mm.). La pasta, microfanerítica, tiene cuarzo, ortosa y oligoclasa en intercrecimientos gráficos.

Los filones son también de una roca compuesta también por cuarzo, ortosa y oligoclasa pero dispuestos según una textura hipidiomorfa granular.

La diferenciación diorita-granodiorita está ratificada por la secuencia de terreno. Es probable que el microgranito corresponda a una etapa de esa diferenciación, pero en todo caso aparece inyectado dentro del cuerpo intrusivo principal.

Andesitas Hipabisales.

Distinguimos dos grupos: andesita de filón capa y andesira de dique.

La primera corresponde a un único cuerpo que emerge concordantemente en la parte superior del Conglomerado Volcánico. Su afloramiento es elongado según rumbo NNE, con una longitud de 200 por 10 m. de ancho y tiene contactos poco visibles. En el único punto observado la roca aparece como intrusiva.

Al microscopio se presenta como una andesita de augita (Lám. II, 5), con fenocristales dominantes de andesina (3 mm.) y escasa augita (0,6 mm.) en una pasta microcristalina constituida por microlitos de feldespato.

La roca es similar a las andesitas intrusivas pliocenas de Thomas (1958) que afloran 10 km. al suroeste de El Sauce (1).

En cuanto a los diques, se trata de cuerpos tabulares con espesores alrededor del metro, no muy frecuentes y de difícil localización en las escalas mapeadas, sobre todo por su aspecto y coloración similares a las rocas del componente de Sedimentitas Finas, que es donde más abundan. Allí sus rumbos son casi sin excepción norte sur.

Se las encuentra también atravesando los otros componentes de la Formación Las Chilcas y en el intrusivo diorítico, pero entonces sin ajustarse a un rumbo definido.

Son rocas de color verde grisáceo, de grano mediano a fino, oscilando de porfíricas a afaníticas. La plagioclasa es una oligoclasa; los fémicos están prácticamente ausentes. Estas rocas se caracterizan por una presencia constante de clorita ya interticial ya en vesículas, asociada con calcita. A menudo las plagioclasas están albitizadas (144).

En contraposición a lo descrito existe un dique, observado en la parte final de la labor Porvenir y en la labor María, cuyo rumbo es Este Oeste (si bien se encuentra en la Sedimentitas Finas) y además difiere en cuanto a su composición petrográfica.

La roca (141), gris oscura a negra, está formada por microlitas de andesina (0,3 mm.) dispuesta según textura pilotóxica en una pasta vítrea; es muy fresca y solo tiene cantidades pequeñas de clorita. Un pulido de la misma no acusó presencia de sulfuros.

El hecho de encontrarse en la labor Porvenir en plena zona de impregnación cuprífera (calcopirita), la carencia total de sulfuros y la falta de todo tipo de alteración metasomática la señalan como postmineral.

---

(1) Según Thomas las andesitas intrusivas de Montenegro tienen "Textura intergranular fluidal, con tablitas limpias de andesina, en muchos casos muy zeolitizada y con cristales idioformos de augita".

De tal manera que hay dos tipos de diques. Los preminerales con: oligoclasa, abundante clorita y sulfuros (cuando están en zonas mineralizadas) y los postminerales, con andesina y sin alteración metasomática.

De estos últimos fue observado un solo dique, por lo cual su distinción tiene aún carácter preliminar.

ESTRUCTURA

Las tres unidades principales de la estructura en el bloque estudiado son de Oeste a Este: cuerpo intrusivo, estratos subverticales y estratos inclinados al Este. Además un ciclo tectónico intenso y un grupo de andesitas completan el cuadro.

La totalidad de estas unidades son detalles de la estructura regional, a excepción de los estratos subverticales que corresponden a un fenómeno local y que presentan el mayor interés ya que se relacionan íntimamente con el yacimiento.

Ensayaremos a continuación un esquema cronológico, con edades relativas, de los acontecimientos que dieron origen a la estructura del bloque.

I *Formación Las Chilcas*	con depositación de: —Estratos de base ? (1) —Andesitas Inferiores —Conglomerado Inferior —Sedimentitas Finas —Conglomerado Volcánico —Estratos superiores (fuera del área)	
II *Plegamiento*	—Estructura monoclinal regional.	
III *Intrusión Diorítica* (y su séquito de diferenciación magmática)	—Intrusión y levantamiento local brusco de la base de las Chilcas. —Tectónica —sinintrusiva.	Contacto intrusivo Las Chilcas. Deformaciones plásticas (especialmente en las Sedim. Finas). Tectónica longitudinal (afectando especial a las Sedimentitas Finas). Tectónica secundaria.
IV *Intrusión de andesitas hipabisales*	—Filón capa (andesita augítica). —Diques preminerales.	

(1) Thomas (1958) indica que en el Cerro Diablo faltan 1.000 m. de la base de la Formación Las Chilcas.

V *Reactivación de la tectónica sin-intrusiva, con apertura de vías mineralogenéticas.*

VI *Proceso mineralogenético.*

VII (?) *Intrusión de andesitas hipabisales* } —Diques postminerales

En cuanto a las edades absolutas del cuadro precedente, si bien no fue tema del presente estudio, correlacionado con lo establecido por Thomas (1958), en la región tendríamos:

I Depositación de Las Chilcas	Cenomaniano? y Turoniano?	Cretácico
II Plegamiento Regional	Senoniano	Superior
III Intrusión Diorítica	Superior	
IV Intrusión de andesita augítica.	Plioceno	Terciario

Sobre el punto IV nos basamos solamente en la similitud petrográfica de la roca del filón capa con las andesitas pliocenas de Thomas en la cuenca de Llay-Llay.

En tal caso debemos ubicar al proceso mineralogenético como post-plioceno.

La estructura resultante (Fig. 1) es la siguiente: al oeste un stock diorítico sobre el cual se apoya tectónicamente Las Chilcas. Esta formación comienza con las Andesitas Inferiores de posición estructural dudosa; luego el Conglomerado Inferior con estratificación norte sur y vertical. A coutinuación y en concordancia se apoyan la mitad de las Sedimentitas Finas; la otra mitad está en discordancia tectónica con la anterior y los plauos de sedimentación, que en aquella son subverticales, aquí disminuyen gradual pero rápidamente su inclinación para terminar en un paquete monoclinal de rumbo norte a NNW e inclinación 35° Este.

Continúa hacia el Este con el Conglomerado Volcánico afectado también, pero más localmente, por la tectónica longitudinal la que provoca, sólo en la parte alta, una discordancia con las Sedimentitas Finas infrayacentes. El Conglomerado tiene allí una estratificación subvertical la que disminuye paulatinamente hacia el Este hasta los 35° y donde entonces aparece concordante con dichas sedimentitas.

Cierra el bloque la cubierta Volcánico-Sedimentaria, concordante con el Conglomerado Volcánico.

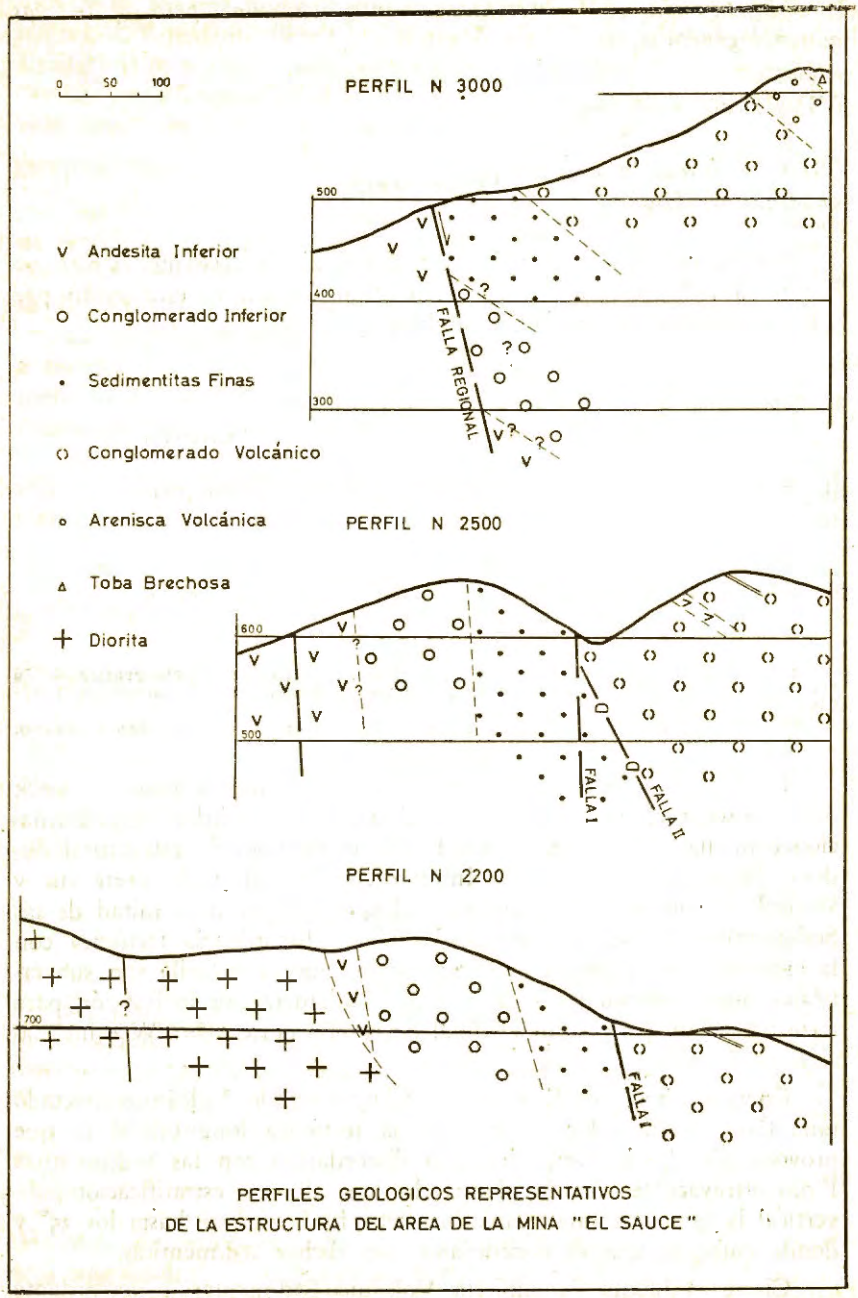

0 50 100
PERFIL N 3000
500
400
300
FALLA REGIONAL
V Andesita Inferior
O Conglomerado Inferior
• Sedimentitas Finas
Conglomerado Volcánico
Arenisca Volcánica
Toba Brechosa
+ Diorita
PERFIL N 2500
600
500
FALLA I
FALLA II
PERFIL N 2200
700
FALLA I
PERFILES GEOLOGICOS REPRESENTATIVOS
DE LA ESTRUCTURA DEL AREA DE LA MINA "EL SAUCE"

Fig. 1

Al conjunto debemos agregar las andesitas hipabisales. En primer lugar registramos un filón capa de poca extensión intruido en el Conglomerado Volcánico. Luego una serie de diques, generalmente verticales, que atraviesan a todos los componentes geológicos incluyendo al filón capa.

De los diques distinguimos un grupo que acompaña, en cuanto a características estructurales, a la tectónica longitudinal y probablemente utiliza a esta como vías preintrusivas, desarrollándose en la proximidad de sus fallas más características (Falla I y Falla II).

También se destaca un pequeño dique observado en la terminación de la labor Porvenir, de rumbo Este Oeste, completamente discordante con la tectónica longitudinal y que, a diferencia de los anteriores, aparece como postmineral.

TECTONICA

Está representada por una fractura regional, un grupo longitudinal principal y un grupo transversal secundario.

La *Fractura Regional* es una falla NNE que aflora en el punto F de triangulación y se distingue hacia el norte por lo menos hasta la carretera Panamericana.

En el área estudiada la consideramos con labio hundido al Este. Caracteriza, por una hematización intensa, a las rocas que atraviesa.

El *Grupo Longitudinal Principal* se lo observa exclusivamente en la mitad del componente de Sedimentitas Finas correspondiente al techo. Se trata de por lo menos dos fracturas de rumbo NNW, verticales o fuertemente inclinadas al Este, vistas parcialmente en superficie y más extensamente en el laboreo subterráneo. Son la Falla I y la Falla II.

La Falla I, al oeste, es la de mayor competencia. Se la reconoce a todo lo largo del Socavón Sauce, como un plano ondulado pero prácticamente contínuo; en la superficie sólo aflora en el borde occidental de la Cantera Anita, el resto desaparece bajo el aluvio. Unicamente más al sur se observa una falla en el socavón Lena y un afloramiento en la quebrada que puede corresponder a la prolongación de esta fractura.

La Falla II, al Este, aparece desde la latitud del pique Durazno tanto en una labor a cielo abierto, hoy aterrada, como en el laboreo subterráneo. Hacia el sur se la puede continuar por un buen afloramiento en la Cantera Anita, apareciendo también su trazo en los socavones Porvenir y Sauce; luego su rastro se pierde, probablemente al unirse con la Falla I, tal como parece hacerlo en profundidad al sur de la coordenada N 2.600.

No se conocen dentro del área y hacia el Este otras fracturas del mismo tipo. De existir seguramente se hubiesen registrado en el Conglomerado Volcánico durante el mapeo de superficie. El supuesto contacto tectónico diorita-base de Las Chilcas, podría quizá corresponder a este grupo.

De cualquier manera, en lo conocido, se observa una estrecha relación entre las fallas longitudinales y la fracción más fina de las sedimentitas.

Veamos ahora la acción de esta tectónica en dichas rocas. La Falla I, por su posición en la estructura, interesa al horizonte correspondiente al nivel limolítico inferior. En superficie sus efectos no son muy intensos; se traducen en un clivaje ondulado que caracteriza a la limolita de los afloramientos.

La Falla II afecta en cambio al nivel limolítico superior y sus efectos se hallan bien marcados. La roca original aparece deformada plásticamente y presenta una exfoliación tectónica de intensidad variable.

En las alternancias arenisca-limolita los planos de exfoliación se han desarrollado en las capas limosas, las que a su vez han actuado lubricando los deslizamientos provocados por el movimiento.

En los caserones de la zona Anita Inferior (corte 2) los estratos originales de arenisca se los ve como lentes intercaladas, siguiendo una dirección preferencial pero desordenadamente, en un limo negro de aspecto esquistoso y carbonoso (Lám. III, 2 y 3).

En las alternancias limolita-caliza la deformación es preferentemente plástica con migración de la calcita singenética intercalada entre los planos limosos. El resultado es una roca esquisitosa con nódulos ovoides que representan los relictos de la alternancia original (Lám. I, 5).

El *Grupo Transversal Secundario* está representado por fallas de rumbo NE. Son de competencia reducida y no muy abundantes, pero en conjunto forman una zona que aparece al sur del mapa atravesando al grupo longitudinal y donde este no aflora.

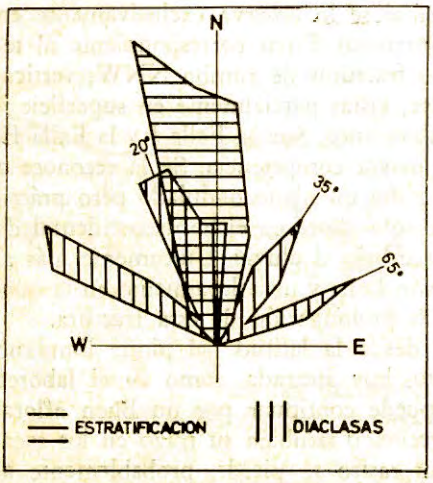


Fig. 2. Frecuencia de estratificación y diaclasas de la mina El Sauce

Los grupos principal y secundario descritos se desarrollan sólo en la Formación Las Chilcas. En la granodiorita, aparte de un diaclasamiento conspícuo, sin dirección preferencial, se encuentran algunas fracturas EW a veces reactivando salbandas de diques andesíticos (punto de triangulación K).

Análisis estructural: En base al gráfico de frecuencia de diaclasas combinado con frecuencia de estratificación de la Fig. 2 se propone el siguiente análisis:

Hay cuatro módulos de diaclasas y sólo uno, bastante desarrollado, de estratificación.

Consideraremos para las diaclasas los tres módulos siguientes: N20W, N35E y N65E. El de estratificación oscila en N10E y con una máxima en N15W.

De acuerdo a la forma regional de la intrusión diorítica el esfuerzo máximo estaría dado por el módulo N35E, en cuyo caso los módulos N20W y N65E corresponderían a planos de cizalla.

El módulo N20W está intensificado por coincidir con la mayor frecuencia de estratificación.

En esta interpretación la tectónica longitudinal NNW está representada por fallas de cizalla, las que fueron utilizadas como acceso por los diques de andesita y posteriormente como vías mineralogenéticas. Esta dirección es preferencial con respecto a la otra de cizalla N65E, por cuanto es coincidente con la estratificación.

GEOLOGIA DEL YACIMIENTO

En el bloque estudiado distinguimos dos grupos de manifestaciones mineralizadas. Uno principal que aparece en el ámbito de la quebrada de la mina y el otro secundario fuera de ella.

El primero se relaciona con la estructura formada por el techo de las Sedimentitas Finas, la Tectónica Longitudinal y la mayor frecuencia de los dique de andesita.

El grupo secundario muestra, por una parte impregnaciones difusas en el Conglomerado Inferior, en el Conglomerado Volcánico y en la andesita augítica; además guías poco definidas en el cuerpo diorítico. Excepto las últimas, las manifestaciones de esta grupo carecen de interés minero.

Las impregnaciones son de malquita-azurita y sin esrtuctura definida pero que no obstante se distribuyen en una franja coincidente con la Tectónica Transversal.

En cuanto a las guías en la diorita la más importante aflora pocos metros arriba del punto K de triangulación. Se desarrolla siguiendo la salbanda de un dique andesítico, sin tener una estructura precisa. El dique está muy silicificado y a trechos muestra impregnación cuprífera difusa. Hacia el Este desaparece en el aluvio pero a 200 m. y en el mismo rumbo aflora una guía similar también en la salbanda de un dique. En ambos casos hay una pequeña labor de destape.

Veamos ahora el Grupo Principal. Pero antes de referirnos a sus cuerpos mineralizados haremos una rápida revisión geológica de la franja que comprende la quebrada de la mina.

La franja es coincidente con aquel tramo de la formación Las Chilcas que incluye a la Tectónica Longitudinal. Litológicamente dicho tramo interesa principalmente al techo de las Sedimentitas Finas y sólo lateralmente a la base del Conglomerado Volcánico, comprendiendo además a la mayoría de las rocas hipabisales registradas en el área.

En consecuencia, los factores que entran en la constitución de esta franja son: limolitas, areniscas, calizas y sus alternancias, todos pertenecientes a las Sedimentitas Finas; las Fallas I y II de la tectónica longitudinal y los diques de andesita del grupo hipabisal.

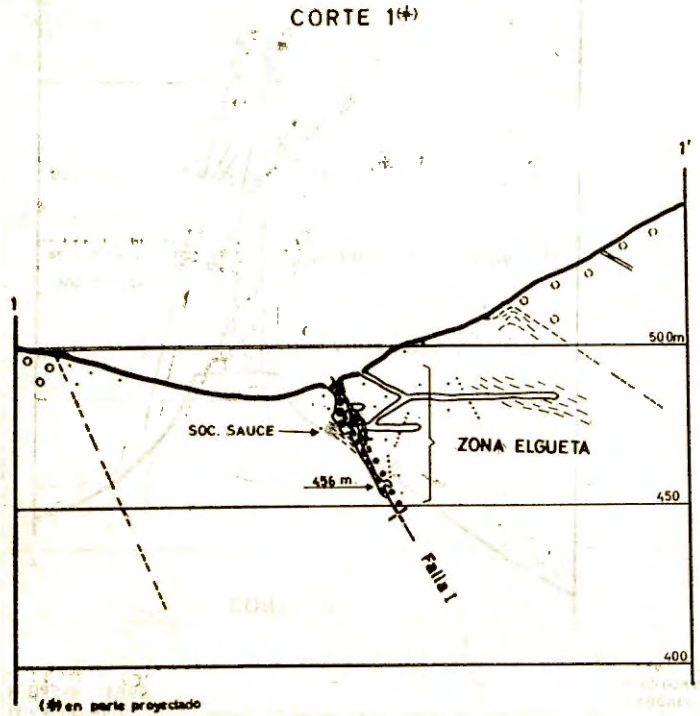
Estos factores, combinados diferentemente, contribuyen además a formar parte de las manifestaciones mineralizadas.

ZONAS	Arenisca - limolita (Niv. lim. Inferior)	Arenisca - limolita (Niv. lim. Super.)	Falla I	Falla II	Diques de Andesita	Ver cortes geológicos
Elgueta	X		X			1
Anita Super.		?		X	?	3
Anita Infer.		X		X		3
Anita Inter.		X		X		3-4
María			X		X	6
Lena (Posible)	X		?			7
Diego (Posible)	X		X			

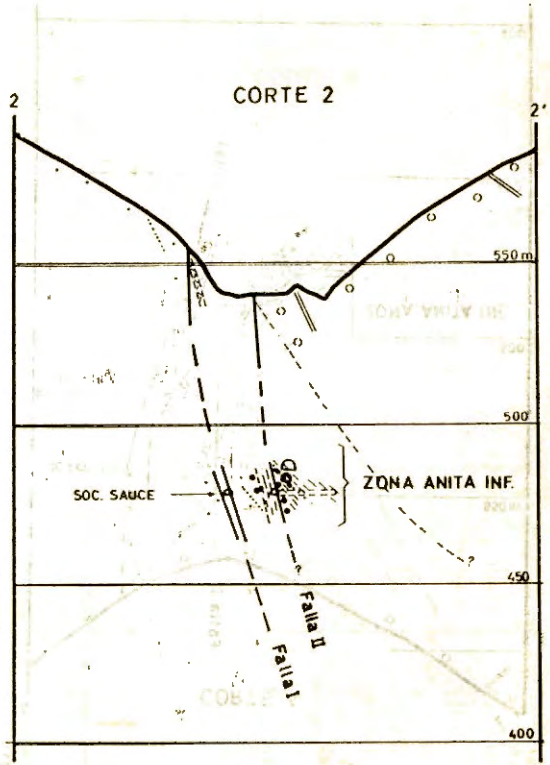
Cuadro I.—Factores geológicos que concurren a la formación de las zonas mineralizadas del Grupo Principal de la mina El Sauce.

Del Cuadro I se deduce que las zonas mineralizadas corresponden a diferentes tipos lo cual descarta la idea de un solo cuerpo mineralizado y en consecuencia no nos permite representar el total de las manifestaciones dentro de una misma proyección longitudinal. Como veremos en el capítulo correspondiente este hecho incide fundamentalmente en las perspectivas del yacimiento.

Mina "EL SAUCE"
H. Bassi - 1966

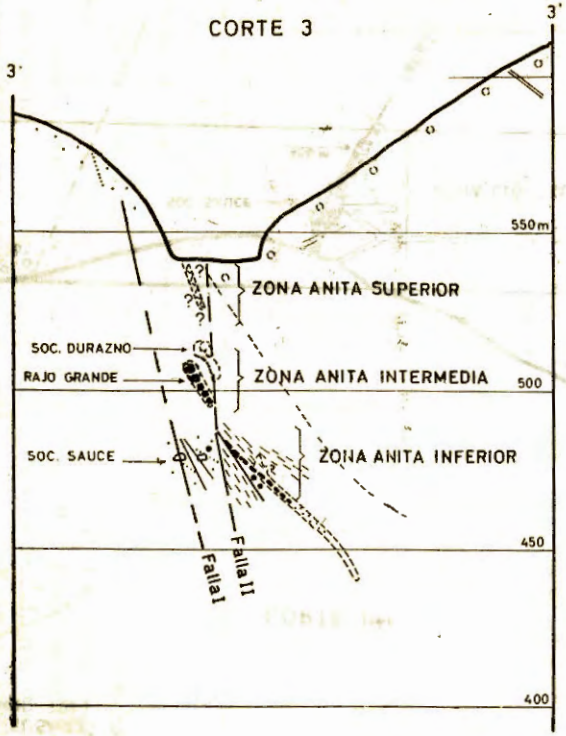


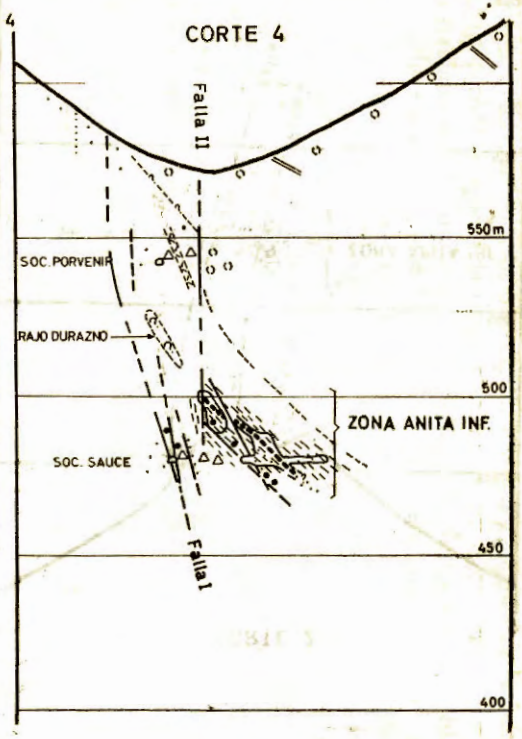
(+) en parte proyectado

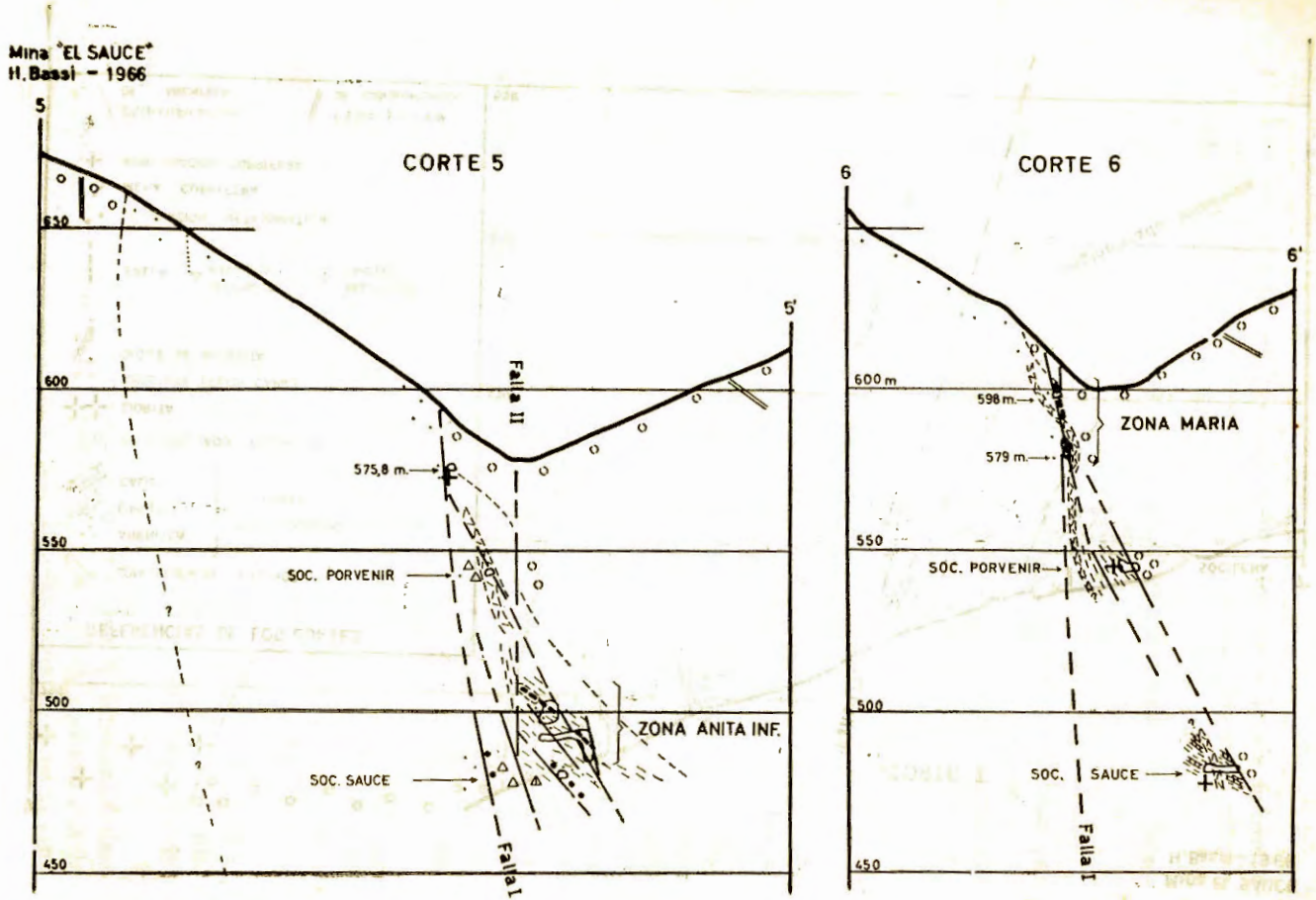


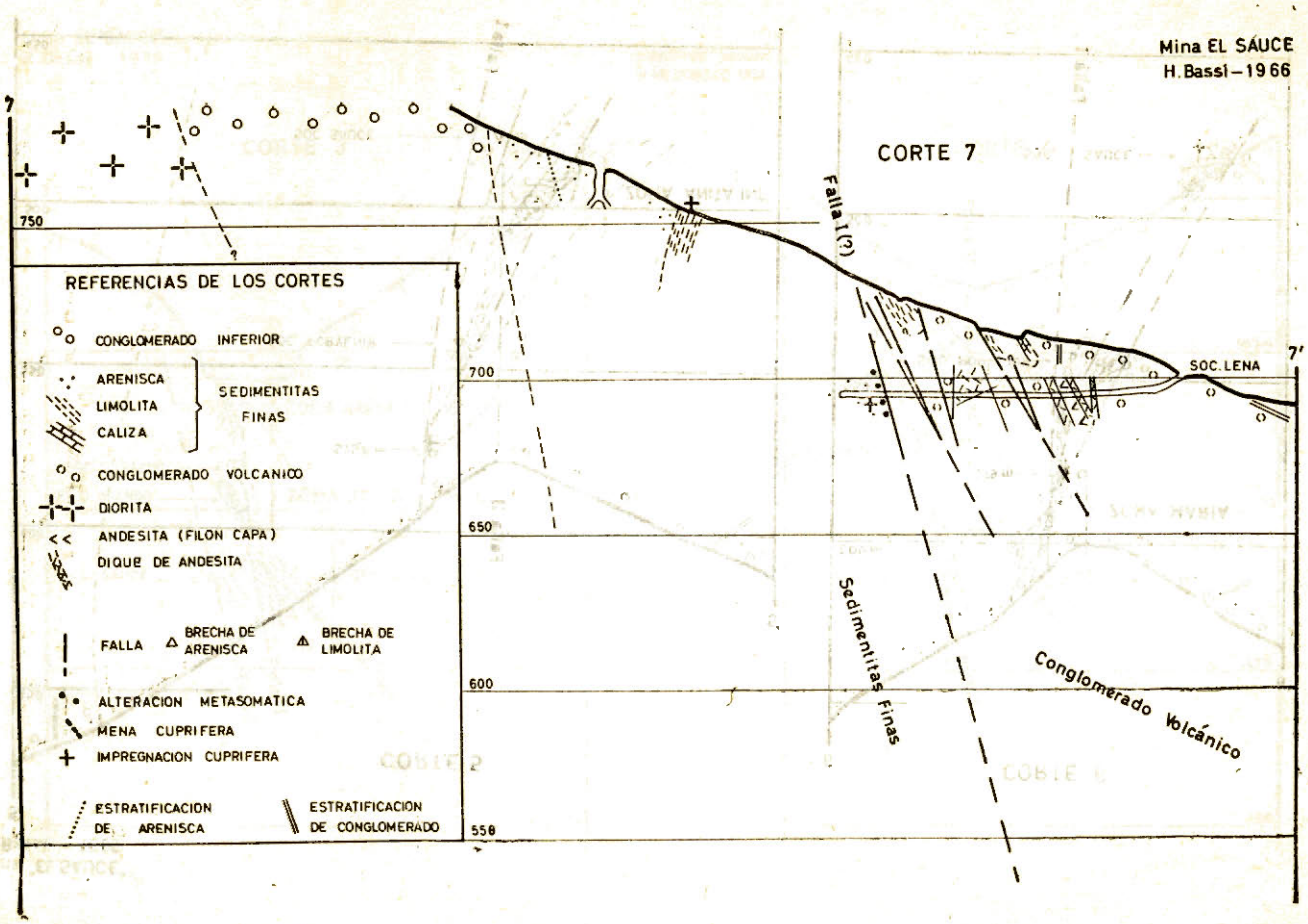
Mina EL "SAUCE"
H. Bassi 1966

LABOREO SEGUN
MAC DONALD 1933






Mina "EL SAUCE"
H. Bassi - 1966
CORTE 5
5
5'
650
600
550
500
450
575,8 m.
SOC. PORVENIR
SOC. SAUCE
Falla II
Falla I
ZONA ANITA INF.
CORTE 6
6
6'
600 m
598 m.
579 m.
550
500
450
ZONA MARIA
SOC. PORVENIR
SOC. SAUCE
Falla I


Mina EL SAUCE
H. Bassi – 1966
CORTE 7
7
7'
750
700
650
600
550
Falla I (?)
SOC. LENA
Sedimentitas Finas
Conglomerado Volcánico
REFERENCIAS DE LOS CORTES
CONGLOMERADO INFERIOR
ARENISCA
LIMOLITA
CALIZA
SEDIMENTITAS FINAS
CONGLOMERADO VOLCANICO
DIORITA
ANDESITA (FILON CAPA)
DIQUE DE ANDESITA
FALLA
BRECHA DE ARENISCA
BRECHA DE LIMOLITA
ALTERACION METASOMATICA
MENA CUPRIFERA
IMPREGNACION CUPRIFERA
ESTRATIFICACION DE ARENISCA
ESTRATIFICACION DE CONGLOMERADO

Los diferentes tipos son:

1) Los formados por el Nivel Limolítico Inferior y la vía mineralogenética de la Falla I y comprende las zonas Elgueta como reconocida y Diego y Lena como posibles.

2) Nivel Limolítico Superior y la Falla II, con las zonas Anita Intermedia y Anita Inferior y

3) Diques de andesita y la Falla I con la zona María.

La zona Anita Superior, de la cual sólo tenemos referencias por estudios anteriores, podrá ser una combinación de los tipos 2 y 3.

En todos los casos las fallas actúan como vías mineralogenéticas participando de una manera secundaria en la constitución de los cuerpos mineralizados.

Pasemos ahora a la descripción de cada una de las zonas.

Zona Elgueta

Es una lente de rumbo N10°W e inclinación 65°E; longitud 30 m. y profundidad, desde la superficie, de 35 m. La potencia máxima al centro es de 7 m.

Geológicamente el cuerpo mineralizado está formado por una lente de limolita con adosamiento en la parte superior de alternancia limolita-arenisca (Lám. III, 1), el todo apoyado en la Falla I. Esta falla, poco detectable dentro del mismo cuerpo, es bien nítida a profundidad en el borde norte del pique "Squiper". Allí aparece controlando la diseminación de bornita, aunque sin formar una verdadera veta y guiando la alteración hidrotermal (albitización), alteración que acompaña a la falla hacia el sur aún después de la desaparición del sulfuro.

La distribución de las leyes en la zona Elgueta, de acuerdo a lo observado y a las características del laboreo sería la siguiente: los tenores mayores estarían dados por las paredes de la Falla I y también por el mismo cuerpo de la falla (como guía angosta pero rica) en el tramo que acompaña a la lente limolítica y que fue seguido por el laboreo achiflonado y por el pique; estas leyes disminuyen rápidamente hacia el norte y el sur y también a profundidad, después de la terminación de la lente.

La limolita también tuvo leyes explotables, como lo atestigua el caserón del nivel Sauce, exclusivamente desarrollado en esa roca; una muestra transversal de 5 m. de ancho obtenida en la latitud N2826 dio 2,57% Cu.

Excepto el adosamiento superior de alternancia limolita-arenisca (explotado en el caserón de superficie) y que está en contacto con la Falla I, las rocas adyacentes a la lente limolítica son en general estériles.

Otra excepción son las areniscas de la labor cota 459, ubicadas al Este de la falla, que muestran guías verticales de bornita de 0,5 cm., parcialmente explotadas.

En resumen concluimos que Elgueta se trata de una zona formada por la Falla I en coincidencia con una lente subvertical de limolita y donde las leyes, sin estar supeditadas a la sedimentita, se distribuyen casi exclusivamente en su ámbito.

Zona Anita

De esta zona actualmente se conoce lo siguiente: en superficie la depresión de la primitiva cantera hoy aterrada y en profundidad, de los tres grupos de caserones conectados con el Socavón Sauce, sólo el norte (N2630 - N2650) y el sur (N2530 - 2590). El grupo central (N 2630 - 2590), incluyendo el pique Rampla, es inaccesible. Se desconoce además las labores del Socavón Durazno y del Rajo Grande, también hoy aterradas.

En 1931 Mac Donald pudo reconocer casi el total del laboreo, excepto la cantera y el área inmediatamente inferior denominada "zona de hundimientos"; ambos seguramente la fuente más importante de mineral en el siglo pasado.

Posteriormente se anegó el pique Rampla que ya Kaiser en 1941 no pudo visitar. Luego se aterró la entrada del Socavón Durazno, aunque hasta 1962 se podía llegar al fondo de aquel socavón por "complicados caminos internos a partir del Sauce, a través del Caserón 5" (Segura, 1962).

En consecuencia para la interpretación general de la zona Anita utilizaremos el corte 3 que incluye lo registrado por Mac Donald (1933).

En él vemos dos áreas mineralizadas, una al Oeste de la Falla II y otra al Este. A su vez la primera comprende dos sectores: uno con la Cantera y "Zona de hundimientos" y el otro con el Socavón Durazno y Rajo Grande.

Tenemos entonces tres sectores: Superior, Intermedio e Inferior.

Del Sector Superior desconocemos sus dimensiones, sus características de explotación y sus leyes. Pero del mapeo de la cantera se le puede estimar una longitud de hasta 50 m.; el ancho según el corte 3 no ha excedido de los 10 m., dado que al Este de la Falla II se encuentra el Conglomerado Volcánico, siempre estéril. La profundidad, según el mismo corte, oscilaría en los 35 m.

En cuanto a su posición estratigráfica, de acuerdo a la estructura, parece corresponder a la parte media del nivel limolítico superior. Litológicamente alternancias arenisca-limolita. Además debe de haber formado parte de este sector el mismo dique andesítico que es conductor de la mineralización en la Zona María.

La ley del conjunto debió ser superior al 3 % Cu y seguramente con guías ricas, como para haber provocado el interés que tuvo este sector en el siglo pasado.

El Sector Intermedio, de acuerdo al mismo corte y a las plantas de Mac Donald (1933) se trata de un cuerpo tabular, representado por el

Rajo Grande, de 50 m. de longitud, 15 de altura y de 3 a 4 m. de espesor. Ley media 2,5% Cu (Mac Donald-Vallejos). Hacia el sur está formado por el Rajo Durazno, con características similares al Rajo Grande pero con cota promedio 15 m. superior a este.

Estratigráficamente puede corresponder a la base del nivel limolítico superior, en cuyo caso se correlaciona con el horizonte de arenisca favorable que forma al Sector Inferior.

El Sector Inferior es el único actualmente observable y con acceso, como hemos ya dicho, sólo a los caserones norte y sur.

El caserón norte está compuesto de dos labores superpuestas, con una longitud de 20 m. y altura total de 11 m. partiendo de la cota del Sauce (corte 2). Se nota que sigue la explotación hacia arriba.

La parte mineralizada es un banco de arenisca fina con calcopirita diseminada, de rumbo N15°W, inclinado 40°E, 5 m. de potencia e intercalado entre limolita carbonosa. El banco aparece limitado al Oeste por la Falla II y al Este por una falla secundaria de manera que adopta una forma tabular con 10 m. de ancho por 5 m. de espesor. La mineralización se intensifica en una banda angosta contra la Falla II. La continuación hacia arriba del laboreo parece seguir esa banda. Se desconoce si hay repetición de bancos mineralizados.

El caserón central, si bien inaccesible, según el corte 3 debe de haber seguido un banco litológicamente similar y posiblemente el mismo horizonte estratigráfico que el caserón anterior.

De acuerdo al muestreo de Mac Donald (en el pique Rampla) las leyes próximas a la Falla II son del orden de 4,5% en 1,70 m. (1) y ya a 20 m. de aquella el tenor desciende a menos de 0,5% Cu. Sin duda que dicho pique siguió siempre un mismo banco de roca favorable (arenisca ?) pero con empobrecimiento paulatino en la medida que se aleja de la vía mineralogenética (Falla II).

El caserón sur es un trabajo que va desde la cota del Socavón Sauce hacia arriba y es accesible sólo unos 25 m. en sentido vertical, si bien se observa en el extremo sur su continuación por una labor de tipo chimenea. Según el corte 5 la estructura de la mineralización es similar a la vista en el caserón norte; o sea la impregnación de un banco de arenisca de 2,30 de espesor intercalado entre limolita y también como aquel, afectado por pequeñas fallas longitudinales que perturban localmente la continuidad de la mineralización en el sentido del buzamiento. Las leyes del banco de arenisca deben de oscilar en 1,5% y las cajas limolíticas en menos de 0,5% Cu (estas cifras son sólo orientativas).

En resumen la zona Anita comprende tres sectores que incluyen a la casi totalidad de la Falla II.

---

(1) Estas leyes (1933) fueron en general reducidas al 50% por el control Vallejos 1934.

Su estudio e interpretación nos permite establecer algunos puntos de gran interés para la comprensión del mecanismo mineralogenético en este yacimiento.

Estos puntos son: 1) Los sectores al oeste de la Falla II son subverticales y en consecuencia se desarrollan en general más próximos a la falla citada. Sus leyes en cobre son mayores que las del promedio del sector ubicado al Este de esa falla, donde la menor inclinación de los estratos lo alejan rápidamente de ella. Estos hechos nos subrayan la importancia de la Falla II en el proceso, reforzando la idea de considerarla una vía mineralogenética y 2) La faja mineralizada, tal como se la observa en el laboreo accesible (sector Inferior), está limitada a un banco de arenisca intercalado entre limolita lo que nos señala a la arenisca como roca favorable. Las interrupciones de la mineralización que ocurren tanto en el sentido de rumbo como de buzamiento de la faja se deben ya a pequeñas fallas que afectan al banco como y especialmente, a la estructura escamosa o lenticular provocada por la tectónica premineral que interesa a las Sedimentitas Finas.

Zona María

Corresponde a un tramo de la Falla I, con Conglomerado Volcánico al techo y Sedimentitas Finas al piso y combinado con tres diques andesíticos. La estructura de la mineralización es la de una veta sin salbandas y con impregnación leve de las cajas.

En su proyección longitudinal-vertical vemos las dos pequeñas áreas explotadas. El volumen extraido es de unos 250 m3. con espesores de 1 a 1,50 m.

En el corte 6 se observa que ambas áreas están ubicadas en la intersección de un dique longitudinal con la Falla I; la mineralización no penetra dentro del dique pero tampoco se aleja de él.

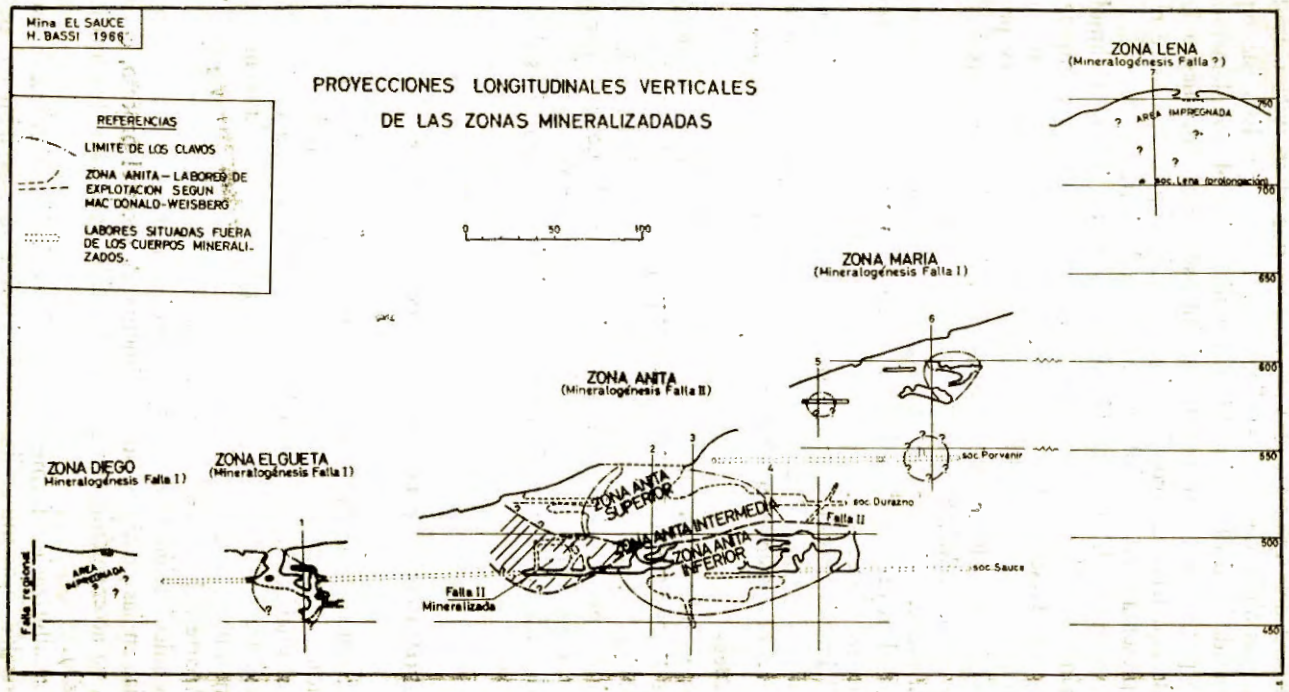
La explotación de la "veta María" fue encarada exclusivamente en base a la guía formada por el solo cuerpo de la falla en las áreas de enriquecimiento. Un muestreo orientativo en su parte superior da valores de 1% Cu para un metro de ancho y sólo un pilar dio 1,90% para 1,25 m.

En resumen la zona María es un enriquecimiento local y muy limitado de la Falla I en presencia de diques andesíticos. Su explotación se redujo a un pirquineo de la guía.

Zona Lena

Se encuentra en la parte alta de la quebrada de la mina. Hay allí dos grupos de labores superficiales. Uno al Este formado exclusivamente por trincheras hoy aterradas y otro al Oeste, con una pequeña cantera y un pique de 10 m.

Las labores Este se desarrollaron sobre un afloramiento de limolita


Mina EL SAUCE
H. BASSI 1966
PROYECCIONES LONGITUDINALES VERTICALES
DE LAS ZONAS MINERALIZADADAS
REFERENCIAS
LIMITE DE LOS CLAVOS
ZONA ANITA – LABORES DE EXPLOTACION SEGUN MAC DONALD-WEISBERG
LABORES SITUADAS FUERA DE LOS CUERPOS MINERALIZADOS.
0
50
100
ZONA LENA
(Mineralogénesis Falla ?)
AREA IMPREGNADA
soc. Lena (prolongación)
ZONA MARIA
(Mineralogénesis Falla I)
ZONA ANITA
(Mineralogénesis Falla II)
ZONA ANITA SUPERIOR
ZONA ANITA INTERMEDIA
ZONA ANITA INFERIOR
soc. Porvenir
soc. Durazno
Falla II
soc. Sauce
Falla II
Mineralizada
ZONA DIEGO
Mineralogénesis Falla I)
ZONA ELGUETA
(Mineralogénesis Falla I)
AREA IMPREGNADA
Falla regional
750
700
650
600
550
500
450

y caliza con impregnación cuprífera, afloramiento que constituye una isla dentro del Aglomerado Volcánico ya que el socavón ubicado sólo 20 m. más abajo no atraviesa dichas rocas (corte 7). Esta isla representa restos de las Sedimentitas Finas volcadas sobre el Conglomerado Volcánico por efecto de la tectónica sinintrusiva y nos demuestra la afinidad de aquellas rocas con la mineralización cuprífera, ya que el cortaveta presenta como estéril el conglomerado infrayacente.

La cantera del Oeste está abierta sobre un banco de limolita de posición subvertical, con unos 10 m. des espesor y con impregnación interesante. Desconocemos analíticamente su valor in situ no obstante en un muestreo sistemático del desmonte se obtuvo una ley promedio de 3,85% Cu (soluble 3,71%) con 57 gr. Ag/t (analizado por el Laboratorio de ENAMI, Santiago).

El pique, alejado 20 m. de la cantera, fue ejecutado sobre una guía tranversal cuyas características se desconocen ya que en la época del estudio era inaccesible.

El interés de este grupo Oeste se subraya además por los altos valores acusados para el sector por el perfil geoquímico. De sus perspectivas nos ocuparemos en el capítulo respectivo.

Zona Diego

Se manifiesta en superficie en la labor de cota 490 y coordenadas N2935 E3000, donde ha sido reconocido un banco de limolita, con impregnación interesante de bornita, atravesado por la Falla I.

En el mapa del laboreo subterráneo se ve la posición aproximada de esta zona a la cota del socavón Sauce (472) ubicada en la prolongación de dicha falla y pudiendo reproducir las características de la zona Elgueta.

METASOMATISMO, MINERALIZACION Y GENESIS

Los procesos metasomáticos presentes en el área del yacimiento son: silicificación, albitización, sericitización, carbonatización, caolinización.

La silicificación no se extiende fuera de la zona de influencia de la tectónica longitudinal y prácticamente afecta exclusivamente a las Sedimentitas finas.

Aparte del cuarzo secundario que acompaña como ganga a la mena, la silicificación se manifiesta como cemento de las sedimentitas, en especial en las areniscas finas y limolita. A veces el proceso, cuando intenso, va acompañado por una decoloración de la roca (desaparición de clorita?).

La albitización forme parte de la sociación silicificación-caolinización de las áreas mineralizadas. Se la observa especialmente en los di-

ques andesíticos, los que en estos casos muestran microscópicamente a las plagioclasas con una coloración rosada característica. Estos al microscopio y a gran aumento aparecen con nubes de inclusiones muy pequeñas y áreas de cuarzo secundario, sin inclusiones, que interrumpen a las líneas de maclas.

La sericitización, también es selectiva de los diques andesíticos. Su intensidad es mediana y aparece reemplazando exclusivamente a los fenocristales.

La carbonatización se manifiesta rellenando con calcita grietas y estructuras vesiculares. También como diseminación fina. En las andesitas de dique la calcita reemplaza a menudo selectivamente a los fenocristales de plagioclasa.

La caolinización se la observa en dos diferentes ambientes: en las áreas mineralizadas y en la intrusión diorítica.

En el primero su intensidad se asocia con la silicificación; ataca aquí indiscriminadamente a los feldespatos tanto sódicos como cálcicos. Es más frecuente en las areniscas.

En el ambiente intrusivo la caolinización es también extendida pero con preferencia marcadamente selectiva sobre la ortosa, atacando levemente a las plagioclasas.

La cloritización es prácticamente exclusiva de los diques andesíticos. Siendo de intensidad mediana a alta se la encuentra en general en todos los diques, sin una discriminación respecto de las áreas mineralizadas.

Aparece comunmente como diseminación difusa de clorita en la pasta de la roca y también rellenando o marginando vesículas. En pocos casos se la observa reemplazando a los fenocristales de plagioclasa.

A excepción de la cloritización que aparece anterior en la secuencia, el resto de los procesos metasomáticos vistos están relacionados con la metalogénesis, no extendiéndose fuera de los grupos mineralizados.

Mineralización.—Los minerales cupríferos comunes del yacimiento son calcopirita y bornita.

En la actualidad, la desaparición total de las áreas ricas del depósito, sólo permite la observación de la mineralización diseminada.

Esta mineralización es de grano muy fino y ya la bornita o la calcopirita se las encuentra como puntuaciones de tamaño entre el milímetro y submicroscópico, distribuidas en el total de las rocas del componente Sedimentitas Finas.

Sin embargo la frecuencia de esa distribución está controlada, en primer término por las áreas de mineralización relacionada con las fallas de la Tectónica Longitudinal (Fallas I y II) y dentro de esas áreas por el tipo de roca existente.

Dado que el componente Sedimentitas Finas, como ya hemos vis-

to, está formado por estratos de composición y espesores diferentes, la distribución de la mineralización también está sujeta a tal estructura.

En los caserones norte de la zona Anita Inferior, por ejemplo, vemos un estrato delgado de arenisca fina intercalado en limolita calcárea. La mineralización en forma de calcopirita, se sitúa en la arenisca y la limolita calcárea aparece como caja pobre.

En la zona Elgueta la lente limolítica contiene la impregnación más uniforme, mientras que en las areniscas medianas de caja la mineralización se distribuye en guías ricas pero delgadas y esporádicas.

No se ha efectuado un estudio lo suficientemente exaustivo como para poder determinar con precisión las relaciones entre características petrográficas e intensidad de mineralización cuprífera. Pero de las muestras observadas la conclusión preliminar al respecto es la siguiente:

Rocas muy favorables	—areniscas de grano fino —limolita no calcárea
Rocas favorables	—alternancias de areniscas finas con limolita algo carbonosa
Rocas poco favorables	—calizas —alternancia calizas-limolitas carbonosas —andesitas de diques —areniscas gruesas
Rocas desfavorables	—conglomerados —conglomerado volcánico —areniscas volcánicas

Se insiste que no basta disponer de la roca favorable para obtener la impregnación. Este factor será útil solamente en las áreas mineralizadas y como en el caso de las zonas Anita dependerá de la distancia a que se encuentre respecto de la vía mineralogenética (Falla II en el caso citado).

Es también probable que exista una diferente selectividad de bornita y calcopirita respecto del ambiente petrográfico (quien a su vez controlaría los procesos metasonáticos).

En una muestra de caliza limolítica carbonosa del socavón Porvenir se observa un ejemplo de la distribución de los sulfuros según la roca. Se trata de una alternancia de estratos de caliza y de limolita de 2 a 3 m. de espesor; la pirita es el sulfuro dominante y se ubica casi exclusivamente en los estratos calcáreos (1), a veces con cubos bien desarro-

(1) También aparece marcasita siguiendo un microestrato carbonoso; atraviesa a la pirita (supergénica?).

llados de hasta 1 mm. de lado, o como guías transversales a la estratificación. La calcopirita, de grano muy fino aparece preferentemente en la fracción limolítica.

De cualquier manera se recomienda para un futuro estudio genético especializado de este yacimiento la revisión estadística, en un número apreciable de muestras de mena, de los siguientes factores: a) composición petrográfica con especial atención a los procesos metasomáticos, b) estudio calcográfico con ubicación precisa de cada sulfuro en la roca yacente y c) análisis de estos datos y sus combinaciones para determinar sus posibles relaciones de frecuencia.

Con respecto a los minerales presentes en el yacimiento Kaiser (1941) efectuó un estudio meticuloso y detallado. Este autor señala como mineralización primaria la siguiente bornita, calcopirita, calcocina rómbica, pirita, blenda, galena, arsenopirita y hematita, siendo la ganga calcita, cuarzo y zeolitas.

En cuanto a la secuencia genética considera primero: hematita-arsenopirita-galena-cuarzo; luego y simultáneamente: calcita, bornita, calcopirita, blenda, blenda con calcopirita y calcocina rómbica; a continuación otra generación de calcita y finalmente zeolita.

Génesis.—Los sulfuros de cobre que forman la mina El Sauce están distribuidos en un horizonte sedimentario bien definido: Sedimentitas Finas. Y dentro de él con preferencia en un cierto tipo de estratos: areniscas finas y limolitas.

Estos estratos constituyen casi el techo de un ciclo sedimentario. Su estructura es lenticular y su granulometría y fábrica indican una deposición tranquila en medio acuoso. Los restos vegetales le señalan además condiciones ambientales propicias al desarrollo orgánico. El medio fue lacunar e imperante en un período de tranquilidad volcánica.

Hacia arriba el horizonte se caracteriza por un aumento progresivo de calcita de depositación química hasta formar verdaderas calizas, también con estructura lenticular.

En la base de esos estratos superiores se presenta una alternancia de caliza-limolita y paralelamente una alternancia de sulfuros. Recordamos que en el caso observado en el socavón Porvenir la pirita se distribuye exclusivamente en la fracción calcárea mientras que la calcopirita lo hece en la limolítica.

Vemos además que en el componente sobreyacente, el Conglomerado Volcánico, la disminución de los minerales cupríferos es brusca y a veces total; sólo en casos aislados se distinguen manchas de oxidados de cobre cuyo origen bien pude ser por procesos migratorios. Ese conglomerado es el primer representante de una reactivación volcánica, acompañada con ausencia absoluta de ambiente biógeno.

Hasta aquí la relación exclusiva sulfuros-sedimentación parece evidente. Sin embargo del mapeo se desprende claramente que la impregnación cuprífera aparece también en *las vulcanitas, en el Conglomerado Inferior* y en la *intrusión diorítica.*

Es en los diques andesíticos donde el proceso se lo encuentra más ampliamente observable y concluyente, pues estas rocas forman parte de la estructura de la faja mineralizada y además atraviesan a todos los demás componentes geológicos. Tales andesitas muestran una relación metasomatismo-metalogénesis y además los diques actúan como vías de acceso de las soluciones provocando una intensificación de la impregnación en las sedimentitas adyacentes.

Este hecho permite por una parte ratificar la posición cronológica final del proceso mineralogenético en la secuencia de los acontecimientos geológicos y además relacionar dicho proceso con reemplazos metasomáticos epigenéticos.

De donde parece razonable asignar a El Sauce una génesis hidrotermal.

Esta conclusión es sin duda interesante desde un punto de vista regional. Si recordamos las características de otros yacimientos de la región Central de Chile encontramos relaciones estrechas con esta mina. Estas relaciones, en líneas generales son las siguientes: a) pertenecientes a la Formación Las Chilcas; b) desarrolladas en un ciclo sedimentario lacunar con deposición de sedimentitas finas con restos carbonosos y c) ciclo interrumpido por actividad volcánica.

Ejemplos de este tipo son entre otros Los Mantos, Portales, C° Negro, etc. En estos los estratos son subhorizontales. La mineralización aparentemente se ajusta a la estructura sedimentaria si bien se desconocen detalles sobre su distribución areal.

En el Sauce los estratos mineralizados son subverticales pero tal característica es un accidente local de la estructura de Las Chilcas. Lo fundamental es que hay una acumulación preferencial de sulfuros en un horizonte sedimentario determinado.

Queda no obstante abierto un interrogante sobre las causas que provocaron la afinidad de la mineralización sobre determinadas sedimentitas. De lo observado en este estudio tal afinidad se relaciona con ciertas características petrográficas de la roca huésped.

Algunas de las condiciones favorables de las sedimentitas están dadas por: a) granulometría fina, entre 0,125 y 0,010 mm.; b) ambiente de sedimentación fitógeno, pero con producción moderada a escasa de restos vegetales; c) ambiente moderado a reducido para la depositación química de carbonato de calcio y cuyo exceso es desfavorable.

PERSPECTIVAS Y RECOMENDACIONES

Nos ocuparemos en primer lugar de las perspectivas generales clasificándolas en mediatas e inmediatas.

Respecto de las perspectivas mediatas del conjunto, es decir de las posibilidades de encontrar otras zonas, en la corrida mineralizada del Grupo Principal, nos referiremos a continuación.

Hemos visto en el capítulo del yacimiento que las concentraciones cupríferas se desarrollan exclusivamente en los niveles limolíticos de las Sedimentitas Finas y su conjunción con los representantes de la tectónica longitudinal (Fallas I y II).

Tales niveles aparecen en la parte superior del componente. En consecuencia debemos *descartar la repetición de las zonas mineralizadas en sentido vertical.*

Por el contrario y en base a la misma argumentación, es razonable esperar la aparición de nuevas zonas a lo largo de dicha tectónica y su intersección con los niveles referidos.

Tal posibilidad abre perspectivas favorables para la prospección regional hacia el sur del yacimiento y solamente en este rumbo. Hacia el norte el depósito se interrumpe bruscamente contra una falla regional y luego aparece de inmediato el relleno cuaternario del valle de Los Loros.

Las guías de esa prospección serán: 1) desde luego la tectónica longitudinal; 2) el techo de las Sedimentitas Finas y 3) vestigios de cobre en superficie.

Recordamos que aún contando con 1 y 2 las zonas representan columnas aisladas conectadas con venidas de soluciones mineralogenéticas cuya ley de distribución desconocemos y que representan el factor 3. Por ello la prospección debe ser complementada por la observación directa y/o el análisis geoquímico de los sueldos en la franja estudiada.

En cuanto a las perspectivas inmediatas, antes de indicar las de cada zona, recapitularemos las características generales de las áreas mineralizadas del grupo principal.

Como se ha desmostrado en el capítulo de yacimiento, las zonas no son parte de una sola manifestación sinó que genética y estructuralmente aparecen independientes, de tal manera que desde el punto de vista minero tampoco constituyen una unidad. La base práctica de esta conclusión es que no pueden ser representadas en una misma proyección longitudinal y en consecuencia *no es posible interpolar* las respectivas mineralizaciones.

En el gráfico "Proyecciones longitudinales verticales de las zonas mineralizadas" se ha utilizado tal criterio ubicando a las zonas entre sí en sus posiciones reales en el espacio, pero expresamente se ha interrumpido el trazo del perfil del cerro.

Esta desconección estructural y genética entre las zonas descarta, repetimos, todo intento de considerar al total como una sola manifestación y orienta necesariamente las perspectivas hacia cada zona en particular.

Zona Elgueta.—No tiene perspectivas la continuación de la mineralización hacia el norte o al sur fuera de lo ya reconocido.

A profundidad el pique "Squiper", hoy parcialmente aterrado (?) fue interrumpido seguramente en el empobrecimiento del clavo. De cualquier manera la estocada norte de cota 456 muestra un frente de 2,50 m. de ancho con un mineral de menos de 1% Cu.

En consecuencia esta zona no tiene perspectivas de nuevo mineral.

Zona Anita.—Los sectores al oeste de la Falla II, Superior e Intermedio, fueron prácticamente explotados y reconocidos los límites del clavo en sentido norte y sur.

El sector Anita Inferior también fue reconocido totalmente, habiendo demostrado con el pique Rampla la terminación del clavo a profundidad.

Como nuevas perspectivas se podrá considerar localmente la repetición, debajo del Socavón Sauce, de un banco de arenisca similar al que originó a Anita Inferior y ubicado al Este de la Falla II. Esto no es previsible con certeza pero si posible.

Para su comprobación se recomienda efectuar el siguiente sondaje: Estación N2630 E3115 - Vertical - 60 m.

Zona María.—Sus posibilidades son la existencia de un nuevo clavo ubicado a cota inferior que el explotado desde la superficie, el que puede reconocerse con una pequeña labor desde el socavón Porvenir.

Se recomienda una estocada a iniciarse en dicho socavón con cota 544, punto de ataque N2493 E3124 - Rumbo oeste - longitudinal 20 m.

Zona Lena.—Sus perspectivas son interesantes. Como vimos en su descripción (Geología del Yacimiento) el banco limolítico tiene un espesor de 10 m. y las leyes del desmonte son superiores al 3% Cu. Además el perfil geoquímico arrojó aquí las mayores anomalías del área.

Se justifica su reconocimiento. Este se ve facilitado por el socavón Lena que nos aproxima a 50 m. de la posible zona.

Se recomienda prolongar ese socavón. Punto de ataque: Socavón Lena - Cota 694 - Coordenadas N2142 E3154. Rumbo S55°W - longitud 70 m.

El descuelgue será de unos 50 m. La superficie aflorante es de 10x30 m.

Zona Diego.—Tiene buenas perspectivas de tener un pequeño bloque de mineral sobre el nivel socavón Sauce, con un descuelgue de 15 m.

Para su reconocimiento se recomienda un avance de 40 m. de longitud partiendo de cota 472 - Coordenadas N2909 E3014 - Rumbo N 7°W.

BIBLIOGRAFIA

1883, Vicuña Mackenna, Benjamín.—El Libro del Cobre. Santiago.

1933, Mac Donald, Carlos.—Informe de la mina El Sauce. Inédito. ENAMI.

1941, Kaisser, Luis.—Informe geológico-económico sobre el yacimiento de cobre "El Sauce". Inédito. ENAMI

1941, Vallejos, Ricardo.—Minas de la Soc. Minera El Sauce. Inédito. ENAMI.

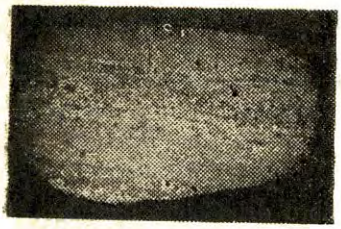
1942, Waisberg, Roberto.—Informe sobre el Mineral El Sauce de Llay-Llay. Inédito. ENAMI.

1958, Thomas B., Herbert.—Geología de la Cordillera de la Costa entre el valle de la Ligua y la Cuesta de Barriga. Bol 2, Inst. Invest. Geológicas. Santiago.

1962, Segura, Iván.—Mineral El Sauce de Llay-Llay. Inédito. ENAMI.

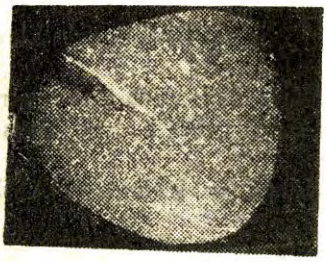
LAMINA I

Sedimentitas Finas



1. Limolita-arenisca fina (26)

2. Limolita (20)



3. Arenisca fina (142)

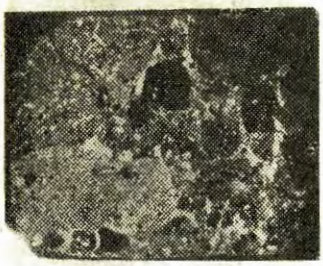
4. Limolita carbonoza-caliza (41)

5. Relictos nodulares de caliza en caliza-limolita tectonizada (61)

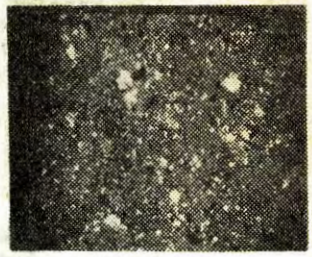
6. Caliza (82

—Nic. X — 1,5 aumentos
(26) número de muestra
Fotomicrografías por Manuel Bazán

LAMINA II



1. Conglomerado volcánico (58)



2. Toba (162)

Intrusión Diorítica

3. Diorita (28)

4. Microgranito (76)

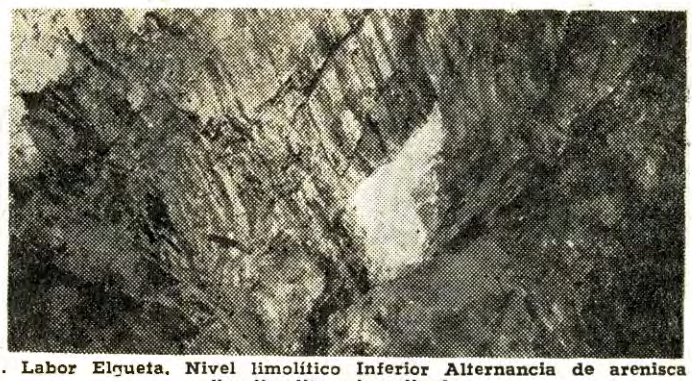
Andesita Hipabisales

5. Filón capa (134)

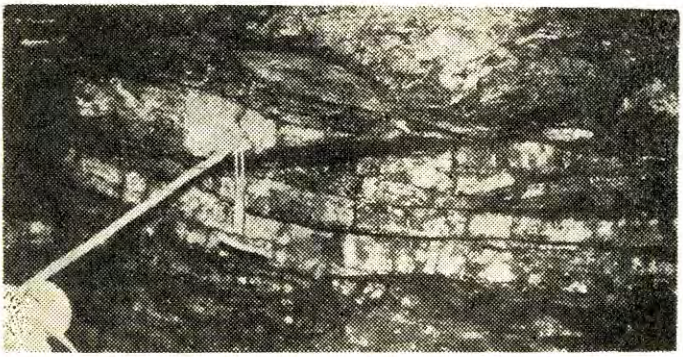
6. Dique (16)

7. Dique (15)

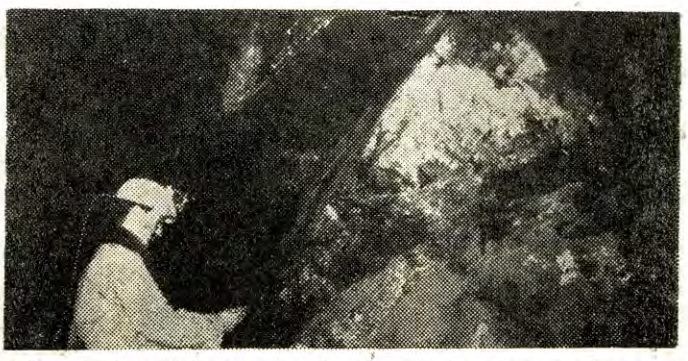
LAMINA III



1. Labor Elgueta. Nivel limolítico Inferior Alternancia de arenisca fina-limolita mineralizadas



2. Socavón Sauce. Zona Anita Inf. Caserón Niv. limolítico sup. Alternancia de arenisca-limolita tectonizada.



3. Idem. 2. Restos lentiformes de arenisca en estratos alternantes arenisca-limolita tectonizados.

APENDICE
Muestras Petrográficas con Estudio Microscópico

Nº	Ubicación N	Ubicación E	Ubicación Nivel Cota	Geológico Componente	Observaciones
1	2269	3113	Superf.	Sedimentitas Finas	Limolita tobácea
4	2448	2975	"	Conglomerado Infer.	Clasto = pórfido andesítico augítico
5	"	"	"	" "	Matriz = traquita; clastos = vulcanitas
8	2428	3182	"	Diques	Andesita
14	2395	3133	"	Conglom. Volcánico	Toba
15	2410	3118	"	Diques	Andesita afanítica
16	2433	3119	"	"	Andesita
17	2813	3044	Socav. 472	Sediment. Finas	Arenisca tobácea
20	2828	3039	"	" "	Limolita con guías de limonita
21	2833	3047	"	" "	Arenisca tobácea
23	2866	3028	"	" "	Arenisca fina
26	2835	3031	Labor 482	" "	Arenisca feldespática fina bandeada con bornita, calc. rómbica, covelina
28	2062	2851	Sup.	Diorita	Diorita
29	2056	2787	"	"	Microgranito
32	2116	2695	"	"	Granodiorita
33	2162	2702	"	"	Granodiorita
35	3020	2997	"	Andesita Inferior	Andesita albitizada
42	2144	3165	Socav. 699	Diques	Andesita
45	2142	3154	"	Sediment. Finas	Limolita
47	2144	3165	"	" "	Arenisca feldespática
48	"	"	"	" "	Limolita calcárea
58	2153	3214	"	Conglom. Volcánico	Conglomerado volcánico
61	2478	3153	Socav. 472	Sediment. Finas	Caliza limosa
66	2578	3119	"	" "	Arenisca mediana
76	2214	2809	Sup.	Diorita	Microgranito porfírico
97	2742	3059	Socav. 472	Sediment. Finas	Arenisca feldespática
98	2777	3052	"	" "	Aren. feldesp. c/pirita, bornita, calcocina y covelina
121	3053	3343	Sup.	Conglom. Volcánico	Arenisca volcánica
122	2055	3269	"	" "	Traquita brechosa
132	3100	3397	"	Cubierta Volc-Sedim.	Andesita de anfibol
133	3060	3288	"	Diques	Andesita de augita
134	2630	3235	"	Filón Capa	Andesita de augita
137	2365	3142	Labor 634	Diques	Andesita afanítica
141	2475	3127	Labor 541	"	Andesita
142	2507	3116	"	Sediment. Finas	Arenisca tobácea
144	2542	3101	"	Diques	Andesita
145	2576	3087	"	Sediment. Finas	Arenisca tobácea
146	2592	3101	"	" "	Limolita arcillosa
148	2525	2865	Sup.	Andesita Inferior	Andesita metasomatizada
162	2951	3363	"	Cubierta Volc-Sedim.	Toba litocristalina

Descripciones Petrográficas (1)

1.—Limolita Tobácea

Textura fragmental lítico cristalina. Se observa alternancia de capas de diferente granulometría.

Clastos: Cristales de plagioclasa (oligoclasa), ortoclasa y cuarzo (fragmentos angulosos). Se observan algunos fragmentos de rocas.

Matriz vítrea. Cemento clorítico.

Alteración: los feldespatos presentan alteración incipiente.

4.—Pórfido andesítico augítico

Textura porfírica; masa fundamental afieltrada.

Fenocristales de oligoclasa (1-1,5 mm.) y auguita (más pequeños). Constituyen en conjunto alrededor del 80% del volumen de la roca.

Masa fundamental muy fina. Microlitos no bien definidos de feldespatos y diseminación fina de un mineral opaco (hematita?) y apatita.

Alteración: la oligoclasa está caolinizada, algo sericitizada. Augita cloritizada. La masa fundamental presenta diseminación de calcita.

5.—Conglomerado

Clastos de rocas volcánicas.

a) Clastos de color rojo: *Textura porfírica.*

Fenocristales escasos de ortoclasa (0,6 mm.).

Masa fundamental de grano muy fino.

Alteración: diseminación muy fina de hematita en la masa fundamental.

b) Clastos de color gris: *Textura* porfírica.

Fenocristales escasos de ortoclasa.

Masa fundamental constituida por microlitas muy finas de oligoclasa.

Matriz compuesta por clastos angulares (0.1-0.4 mm.) de oligoclasa, augita escasa y fragmentos líticos (1.2 mm.) y vidrio fino desvitrificado.

8.—Andesita

Textura porfírica con escasos fenocristales.

Fenocristales de feldespatos totalmente alterados.

Masa fundamental constituida por microlitos de oligoclasa en textura afieltrada (de 0,20 mm.).

Alteración: calcita y clorita en los fenocristales.

(1) Por Enrique Tidy F.

14.—Toba

Clastos abundantes de oligoclasa y escasos de líticos. Minerales opacos (hematita y magnetita).

Matriz constituida por un agregado felsítico hipocristalino.

Alteración: clorita diseminada y en vesículas; calcita abundante.

15.—Andesita afanítica

Textura afanítica. Microlitos de plagioclasa (0.5 mm.) dispuestos en textura intersertal.

Alteración: calcita reemplazada microlitos; clorita intersticial y en vesículas; opacos preferentemente asociados con clorita (calcopirita?).

16.—Andesita

Textura porfírica.

Fenocristales de plagioclasa (oligoclasa?) de 1,3 mm.

Masa fundamental constituida por microlitas de plagioclasa en una masa de clorita.

Alteración: caolinización sericitización de los fenocristales clorita intersticial y a veces reemplazando a los fenocristales. Diseminación fina de minerales opacos en la masa fundamental (0.03 mm.).

17.—Arenisca Tobacea

Clastos angulosos de ortoclasa (0.2 mm.), plagioclasa (oligoclasa-andesina) y cuarzo. Algo de zircón. Restos carbonosos.

Cemento de clorita y calcita.

Alteración: caolinización incipiente de los feldespatos; clorita y calcita diseminados.

20.—Pulido

Se observan sólo guías de limolita. No se presentan súlfuros, excepto un poco de calcopirita asociada a las guías de limonita y un poco de pirita reemplazada por limonita. Se observa también limonita en forma de "ojos" que podrían ser súlfuros anteriores reemplazados.

20.—Limolita (corte transparente)

Clastos de plagioclasa muy finos (los mayores son de 0,03 mm.).

Cemento de clorita.

Alteración: silicificación y cloritización. Guías de limonita.

21.—Arenisca Tobácea

Clastos de ortoclasa y plagioclasa (0.15 mm.).

Cemento silíceo.

Alteración: silicificación abundante y caolinización de los feldespatos.

23.—Arenisca fina

Clastos subangulares de 0.1 mm. de ortoclasa, oligoclasa y cuarzo. Apatita accesoria.

Cemento silíceo y clorítico.

Alteración: silificación y cloritización.

26.—Arenisca feldespática fina bandeada

Clastos de ortoclasa y oligoclasa de 0.05 a 0.10 mm. (capas finas) y de 0.15 a 0.20 mm. (capas más gruesas). Zircon y apatita accesorios.

Cemento: siliceo, clorítico y limonítico.

26.—Pulido

Diseminación fina de bornita, calcosina rómbica y covelina en ese mismo orden de depositación.

28.—Diorita

Textura holocristalina hipidiomorfa granular.

Componentes (2-3 mm) de oligoclasa, augita con inclusiones de minerales opacos; ortoclasa en menor cantidad. Turmalina y apatita como minerales accesorios.

Alteración: caolinización leve de la oligoclasa y avanzada de la ortoclasa.

29.—Microgranito

Textura microfanerítica, holocristalina hipidiomorfa granular.

Componentes: cuarzo, ortoclasa, oligoclasa y algo de hornblenda. Magnetita, apatita y zircón como accesorios.

Alteración: clorita y epidota.

32.—Granodiorita

Textura porfírica, con más del 90% de fenocristales.

Fenocristales de oligoclasa (3-4 mm); augita accesoria con numerosas inclusiones de minerales opacos.

Masa fundamental constituido por un entrecrecimiento gráfico de cuarzo y ortoclasa.

Alteración: caolinización intensa de la ortoclasa y moderada de la plagioclasa.

33.—Granodiorita

Textura porfírica.

Fenocristales de oligoclasa dominante de 4 mm y augita.

Masa fundamental microfanerítica (cristales de 0,4 mm.), cuarzo, ortoclasa, zircón, apatita y minerales opacos.

Alteración: ortoclasa muy caolinizada; plagioclasa moderadamente caolinizada. Epidotización.

35.—Andesita albitizada

Textura porfírica.

Fenocristales de plagioclasa de 5 mm. (alterada).

Masa fundamental constituida por un vidrio oscuro algo desvitrificado. Minerales accesorios son apatita café y pleocroica.

Alteración: Metasomatismo intenso. Silicificación avanzada.

El cuarzo aparece rrellenando vesículas y diseminado en la masa fundamental. Hematita abundante diseminada en toda la roca especialmente en la masa fundamental con intensificación en los bordes de las vesículas. Albitización total de las plagioclasas originales y albita asociada con cuarzo en las vesículas.

42.—Andesita

Textura porfírica, masa fundamental afieltrada.

Microfenocristales de plagioclasa albitizada.

Masa fundamental compuesta por microlitos de albita y oligoclas-andesina.

Alteración: Silificación. Se observan áreas de un diámetro de 2 mm de cnarzo microcristalino. Aparte calcita diseminada en la masa fnndamental y en guías.

45.—Limolita

Clastos muy finos de feldespatos principalmente, de 0,04 mm.

Cemento de sílice.

Alteración: diseminación de calcita y guías de cuerzo secundario. Clorita rrellenando cavidades. Diseminación de minerales opacos.

47.—Arenisca feldespática de grano fino

Clastos angulosos de 0,1 mm de oligoclasa-andesina dominante y ortoclasa y cuarzo escasos.

Alteración: silicificación. Caolinización de los feldespatos. Calcita y minerales opacos diseminados (pirita y calcopirita).

48.—Limolita calcárea

Estructura bandeda. Microhorizontes feldespáticos y calizos alternantes. Microfallas y micropliegues abundantes.

Alteración: silicificación y diseminación de calcita.

58.—Conglomerado volcánico

Clastos redondeados, todos de origen volcánico.

Matriz constituida por clastos menores de la misma naturaleza.

Cemento de calcita y sílice.

61.—Caliza limosa

Estructura bandeada. Microhorizontes clásticos feldespáticos (0,6 -

0,005 mm) y microhorizontes calizos (grano menor de 0,005 mm) alternantes. Granos secundarios de cuarzo y calcita. Fallas y micropliegues.

66.—Arenisca de grano medio

Clastos angulosos de oligoclasa y ortoclasa (0,25 mm).

Matriz constituida por clastos y más pequeños (0,035 mm) de feldespatos.

Cemento siliceo.

Alteración: caolinización de feldespatos. Silificación. Calcita diseminada siguiendo aproximadamente los planos de estratificación y guías según fracturas paralelas entre sí y oblicuas, formando ángulo de más o menos 60 W con la estratificación.

76.—Microgranito porfírico

Fenocristales de ortoclasa de 4 mm.

Masa fundamental microfanerítica formada por cuarzo, ortoclasa en entrecrecimiento gráfico. Como accesorios se observan hornblenda, zircón, apatita y minerales opacos.

Alteración: clorita y epidota abundantes. caolinización intensa de la ortoclasa de la masa fundamental y moderada de los fenocristales.

82.—Caliza

Roca constituida por pequeñísimos cristales de calcita del orden de 0,002 mm y algunos clastos de cristales de plagioclasa de 0,05 mm muy escasos. Existen guías de calcita secundaria de cristalización gruesa, nódulos de limonita y minerales opacos.

97.—Arenisca feldespática

Clastos angulosos de ortoclasa de 0,15 mm, oligoclasa, zircón y apatita.

Cemento de sílice, calcita y algo de limonita.

98.—Arenisca feldespática

Clastos de ortoclasa y oligoclasa sódica en capas gruesas de 0,20 mm y capas finas de 0,020 mm. Hay capitas algo calcáreas y otras formadas exclusivamente por calcita fina. Se observan también restos carbonosos y minerales opacos diseminados.

Alteración: silicificación.

98.—Pulido

Diseminación abundante de bornita, calcosina rómbica y covelina. La calcosina reemplaza a la bornita y es reemplazada por covelina. Se observan pirita en cristales pequeños generalmente incluida en la bornita. Restos carbonosos con estructura celular. La paragénesis puede establecerse de la siguiente manera: Pirita, Bornita, Calcosina, Covelina.

121.—Arenisca volcánica

Textura fragmental lítico cristalina.

Clastos de fragmentos de cristales de ortoclasa, oligoclasa, hornblenda, apatita y clasto líticos.

Matriz constituida por un agregado felsítico hipocristalino.

Alteración: caolinización. Hematización de la hornblenda. Diseminación de hematita en la matriz.

122.—Traquita brechosa

Textura porfírica.

Microfenocristales de ortoclasa y oligoclasa de 1 mm.

Clastos líticos de rocas volcánicas.

Masa fundamental muy fina de microlitos de feldespatos en textura afieltrada.

Alteración: diseminación intensa de hematita en la masa fundamental. Calcita en guias.

132.—Andesita de anfíbola

Fenocristales de oligoclasa de 1,5 mm. Cristales seudomorfos de calcita y hematita según anfíbola.

Masa fundamental criptofelsítica constituida por microlitos muy finos de feldespatos.

Alteración: calcita reemplazando selectivamente a la oligoclasa; diseminación de epidota en la masa fundamental. Caolinización. Diseminación intensa de hematita.

133.—Andesita de augita

Textura porfírica.

Fenocristales de oligoclasa de 1,5 mm y de augita de 0,4 mm.

Masa fundamental afieltrada. Microlitos de plagioclasa de 0,3 mm, algo de augita y minerales opacos.

Textura porfírica.

Fenocristales de andesina de 3 mm, augita generalmente mezclada de 0,6 mm.

Masa fundamental microcristalina constituida principalmente por feldespatos.

Alteración: sericitización leve de la andesina. Calcita diseminada en la masa fundamental.

134.—Andesita de augita

Textura porfírica.

Fenocristales de andesina de 3 mm., augita generalmente maclada de 0,6 mm.

Masa fundamental microcristalina constituída principalmente por feldespatos.

*Alteración*s sericitización leve de la andesina. Calcita diseminada en la masa fundamental.

137.—Andesita afanítica

Textura afanítica.

La roca está compuesta por microlitos de plagioclasa y clorita dispuesta en textura intersertal.

Alteración: vesículas de 0,4 a 0,8 mm rellenas de calcitas marginadas con algo de clorita. Guías de calcita.

141.—Andesita

Textura afanítica. Microlitos de feldespato en disposición pilotaxítica.

La roca está compuesta por una masa de microlitos de plagioclasa de tipo andesina de un tamaño de 0,3 mm en textura pilotaxítica unidos por una pasta vítrea de color café. Existen también cristales de augita y hornblenda.

Alteración: La roca está bastante fresca. Se observa algo de calcita y clorita diseminadas.

142.—Arenisca Tobácea

Clastos angulosos de oligoclasa y algo de ortoclasa de 0,15 mm. Cuarzo escaso y algunos clastos líticos.

Matriz vítrea, en parte desvitrificada.

Cemento siliceo y clorítico.

Alteración y metasomatismo: caolinización mediana y sericitización esporádica e incipiente de los clastos feldespáticos. Calcita rellenando grietas y poros de la roca. Calcopirita en granos alotrimorfos de un tamaño promedio de 0,6 mm.

144.—Andesita

Textura porfírica.

Fenocristales de oligoclasa.

Masa fundamental constituida por un agregado microfelsítico.

Alteración: cloritización total de los ferromagnesianos (anfibola?). Clorita diseminada en la masa fundamental. Calcita diseminada. Caolinización parcial de los feldespatos.

Albitización avanzada de los plagioclasas.

145.—Arenisca Tobácea

Clastos angulosos de oligoclasa, ortoclasa y cuarzo en menor cantidad en tamaño promedio de 0,2 mm.

Matriz formada por oligoclasa, ortoclasa y cuarzo en fragmentos de tamaño menor.

Alteración: calcita muy abundante y silicificación.

146.—Limolita arcillosa

La roca está constituida por una alternancia de capitas de diferente granulometría. Las de textura más gruesa están constituidas por calcita, cuarzo y plagioclasa en tamaño de 0,02 y 0,03 mm con diseminación abundante de súlfuros en tamaño de 0,06 a 0,1 mm y algo de materia carbonosa. Las bandas de textura más fina tienen la misma composición mineralógica pero el tamaño de los cristales es muy pequeño (0,002 a 0,005 mm). La diseminación de súlfuros es aquí más escasa y los cristales son de tamaño menor (0,02 a 0,04 mm). Existen también inclusiones carbonosas.

148.—Andesita metasomatizada

Textura porfírica.

Fenocristales de plagioclasa tabular, turbia (1-2 mm.), originalmente de oligoclasa reemplazada en parte por albita. Poseen inclusiones de calcita, sericita y óxidos de fierro.

Masa fundamental constituida por microlitos de feldespatos, materia criptocristalina intersticial, abundante pigmentación férrica y cuarzo secundario.

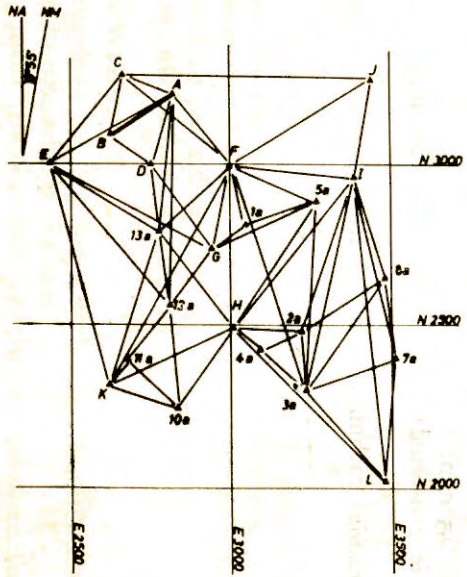
Alteración: los fenocristales de plagioclasa presentan albitización avanzada, arcillización y seritización suave. En la masa fundamental se observa diseminación de calcita, óxidos de fierro, sericita y cuarzo secundario.

162.—Toba Liticocristalina

Clastos líticos de andesita de honrblenda de hasta 1 cm con un promedio de 4 mm y fragmentos cristalinos de oligoclasa sódica y hornblenda de 0,5 mm.

Matriz constituida por una masa hipocristalina y vidrio desvitrificado.

Alteración: caolinización de los feldespatos y diseminación de hematita.



MINA EL SAUCE

TRIANGULACION

	Coordenadas				Coordenadas		
Punto	N	E	Cota	Punto	N	E	Cota
A	3.228.33	2.794.57	420.69	1a	2.779.84	3.054.82	503.17
B	3.099.75	2.604.51	421.72	2a	2.416.09	3.229.87	676.52
C	3.289.81	2.633.53	410.46	3a	2.210.33	3.248.25	704.58
D	3.003.75	2.733.31	444.00	4a	2.356.44	3.100.98	680.58
E	3.003.51	2.413.51	430.96	5a	2.891.61	3.264.06	625.00
F	3.000.00	3.000.00	495.54	6a	1.895.47	3.314.98	736.73
G	2.697.52	2.928.17	556.75	7a	2.281.85	3.439.38	647.42
H	2.449.26	2.974.94	690.89	8a	2.564.77	3.491.31	621.22
I	2.950.15	3.357.67	638.59	10a	2.213.72	2.609.48	772.66
J	3.238.53	3.409.92	572.61	11a	2.356.91	2.653.77	681.70
K	2.286.96	2.591.43	753.71	12a	2.533.20	2.618.03	591.22
L	1.976.55	3.431.70	723.58	13a	2.751.28	2.750.71	490.35

BIBLIOTECA IREN

Mina "EL SAUCE"
H. Bassi — 1966

MAPA GEOLOGICO TOPOGRAFICO DEL LABOREO SUBTERRANEO *

0 — 50 m.

BIBLIOTECA IREN

REFERENCIAS

- 45 ARENISCA
- 33 LIMOLITA CON INTERC. DE ARENISCA FINA.
- 35 LIMOLITA
- 25 CALIZA CON INTERC. ARCILLOSAS Y/O ARENOSAS
  (SEDIMENTITAS FINAS)
- CONGLOMERADO VOLCANICO
- 67 DIQUES DE ANDESITA
- 70 FALLA
- BRECHA DE ARENISCA
- BRECHAS DE LIMOLITA
- ALTERACION METASOMATICA (ESPECIAL. ALBITIZACION)
- IMPREGNACION CUPRIFERA
- LABOR INACCESIBLE (seg. MAC DONALD 1933)
- LABOR FUERA DEL PLANO DE PROYECCION
- 97 MUESTRA CON ESTUDIO PETROGRAFICO

Falla regional

472 m.

NIVEL 483 m

474 m

NIVEL 459 m.

Nivel Limolítico Inferior

Nivel Limolítico Superior

Areniscas Finas

Falla II

477 m

Falla I

Conglomerado Volcánico

Sedimentitas Finas

Sedim. Finas

Conglomerado Inferior

Areniscas Medianas y Gruesas

guía con galena, blenda y calcopirita

479 m

482 m

544 m.

541 m.

N 2900

N 2800

N 2700

N 2600

N 2500

E 3050

E 3100

E 3000

SOCAVON PORVENIR

LABORES MARIA

594 m.
580 m.
598 m.
577 m.
596 m.
593 m.
607 m.

NIVEL 459 m.

guías de bornita

459 m

461 m

* Colaboraron en los levantamientos:
G. Chong – W. Espinosa – I. Galay –
C. Munchmeyer y E. Tidy.
Dibujo. AnaMaríaCorrales

Mina EL SAUCE
H. BASSI - 1966

MAPA GEOLOGICO — TOPOGRAFICO DE LA MINA EL SAUCE(*)

0 50 100

FORMACION LAS CHILCAS

- ANDESITA ALTERADA } ANDESITA INFERIOR (?)
- CONGLOMERADO INFERIOR
- SEDIMENTITAS FINAS: ARENISCAS; LIMOLITA (en zona de falla); CALIZA
- CONGLOMERADO VOLCANICO: CONGLOMERADO VOLCANICO; ARENISCA VOLCANICA
- TOBA BRECHOSA

INTRUSION DIORITA

- DIORITA
- MICROGRANITO

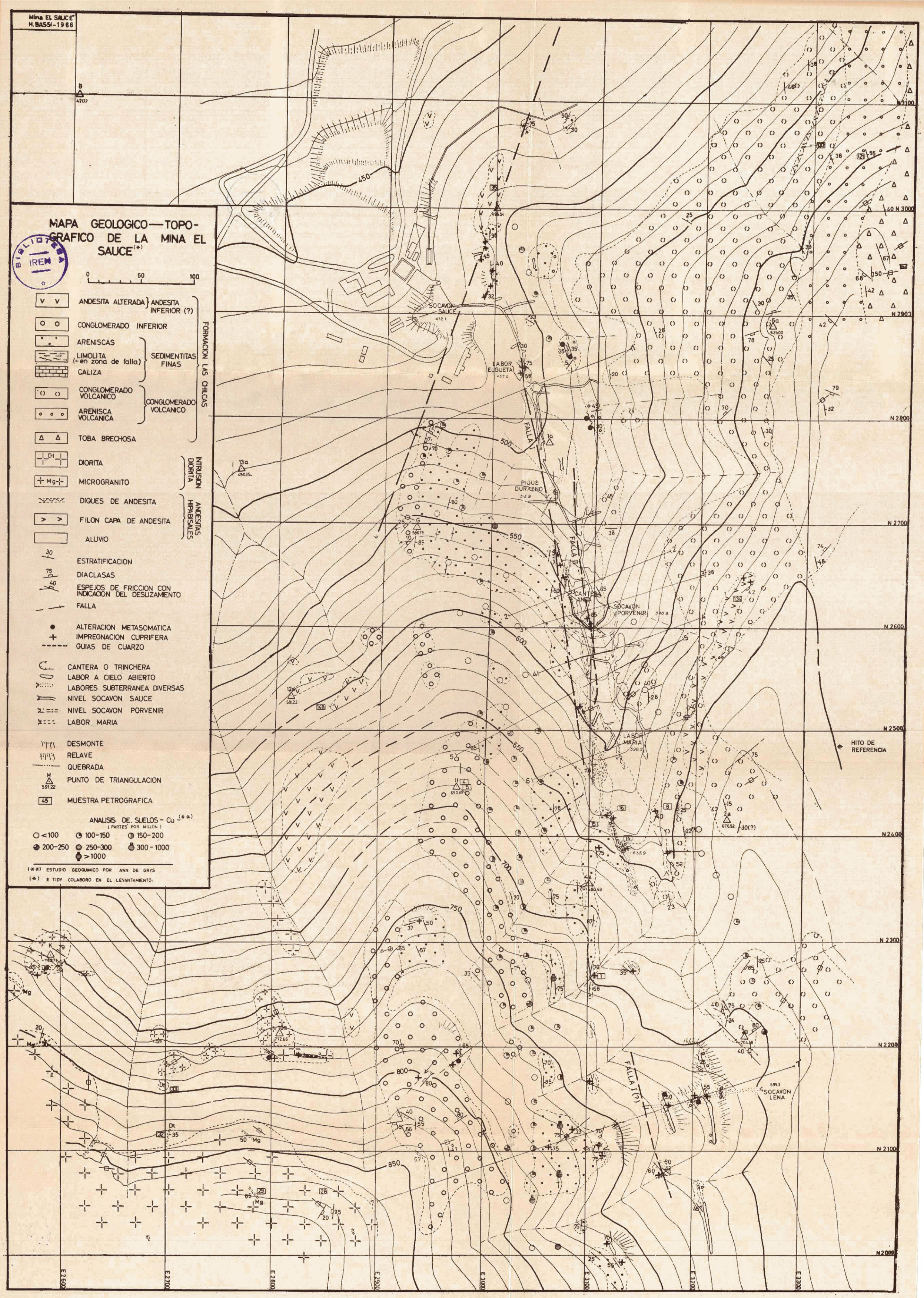
ANDESITAS HIPABISALES

- DIQUES DE ANDESITA
- FILON CAPA DE ANDESITA
- ALUVIO

- ESTRATIFICACION
- DIACLASAS
- ESPEJOS DE FRICCION CON INDICACION DEL DESLIZAMIENTO
- FALLA
- ALTERACION METASOMATICA
- IMPREGNACION CUPRIFERA
- GUIAS DE CUARZO
- CANTERA O TRINCHERA
- LABOR A CIELO ABIERTO
- LABORES SUBTERRANEA DIVERSAS
- NIVEL SOCAVON SAUCE
- NIVEL SOCAVON PORVENIR
- LABOR MARIA
- DESMONTE
- RELAVE
- QUEBRADA
- PUNTO DE TRIANGULACION
- MUESTRA PETROGRAFICA

ANALISIS DE SUELOS - Cu (**)
(PARTES POR MILLON)

- <100
- 100-150
- 150-200
- 200-250
- 250-300
- 300-1000
- >1000

(**) ESTUDIO GEOQUIMICO POR ANN DE GRYS
(*) E TIDY COLABORO EN EL LEVANTAMIENTO.

BIBLIOTECA IREN