

Todas las muestras de tobas contienen pirita en tan pequeña cantidad que no influye en las mediciones de E.F. de las muestras. De esta manera, los valores de E.F. son similares en la toba y andesita, estando todos en el rango de valores bajos de E.F.

Tabla I-3-3 RESUMEN DE MEDICIONES EN MUESTRAS

Numero de roca	Resistividad observada (Ωm)	EF observado (%)	Resistividad promedio (Ωm)	EF promedio (%)
Suelo	416 ~ 422	3,7 ~ 8,7	419	6,2
Toba brecha	125 ~ 1210	1,1 ~ 2,3	396	1,7
Toba de lapilli	22 ~ 129	2,1 ~ 3,2	92	2,5
Toba meteorizada	371 ~ 3480	0,3 ~ 1,6	1460	1,0
Andesita	12 ~ 493	1,1 ~ 4,2	144	2,4
Andesita meteorizada	26	8,5	26	8,5
Andesita arcillosa	23 ~ 206	0,9 ~ 2,5	87	1,6

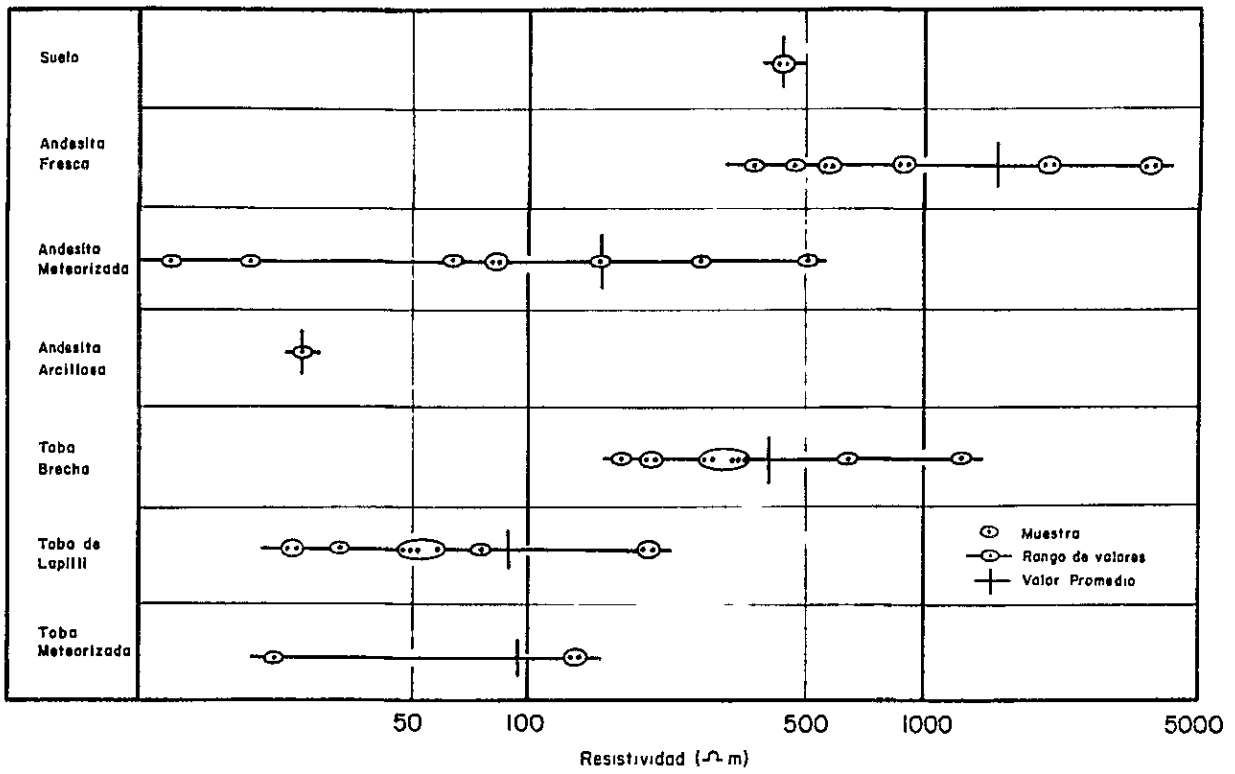


Fig I-3-9 (a) RESUMEN DE RESISTIVIDAD EN MUESTRAS

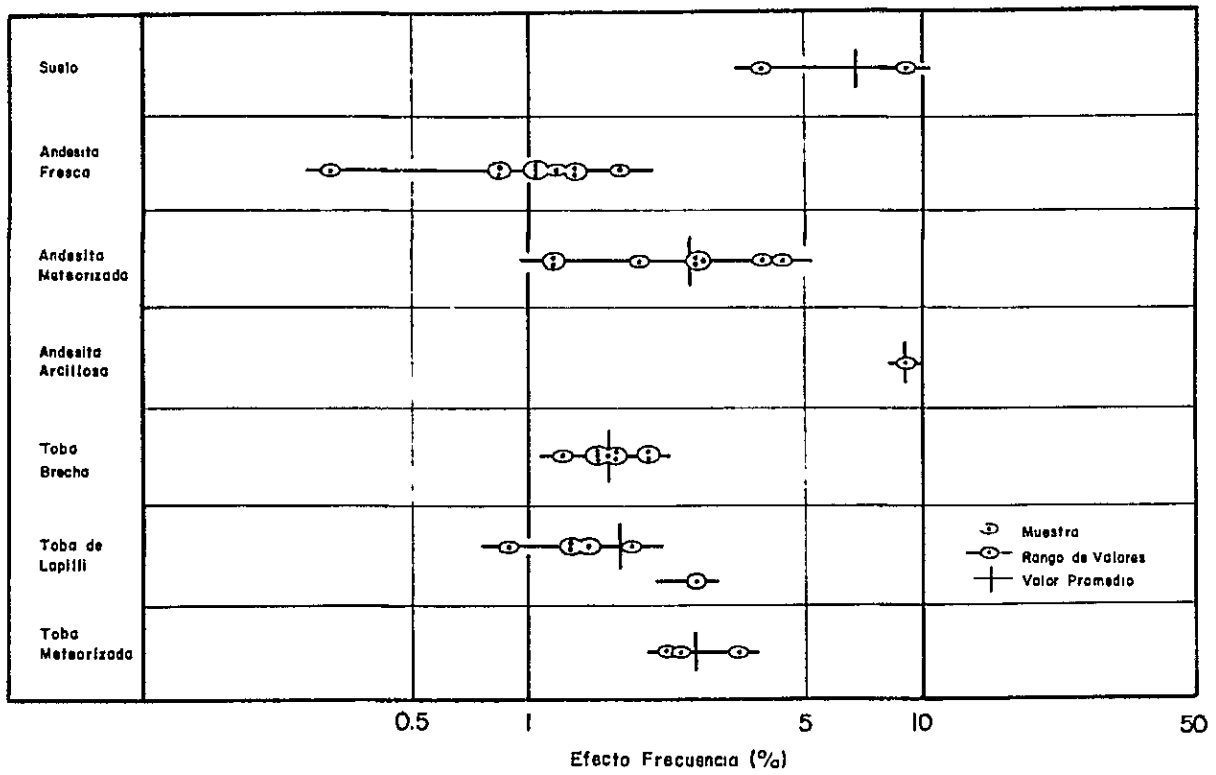


Fig. I-3-9 (b) RESUMEN DE EFECTO FRECUENCIA EN MUESTRAS

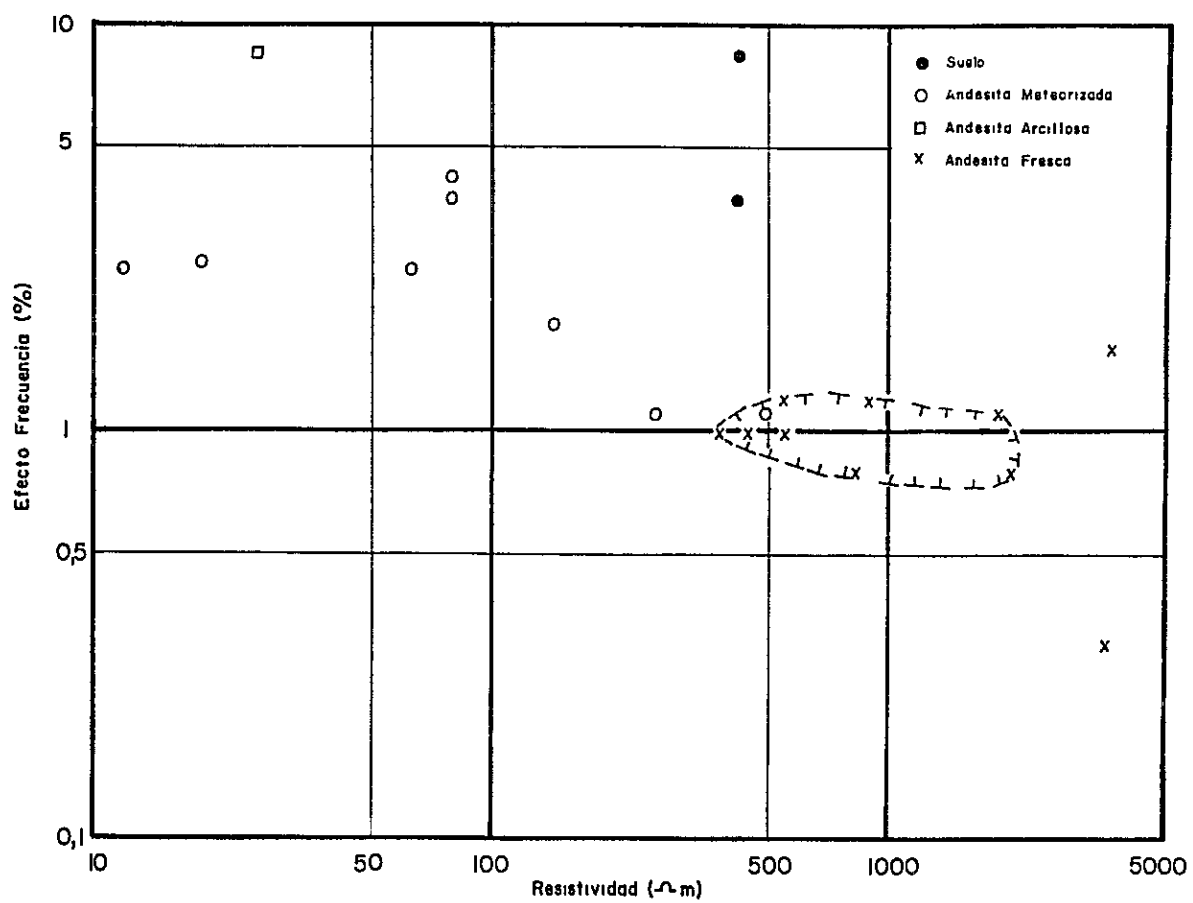
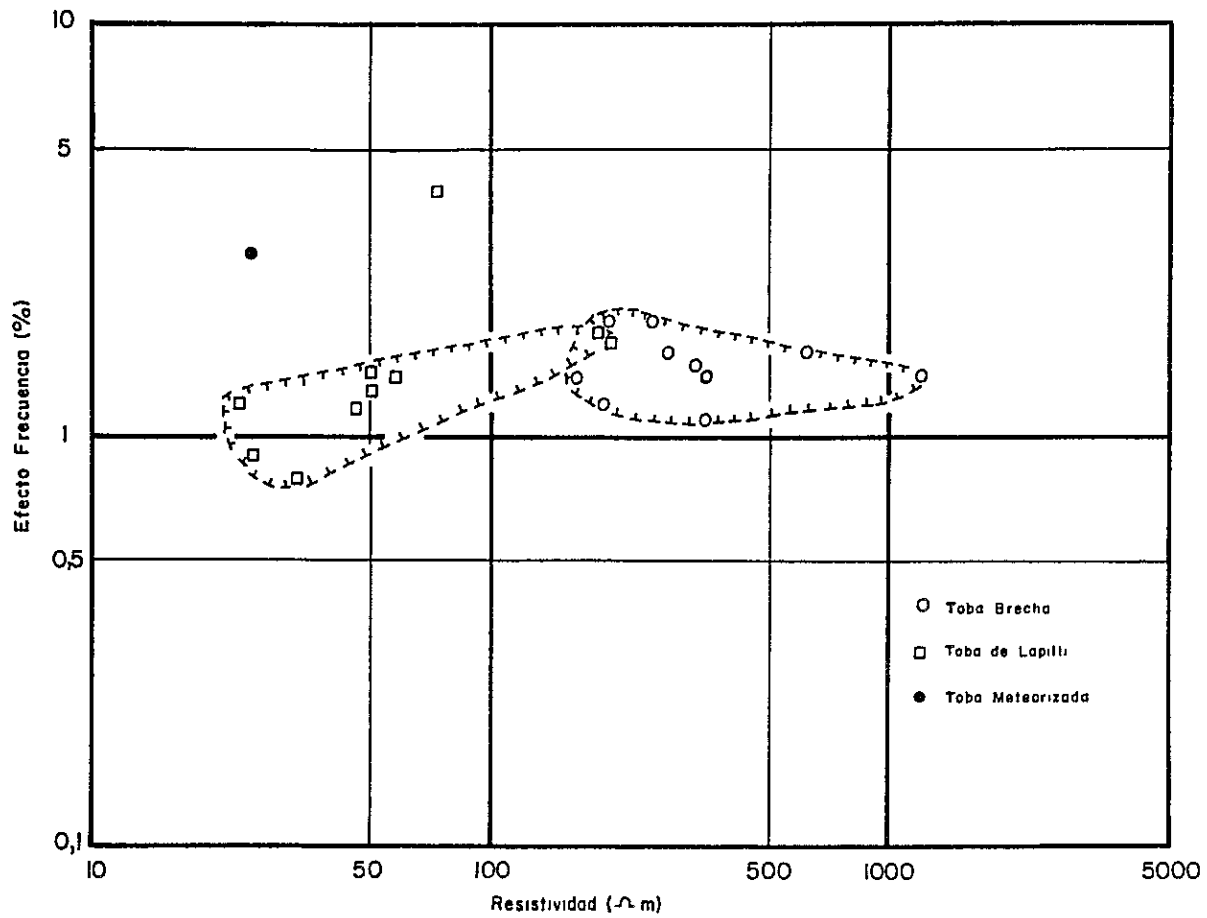


Fig. I-3-10 RELACION EFECTO FRECUENCIA VS RESISTIVIDAD EN MUESTRAS

c) Relación entre E.F. y análisis químico

Con el fin de establecer alguna correlación entre E.F. y contenido de sulfuro se analizaron químicamente 28 muestras de toba y andesita. La Tabla (I-3-4) muestra los resultados. La Figura I-3-11 indica la relación entre E.F. y contenido de azufre de la muestra.

Se puede ver que no existe una relación clara entre E.F. y contenido de azufre. Considerando que el azufre presente proviene casi íntegramente de la pirita, se estima que la cantidad de pirita es insuficiente para producir una polarización de la muestra.

De lo anterior se deduce que no resulta posible detectar por medio del método de P.I. el área mineralizada con pirita, por cuanto el contenido de sulfuros es insuficiente (menor que 2% de S).

Tabla I-3-4 CONTENIDO DE S VERSUS E.F. EN MUESTRAS

No de muestra	S (%)	E.F. (%)
1	0,50	1,2
3	1,65	1,4
4	1,18	1,4
5	0,73	1,6
6-1	0,60	1,5
6-2	1,06	1,6
7	1,32	1,1
8	1,74	1,4
10	0,06	3,2
11-1	0,14	1,9
11-2	0,20	1,9
12-1	0,34	2,1
12-2	0,42	2,3
13-1	0,07	1,4
13-2	0,05	1,4
15	0,37	8,5
25	0,01	1,9
31-1	0,01	0,8
42	0,01	0,3
44	0,01	1,1
46-1	0,53	0,9
46-2	1,16	1,3
46-3	2,00	1,8
46-4	1,53	4,0
46-5	0,58	1,2
46-6	1,00	1,4
46-7	1,90	1,7
48-2	0,01	0,8
Promedio	0,69	1,8

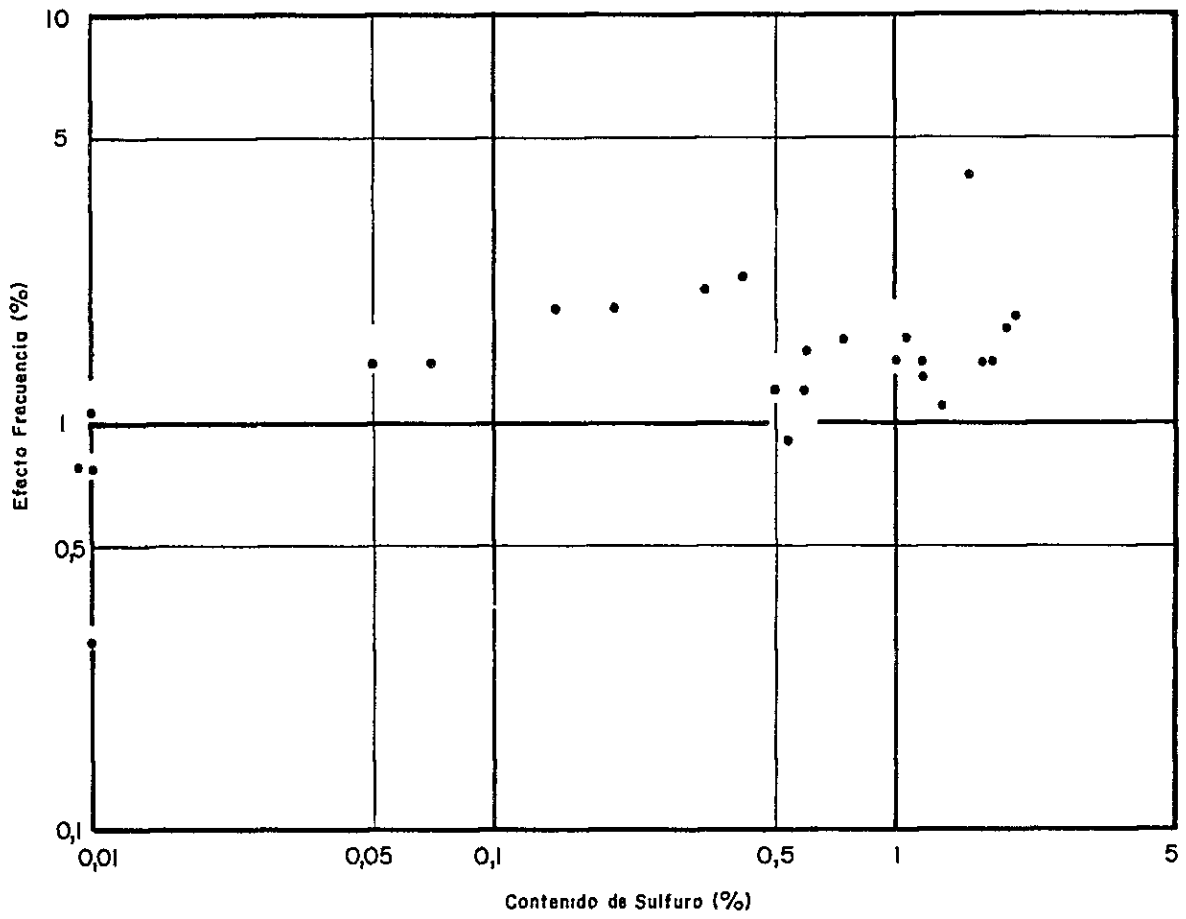


Fig. I-3-11 RELACION EFECTO FRECUENCIA VS CONTENIDO DE SULFURO EN MUESTRAS

En la Tabla I-3-5 se indican los resultados de las mediciones in situ, los resultados de laboratorio y de los análisis químicos.

Tabla I-3-5 CLASIFICACION DE ROCAS SEGUN RESISTIVIDAD Y E.F.

Rango de resistividad Efecto de frecuencia	Menor que 50 (Ωm)	50 (Ωm) - 300 (Ωm)	Mayor que 300 (Ωm)
Menor que 2%		*Toba brecha, *Toba de lapilli, andesita y conglomerado	Andesita, *Toba brecha silicificada
2% - 4%		Andesita meteorizada y Toba meteorizada.	
Mayor que 4%	Andesita arcillosa		Suelo

* Contenido de S menor que 2% en peso.

Capítulo 5 Resultados

5.1 Interpretación por perfiles

La información obtenida de este estudio se expresan en pseudosecciones que muestran las variaciones de Resistividad, Efecto de Frecuencia y Factor Metálico. Las pseudosecciones de Resistividad y Factor Metálico contienen los valores corregidos por efecto topográfico.

Con el fin de conocer el valor representativo base de Efecto de Frecuencia se construyó un Histograma de Efecto de Frecuencia (Fig. I-3-12). Del Histograma se deduce que los valores de Efecto de Frecuencia se agrupan según una distribución normal que presenta un valor medio de 1,25% y una desviación standard de 0,414.

Se ha considerado anómalos aquellos valores de E.F. mayores que $A = M + 2\sigma$ en que $M = 1,25$ y $\sigma = 0,414$, por lo tanto se interpretó como anomalía los valores mayores que $A \doteq 2,0\%$ de E.F.

En cuanto a las pseudosecciones de resistividad, al igual que en las determinaciones in situ, se pueden distinguir tres rangos de valores: el primero de baja resistividad, con valores menores que 50 ohm-metro, el intermedio con resistividad entre 50 y 300 ohm-metro y el de alta resistividad con valores mayores que 300 ohm-metro.

El rango de variación de la resistividad va desde aproximadamente 10 a 1000 ohm-m, sin embargo el Efecto de Frecuencia varía entre 0 y 4,6%. Se puede ver que la variación de E.F. es muy pequeña comparada con la variación que experimenta la resistividad.

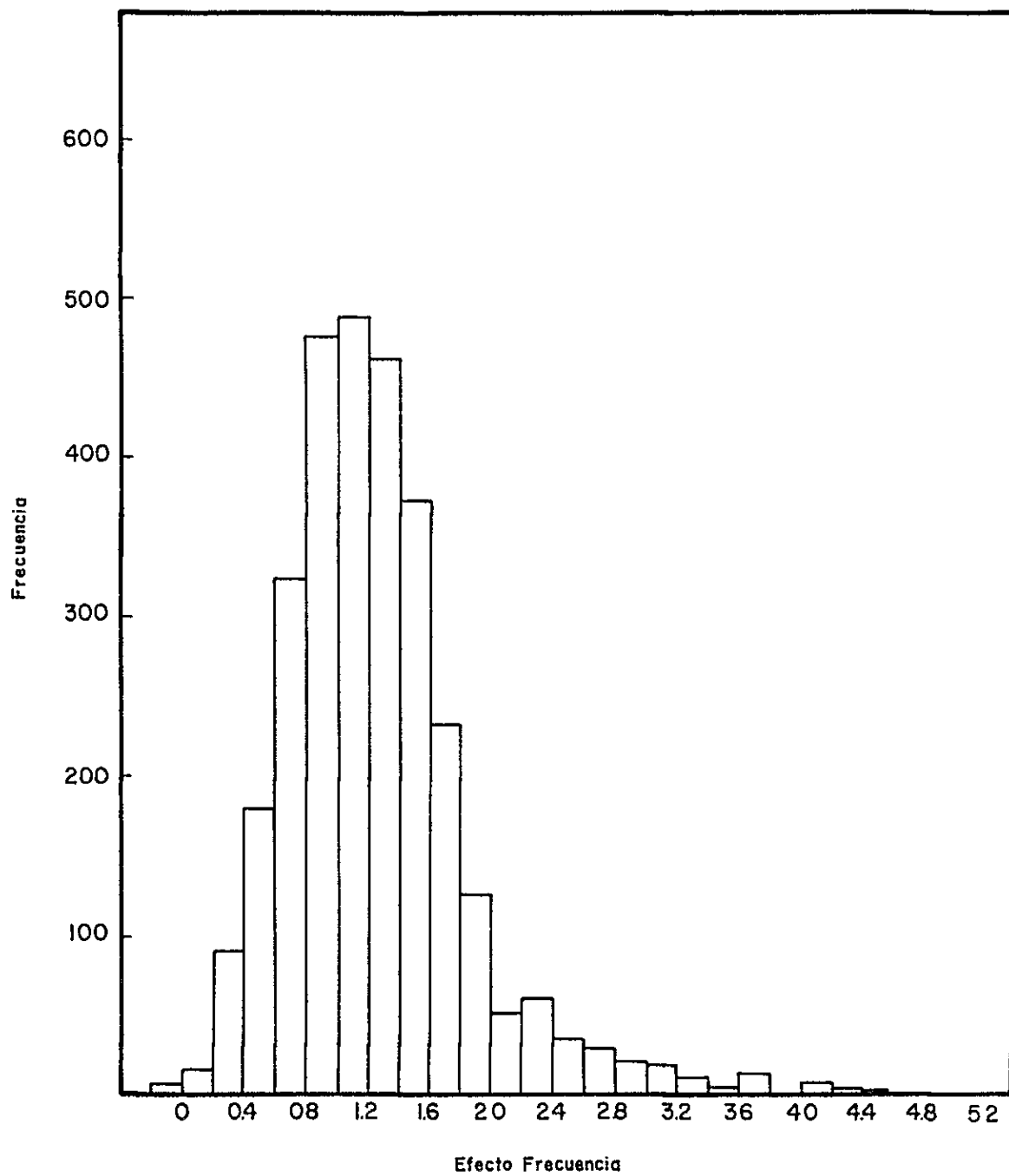


Fig I-3-12 HISTOGRAMA DE DISTRIBUCION DE EFECTO FRECUENCIA

Como es sabido el factor metálico es indicativo de la cantidad de mineral. En este caso los valores de F.M. son más dependientes de la resistividad que el E.F., con lo cual las seudosecciones de resistividad y F.M. resultan similares. Debido a lo anterior no se incluirá en este informe las seudosecciones de Factor metálico por considerarlas no indicativas de la cantidad de partículas metálicas presentes en la roca.

1) Perfil 1 (PL. I-3-3)

Resistividad: (15 Ω -m - 300 Ω -m). En general se observa una resistividad baja a intermedia a lo largo de todo el perfil. Cerca de la estación N°24 se advierte una variación de la resistividad que baja hacia el norte, encontrándose valores menores que 20 Ω -m en profundidad. Sin embargo, en la parte superficial la resistividad tiene valores intermedios que varían entre 50 Ω -m y 182 Ω -m. Al sur de la estación N°24 la resistividad no presenta variaciones de importancia manteniéndose en valores intermedios.

Efecto de Frecuencia: (0,7% - 4,6%). A lo largo de este perfil se observan algunas anomalías, de las cuales las más importantes son las encontradas entre las estaciones N°12 y N°16 y las N°26 y N°34. Estas anomalías corresponden a estructuras superficiales. La anomalía ubicada entre las estaciones N°26 y N°34 coincide con el alto relativo de resistividad observado en ese lugar, lo cual determinaría la existencia de una capa horizontal en superficie que tiene alto E.F.

2) Perfil 2 (PL. I-3-4)

Resistividad: ($8 \Omega\text{-m}$ - $495 \Omega\text{-m}$). En general se observa una resistividad baja a intermedia con algunos valores altos en el extremo sur del perfil. Al igual que en el Perfil 1, cerca de la estación 24 se advierte un cambio en la resistividad, determinándose valores bajos al norte de dicha estación. Los valores altos de resistividad se observan cerca de la estación N°6, en la superficie y bajo las estaciones N°4 y N°9 para n mayor que 3. Se estima que estos valores altos de resistividad son ocasionados por un solo cuerpo anómalo de resistividad alta.

Efecto de Frecuencia: (0,6% - 4,1%). La única anomalía de interés observada a lo largo de este perfil se encuentra entre las estaciones N°5 y N°9, para $n=1$ a 5. Esta anomalía de E.F. coincide con el alto de resistividad, por lo que se estima es producida por un cuerpo altamente resistivo y con alto E.F.

3) Perfil 3 (PL. I-3-5)

Resistividad: ($9 \Omega\text{-m}$ - $626 \Omega\text{-m}$). La forma general de la sección de resistividad es similar a la obtenida para el perfil 1, notándose valores bajos de resistividad hacia el norte de la estación 24, tanto en superficie como en profundidad y valores intermedios al sur de dicha estación, con un alto de resistividad entre las estaciones N°3 y N°8. Este alto de resistividad es similar al observado en el Perfil 2.

Centrado bajo la estación N°10 se observa una anomalía en forma de arco de baja resistividad, que es causada por un cuerpo superficial relativamente conductor.

Entre las estaciones N°10 y N°24 se observa una resistividad intermedia uniforme.

Efecto de Frecuencia: (0,6% - 4,1%). Los valores anómalos más importantes se encuentran entre las estaciones N°1 y N°8 y entre las estaciones N°13 y N°16. La primera anomalía es similar a la observada en el Perfil 2, en la misma ubicación, y se encuentra asociada a un máximo de resistividad. La anomalía ubicada entre las estaciones N°13 y N°16 es una anomalía débil con valores de E.F. comprendidos entre 2% y 2,5%, lo que podría corresponder a un cuerpo en profundidad.

4) Perfil 4 (PL. I-3-6)

Resistividad: (7 Ω -m - 546 Ω -m). La forma de la sección de resistividad es similar a la obtenida en los perfiles N°2 y N°3, presentando valores bajos de resistividad al norte de la estación N°24, valores intermedios al sur de dicha estación y un alto de resistividad al sur de la estación N°8. Centrado en la estación N°10 se observa un bajo de resistividad de características similares al observado en el Perfil 3 en el mismo lugar, aunque menos pronunciado.

Efecto de Frecuencia: (0,5% - 3,1%). Similar a lo observado en el Perfil 3, existe una anomalía de E.F. al sur de la estación N°8. Esta anomalía de valores más pequeños que en el Perfil 3 también se encuentra asociada con un alto de resistividad.

Otra anomalía centrada en la estación N°17 tiene forma de arco de alto E.F. y debe corresponder a un cuerpo superficial ubicado entre las estaciones N°16 y N°18.

Bajo la estación N°38 se observa un pequeño alto de E.F. para $n = 1$ que está relacionado a valores relativamente altos de resistividad medidos en el mismo lugar. La forma de esta anomalía sugiere la presencia de una estructura superficial.

5) Perfil 5 (PL. I-3-7)

Resistividad: (10 Ω -m - 333 Ω -m). Al norte de la estación N°24 la resistividad presenta valores bajos, como en los perfiles anteriores. Al sur de la estación N°24 la resistividad tiene valores intermedios con algunos medianamente altos bajo la estación N°14 y bajo la estación N°2 que pueden corresponder a efecto topográfico.

Efecto de Frecuencia: (0,3% - 3,0%). La anomalía de E.F. más importante se ubica cerca de la estación N°18 y es similar a la observada en el Perfil 4. Por la forma de esta anomalía se sugiere la presencia de un cuerpo inclinado hacia el sur.

Al igual que en el Perfil 4, en el extremo norte del perfil se observa una anomalía de E.F. debido a un cuerpo superficial de forma horizontal que además presenta valores relativamente altos de resistividad.

6) Perfil 6 (PL. I-3-8)

Resistividad: (11 Ω -m - 248 Ω -m). Al norte de la estación N°23 la resistividad es baja mientras que al sur los valores de resistividad son intermedios, con lo cual se nota una estructura similar a la observada en los perfiles anteriores.

Efecto de Frecuencia: (0,2% - 3%). Aproximadamente en la estación N°18 hay una anomalía de E.F. de la misma forma de aquella observada en el Perfil 5, sugiriendo la presencia de un cuerpo inclinado hacia el sur.

Entre las estaciones N°30 y N°34 se detectó una anomalía para $n = 1$. Su forma sugiere la presencia de un cuerpo superficial en forma de una capa delgada que por su similitud a las anomalías observadas en ese lugar en los perfiles 4 y 5 se trataría de la continuación de las anomalías anteriores.

7) Perfil 7 (PL. I-3-9)

Resistividad: (11 Ω -m - 213 Ω -m). Al norte de la estación N°23 la resistividad baja al igual como se ha observado en los perfiles anteriores. Entre las estaciones N°25 y N°32 se observa un alto relativo con valores intermedios de resistividad solo para $n=1$. Esto sugiere la continuación de una capa superficial delgada detectada en los perfiles anteriores.

Entre las estaciones N°16 y N°18 existe una pequeña anomalía de alta resistividad relativa que sugiere la presencia de un cuerpo resistivo en profundidad.

El resto de la pseudosección al sur de la estación N°23 muestra valores intermedios de resistividad aproximadamente uniforme.

Efecto de Frecuencia: (0,6% - 4,3%). La única anomalía de E.F. detectada a lo largo de este perfil corresponde a la observada entre las estaciones N°25 y N°32 que está relacionada con la anomalía de alta resistividad ya mencionada para ese lugar y que corresponde a una

capa superficial con alto E.F., que también se ha detectado en los perfiles anteriores.

8) Perfil 8 (PL. I-3-10)

Resistividad: (11 Ω -m - 289 Ω -m). Cerca de la estación N°24 se produce un cambio en la resistividad, con valores bajos al norte de esta estación e intermedios al sur de ella. También se observa la continuación de la anomalía de alta resistividad entre las estaciones N°23 y N°29 para $n = 1$ superpuesta a la anterior.

Entre las estaciones N°18 y N°20 se observa la continuación de una anomalía de alta resistividad relativa detectada en el perfil anterior y que corresponde a un cuerpo resistivo en profundidad.

El resto de la sección al sur de la estación N°24 presenta valores de resistividad intermedios aproximadamente uniformes.

Efecto de Frecuencia: (-0,2% - 4,4%). La única anomalía de E.F. detectada en este perfil corresponde a la observada entre las estaciones N°23 y N°29 para $n=1,2$ que por su similitud a las anomalías encontradas en los perfiles anteriores sugiere la continuación de una capa superficial con resistividad y E.F. anómalos.

9) Perfil 9 (PL. I-3-11)

Resistividad: (10 Ω -m - 407 Ω -m). Al norte de la estación N°24 se observan valores bajos de resistividad, contrastando con la resistividad intermedia observada al sur de dicha estación.

Entre las estaciones N°16 y N°18 se observa una anomalía de alta resistividad que es la continuación de las anomalías observadas en este sector en los perfiles 7 y 8 y representa un cuerpo resistivo en profundidad.

El resto de la pseudosección presenta valores de resistividad intermedia aproximadamente uniforme.

Efecto de Frecuencia: (0,4% - 5,0%). La única anomalía observada se encuentra entre las estaciones N°21 y N°26 y es la continuación de las anomalías observadas en la superficie en los perfiles 6, 7 y 8.

10) Perfil 10 (PL. I-3-12)

Resistividad: (16 Ω -m - 333 Ω -m). La pseudosección es similar a las de los perfiles anteriores mostrando un cambio de la resistividad alrededor de la estación N°31. Al norte de dicha estación se observan valores bajos de resistividad mientras que al sur la resistividad es intermedia. Entre las estaciones N°16 y N°18 aparece una anomalía de alta resistividad que es la continuación de aquella del mismo tipo observada en los perfiles 7, 8 y 9 y que representa un cuerpo resistivo en profundidad.

Cerca de la estación N°2 y de la estación N°26 se observan anomalías débiles de baja resistividad que representan cuerpos relativamente conductores de pequeñas dimensiones ubicados cerca de la superficie.

Efecto de Frecuencia: (0,3% - 2%). La pseudosección E.F. no presenta valores anómalos susceptibles de considerar.

11) Perfil 11 (PL. I-3-13)

Resistividad: (12 Ω -m - 587 Ω -m). Cerca de la estación N°32 se observa un cambio pronunciado de la resistividad. Al norte de dicha estación los valores de resistividad bajan en forma violenta mientras que al sur se observa una resistividad intermedia a alta.

Entre las estaciones N°15 y N°17 se observa una anomalía de alta resistividad que viene a ser la continuación de aquellas observada en los perfiles del 7 al 10 y que representa un cuerpo resistivo que en este perfil aparece más superficial que en los perfiles anteriores.

Entre las estaciones N°20 y N°24 y cerca de la estación N°29 se observan dos anomalías de alta resistividad debido a cuerpos resistivos ubicados en la superficie sin continuación en profundidad.

Cerca de la estación N°6 se observa una anomalía débil de baja resistividad que puede corresponder a un cuerpo relativamente conductor ubicado cerca de la superficie.

Entre las estaciones N°28 y N°30 se observa un bajo relativo de resistividad para $n = 4,5$ que puede corresponder a un cuerpo relativamente conductor en profundidad.

Efecto de Frecuencia: (0,6% - 2,6%). A lo largo del perfil se observan pequeñas anomalías de E.F. alrededor de las estaciones N°2, N°16 y N°22, todas las cuales están asociadas a valores relativamente altos de resistividad.

12) Perfil 12 (PL. I-3-14)

Resistividad: (15 Ω -m - 921 Ω -m). Al igual que el perfil 11, cerca de la estación N°32 se observa un cambio brusco de la resistividad, encontrándose valores bajos de resistividad al norte de dicha estación y al sur, valores intermedios a altos.

Entre las estaciones N°21 y N°26 se observa una anomalía de alta resistividad que puede corresponder a un cuerpo resistivo que estaría cerca de la superficie y continúa en profundidad.

Centrado en la estación N°16 se ubica una anomalía de baja resistividad en forma de arco que puede corresponder a un cuerpo relativamente conductor ubicado cerca de la superficie entre las estaciones N°15 y N°17.

Entre las estaciones N°4 y N°8 se observa un bajo de resistividad débil, que estaría relacionado con la anomalía de resistividad observada cerca de la estación N°6 en el perfil 11.

Efecto de Frecuencia: (0,5% - 3,2%). La única anomalía de consideración está ubicada entre las estaciones N°22 y N°25, para $n = 1,4$. Esta anomalía de E.F. está asociado con la anomalía de alta resistividad observada en ese lugar y presenta los valores más altos de E.F. cerca de la superficie.

13) Perfil 13 (PL. I-3-15)

Resistividad: (5 Ω -m - 556 Ω -m). Cerca de la estación N°26 se observa un cambio en la resistividad con valores bajos hacia el norte e intermedios y altos al sur.

Entre las estaciones N°22 y N°24 para $n = 1$ a 3 , entre las estaciones N°20 y N°22 para $n = 4$ y 5 entre las estaciones N°24 y N°26 para $n = 4$ y 5 se detectaron tres anomalías de alta resistividad. Aparentemente estas anomalías aparecen separadas, aunque se trataría de un solo cuerpo resistivo, continuación del anterior.

Se puede observar anomalías de baja resistividad cerca de las estaciones N°13, N°17 y N°19 que se deberían a cuerpos relativamente conductores que se prolongan en profundidad.

Cerca de la estación N°3 se observa una débil anomalía que puede ser la continuación de las anomalías detectadas en los perfiles anteriores en el mismo sector y que correspondería a un cuerpo conductor en la superficie.

Efecto de Frecuencia: $(-0,1\% - 2,4\%)$. La única anomalía débil de E.F. que se observa en este perfil, está ubicada cerca de la estación N°24 y está relacionada con un alto de resistividad.

14) Perfil 14 (PL. I-3-16)

Resistividad: $(6 \Omega\text{-m} - 633 \Omega\text{-m})$. Cerca de la estación N°28 la resistividad cambia de valores bajos al norte a valores intermedios y altos al sur.

Cerca de la estación N°23 en la superficie y cerca de la estación N°25 a más profundidad hay dos anomalías pequeñas que son la continuación de la anomalía más grande de alta resistividad observada en ese lugar en los dos perfiles anteriores.

Cerca de la estación N°4, bajo las estaciones N°14 y entre las estaciones N°18 y N°20 se observan tres anomalías débiles de baja resistividad. La primera y la última corresponden a cuerpos pequeños de baja resistividad ubicados cerca de la superficie.

Efecto de Frecuencia: (0,4% - 3,7%). La única anomalía observada en esta sección está ubicada entre las estaciones N°12 y N°16 y representa una estructura superficial horizontal de resistividad intermedia similar a la observada en la parte norte de los perfiles 5 al 9.

15) Perfil 15 (PL. I-3-17)

Resistividad: (14 Ω -m - 320 Ω -m). Cerca de la estación N°29 se observa un cambio de la resistividad con valores bajos al norte y en general con valores intermedios al sur.

Cerca de las estaciones N°4, N°11 y N°20 se detectaron tres anomalías de baja resistividad en forma de arco que indicarían la existencia de cuerpos superficiales relativamente conductores que vendrían a ser la continuación de los detectados en el perfil anterior, en los mismos lugares.

Efecto de Frecuencia: (0% - 3,6%). La única anomalía que se ha observado en este perfil corresponde a un alto de E.F. ubicado entre las estaciones N°12 y N°19 para $n = 1$. Nuevamente se trata de un cuerpo superficial con resistividad intermedia que es la continuación de la estructura detectada en el mismo sector del perfil anterior.

16) Perfil 16 (PL. I-3-18)

Resistividad: (21 Ω -m - 293 Ω -m). La forma de la pseudosección de resistividad es similar a la observada en el perfil 15, con un cambio de resistividad cerca de la estación N°29, con valores bajos al norte y valores de resistividad predominantemente intermedios al sur.

Al igual que en el perfil anterior se observan algunas anomalías de baja resistividad que son la continuación de las ya descritas anteriormente.

Bajo la estación N°25 se observa una débil anomalía de alta resistividad relativa para $n = 3,4,5$, que podría corresponder a un cuerpo resistivo en profundidad.

Efecto de Frecuencia: (0,1% - 2,8%). La única anomalía encontrada en esta sección es un débil alto de E.F. ($n=1$), asociados valores de resistividad intermedia que corresponderían a la continuación de la estructura superficial descrita en los dos perfiles anteriores.

17) Perfil 17 (PL. I-3-19)

Resistividad: (12 Ω -m - 318 Ω -m). Entre las estaciones N°9 y N°21 se observan valores bajos de resistividad que vendrían a formar una anomalía que puede interpretarse como la continuación de las anomalías más chicas detectadas en los perfiles anteriores en este sector.

Cerca de la estación N°34 hay una anomalía con forma de arco que se debe a un cuerpo relativamente conductor en superficie y que podría corresponder a la roca saturada de la quebrada cercana a la estación N°34.

Bajo la estación N°26 se observa un alto de resistividad, para $n = 4,5$, que correspondería a la continuación de la estructura definida bajo la estación N°25 del perfil 16.

Cerca de la estación N°4 se advierte una débil anomalía de baja resistividad que representaría una estructura que continúa de los perfiles anteriores.

Efecto de Frecuencia: (0,5% - 1,6%). No se advierte ninguna anomalía de E.F. a lo largo de este perfil.

18) Mediciones adicionales

Con el fin de conocer mejor las zonas de anomalía se hicieron mediciones adicionales de mayor detalle usando disposición dipolo-dipolo con separación de 10 m y disposición Schlumberger con $AB/2$ de hasta 100 m. Las mediciones de dipolo-dipolo se realizaron entre las estaciones N°14 y N°18 de los perfiles 11 y 12 y entre las estaciones N°28 y N°32 del perfil 7. Las mediciones de Schlumberger se efectuaron en las estaciones N°28, N°29 y N°30, del perfil 7.

Los instrumentos usados para estas mediciones adicionales fueron los mismos ya descritos para el trabajo de terreno en general. A continuación se presentan los resultados obtenidos de estos estudios adicionales.

a) Resultados dipolo-dipolo

Perfil 7 (Estación N°28 a la N°32) (PL. I-3-20)

Resistividad: (43 Ω -m - 701 Ω -m). La forma de la pseudosección indica una estructura de capas paralelas en que la resistividad es más baja en las capas más profundas.

Efecto de Frecuencia: (3,6% - 5,3%). Los valores de efecto de frecuencia son anómalos a lo largo de todo el perfil, especialmente para $n = 5$ y 6 , en que los valores de E.F. son más altos. Sin embargo, el E.F. decrece abruptamente a mayor profundidad ($n = 7,8$).

Del análisis cualitativo de las secciones de resistividad y E.F. se puede inferir la presencia de un cuerpo anómalo en forma de una capa horizontal.

Perfil 11 (Estación N°14 - N°18) (PL. I-3-21)

Resistividad: (309 Ω -m - 1635 Ω -m). Los valores de resistividad medidos en este perfil son normalmente altos, particularmente cerca de la superficie, entre las estaciones N°6, N°9 y N°10, N°14. A mayor profundidad la resistividad baja en forma aproximadamente gradual.

Efecto de Frecuencia: (1,3% - 5,3%). En general, los valores más altos de E.F. se midieron cerca de la superficie, coincidiendo aproximadamente con los valores altos de resistividad.

Del análisis cualitativo de las pseudosecciones de resistividad y E.F. se advierte la presencia de una estructura superficial caracterizada por valores de E.F. mayores que 3% y resistividad mayor que 1.000 Ω -m.

Perfil 12 (Estación N°14 - N°18) (PL. I-3-22)

Resistividad: (11 Ω -m - 308 Ω -m). Los valores de resistividad son bajos a lo largo de todo el perfil, en contraste con los valores altos obtenidos en el perfil 11.

Al norte de la estación N°11 la resistividad aumenta, especialmente cerca de la superficie, anotándose valores entre 50 Ω -m y 308 Ω -m. Al sur de la estación N 11 la resistividad es menor que 50 Ω -m.

Efecto de Frecuencia: (0% - 4,4%). En general no se advierten valores anómalos de importancia a lo largo del perfil.

En general se observa una correspondencia entre los valores mayores de E.F. con valores más altos de resistividad.

b) Resultados disposición schlumberger

Perfil 7. Las curvas de resistividad aparente obtenida en las estaciones N°28, N°29 y N°30 se muestran en las Figuras I-3-13, 14, 15. La forma de las curvas es similar en todos los casos y presentan una modalidad del tipo alto-bajo-alto-bajo, que equivale a una estructura de cuatro capas.

Por medio del ajuste de curvas se determinó primeramente los valores de resistividad de las capas, luego, usando el método del filtro de Ghosh, se calculó la curva teórica que más se asemeja a la curva observada, determinándose así una estructura de cuatro capas L-1 a L-4, empezando por la de más arriba (Tabla I-3-6).

Tabla I-3-6 RESULTADAS SCHLUMBERGER

Capa \ Estación	28	29	30
L ₁	1100 Ωm 1,5 m	900 Ωm 1,3 m	1300 Ωm 0,8 m
L ₂	130 Ωm 0,5 m	100 Ωm 0,5 m	400 Ωm 3,2 m
L ₃	860 Ωm 9,5 m	620 Ωm 12,0 m	1050 Ωm 9,2 m
L ₄	30 Ωm	26 Ωm	29 Ωm

La capa L-1 presenta valores de resistividad similares a los medidos in situ para el suelo y espesores que varían entre 0,6 m y 1,5 m, lo que evidentemente equivale al suelo.

La capa L-2 presenta valores bajos de resistividad (160-400 Ω-m).

La capa L-3 presenta valores de resistividad similares a los medidos in situ en la posición N°36. Esta capa corresponde a sedimentos de la unidad sedimentaria La Segunda.

La capa L-4 tiene valores de resistividad bajos que pueden asociarse con los valores medidos para la andesita meteorizada, andesita arcillosa y toba meteorizada, sin embargo, de acuerdo con la estructura geológica, esta capa debería corresponder a andesita meteorizada o andesita arcillosa.

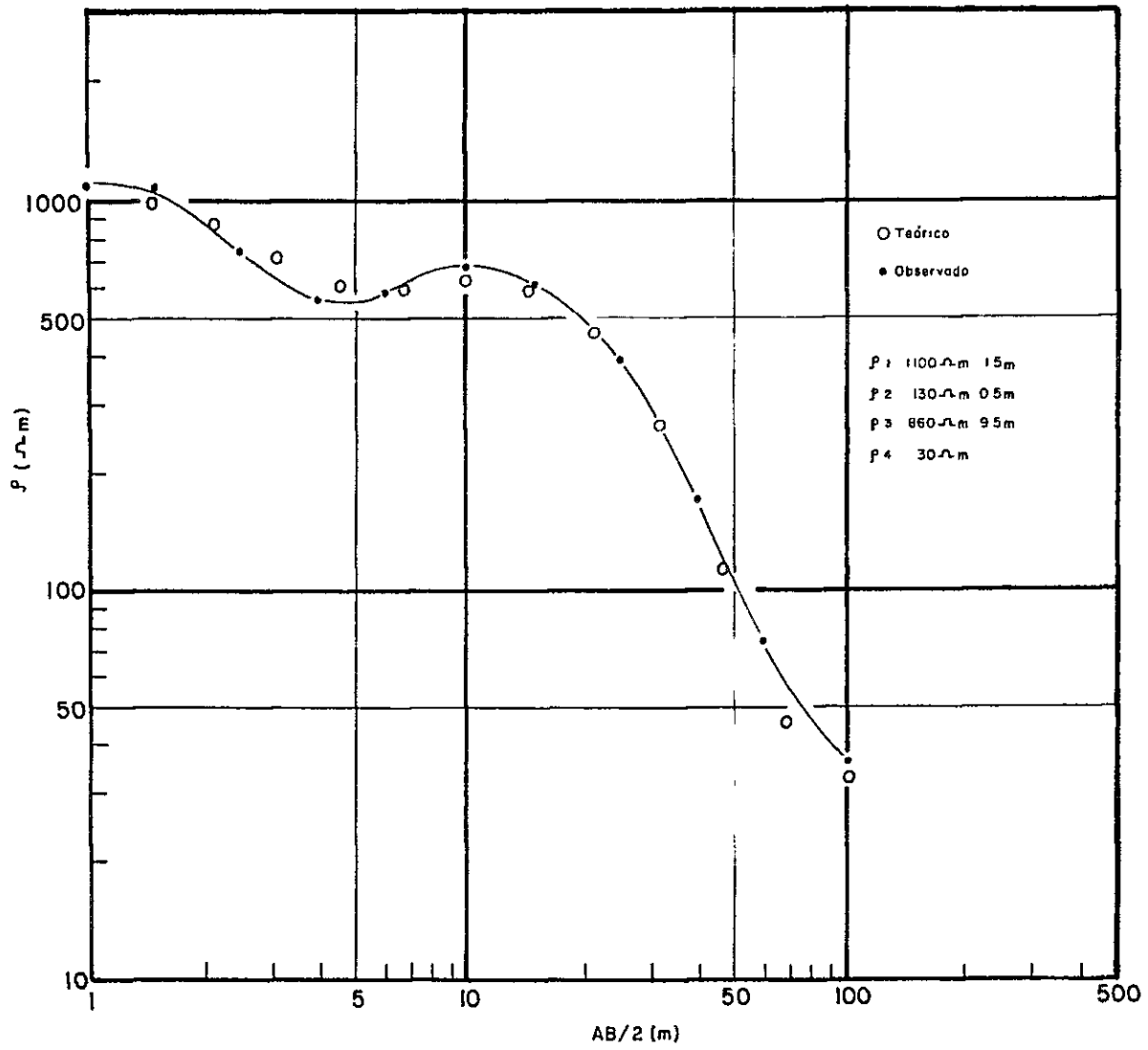


Fig 1-3-13 SONDAJE ELECTRICO (SCHLUMBERGER) ESTACION N° 28, PERFIL 7

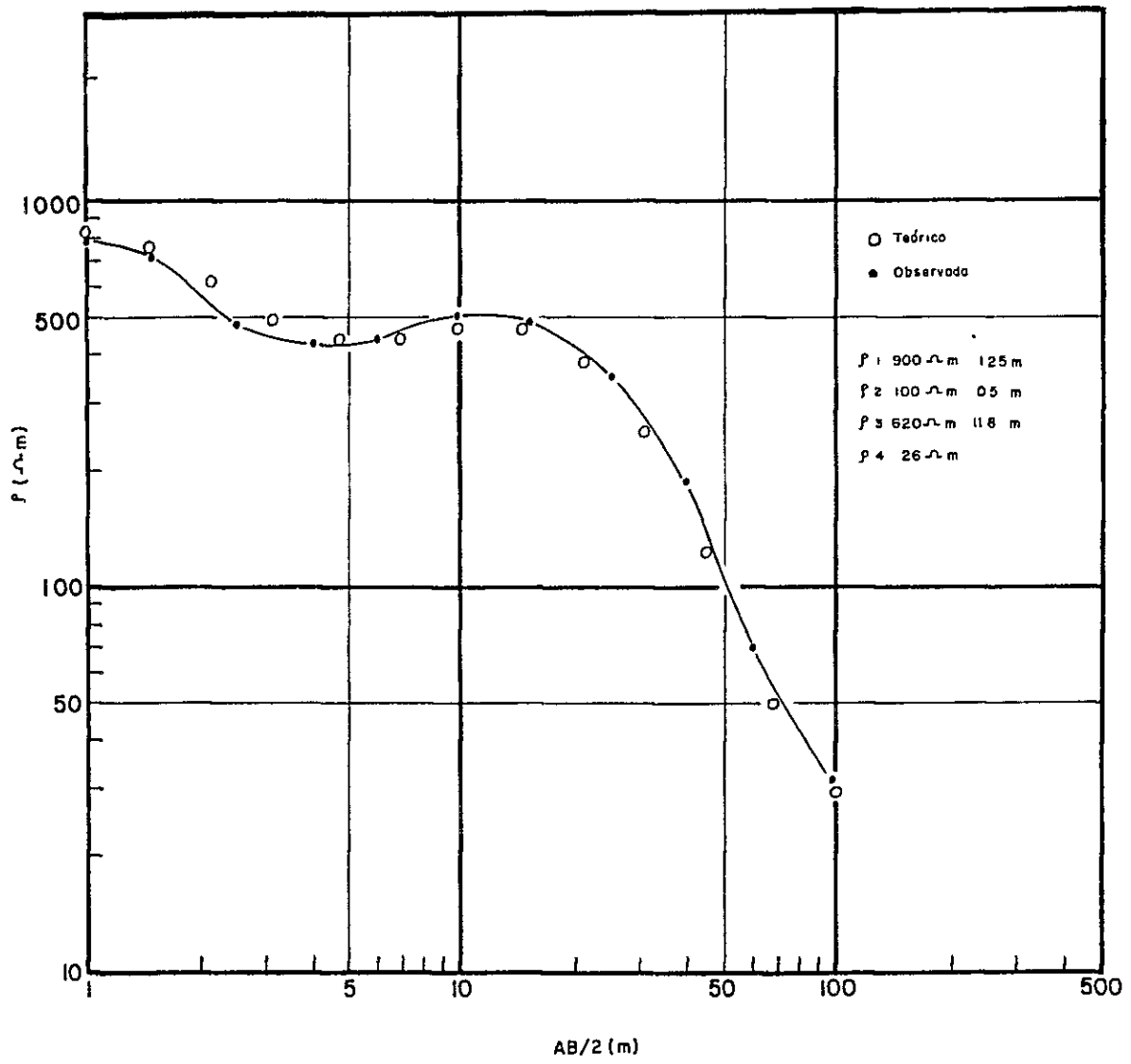


Fig I-3-14 SONDAJE ELECTRICO (SCHLUMBERGER) ESTACION N° 29, PERFIL 7.

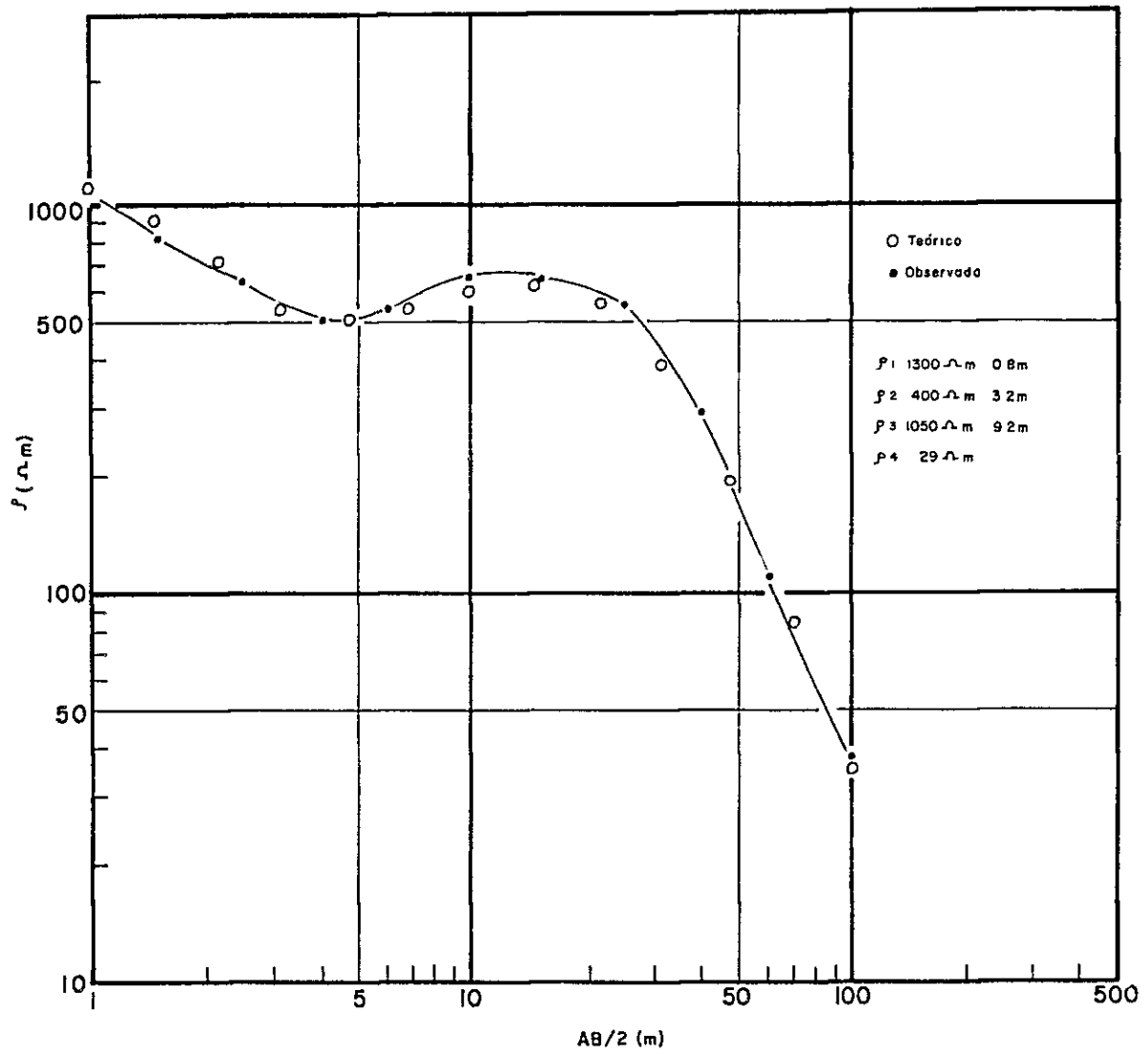


Fig I -3 -15 SONDAJE ELECTRICO (SCHLUMBERGER) ESTACION N°30, PERFIL 7

5.2 Interpretación en planta

En base a las pseudosecciones de resistividad, E.F. y F.M. para los valores de $n = 1, 3$ y 5 se confeccionaron tres planos de planta para cada profundidad; en ellos se presenta la información hasta aproximadamente 50 m, 100 m y 150 m de profundidad respectivamente.

El objeto de esta interpretación es conocer aproximadamente la extensión y forma de la posible zona mineralizada.

Cabe señalar que en general no existe una correspondencia espacial entre las anomalías y los cuerpos que las producen, es decir, los cuerpos anómalos no se encuentran necesariamente bajo las anomalías, sino que en las inmediaciones. Este hecho se debe a la configuración dipolo-dipolo usada, siendo necesario los dibujos en planta hasta 50, 100 y 150 m para una mejor interpretación.

Debido a que los valores de E.F. son muy chicos, las secciones de F.M. son similares a las de resistividad, por lo que se estima no es necesario la inclusión de los mapas de F.M., ya que no aportan ninguna información adicional.

1) Resistividad (Planos I-3-23, 26, 29)

La forma de las curvas de igual resistividad muestran que estas tienen una dirección preferencial Este-Oeste. Esto se observa más claramente en los planos correspondientes a $n = 3$ y $n = 5$. Esta dirección preferencial indica que las estructuras geológicas presentan en general un rumbo Este-Oeste. En el plano correspondiente a $n = 1$ no es posible ver claramente este alineamiento, debido a la influencia del efecto superficial producido por el suelo y roca descompuesta.

Al igual que en la interpretación por perfiles, se pueden distinguir tres rangos de resistividad: resistividad baja para valores menores que 50 ohm-m, intermedia entre 50 ohm-m y 300 ohm-m y resistividad alta para valores mayores que 300 ohm-m.

De la información general de resistividad en planta se puede deducir lo siguiente:

- a) En la parte norte del área de estudio se observa un cambio en la resistividad que es consistente a lo largo de todos los perfiles, siguiendo aproximadamente una línea que va desde la estación N°25 en el Perfil 1 a la estación N°30 del Perfil 17. Hacia el norte la resistividad es baja, mientras que al sur se observa generalmente una resistividad intermedia a alta.

Este cambio en la resistividad puede representar una variación de las características geológicas en ese sector.

El cambio de la resistividad no es muy brusco, sino más bien aproximadamente gradual.

- b) En los planos correspondientes a $n=1,3$ se observa un bajo de resistividad en forma de semicírculo que abarca desde las estaciones N°8 a N°22 en el Perfil 17, hasta aproximadamente la estación N°15 del Perfil 12. En el plano correspondiente a $n=1$ se observa que en la parte central del semicírculo la resistividad es intermedia. Esto sugiere la presencia de una estructura superficial alrededor del borde de este semicírculo y que tiene una resistividad baja.

- c) En el plano correspondiente a $n=3$ se observa un bajo de resistividad relativa que tiene la forma de una banda acotada por la curva de $100 \Omega\text{-m}$, que está ubicada desde aproximadamente la estación N°10 del Perfil 1 pasa entre las estaciones N°5 y N°12 del Perfil 8 y llega hasta el extremo sur del Perfil 17. En los planos para $n=1$ y 5 también se observa (aunque no tan claramente como para $n=3$) una estructura de banda de baja resistividad en la parte sur del área de estudio. Esta forma de las curvas de igual resistividad indicaría la presencia de una estructura geológica de rumbo aproximado Este-Oeste.
- d) Aproximadamente al centro del área se observa una anomalía de resistividad intermedia a alta, en la dirección Oeste-Suroeste - Este-Noreste. Esta anomalía se ubica desde aproximadamente la estación N°14 del Perfil 5 hasta la estación N°25 del Perfil 17. Esta anomalía estaría asociada a un cuerpo de alta resistividad con rumbo Oeste-Suroeste, Este-Noreste, que aflora entre los Perfiles 11 y 14.
- e) En el extremo suroeste del área de estudio se detectó una anomalía de alta resistividad que se puede observar en los tres planos ($n=1,3,5$). Esta anomalía estaría asociada a un cuerpo de alta resistividad ubicado en el extremo suroeste del área de estudio.

2) Efecto de frecuencia (Planos I-3-24, 27, 30)

Al igual que en la interpretación por perfiles, se considera que aquellos valores menores que 2% no constituyen anomalía.

En estos planos las curvas de igual E.F. no presentan ninguna dirección preferencial y las anomalías están esparcidas.

Se puede ver que el mayor número de anomalías aparecen para $n=1$, disminuyendo el número de éstas en profundidad. Esto implica que la causa de la mayor parte de las anomalías se debe a estructuras superficiales, que no continúan en profundidad.

Del análisis de los planos de curvas de igual efecto de frecuencia se puede deducir lo siguiente:

- a) Se observa una anomalía presente sólo para $n=1$ que va desde aproximadamente la estación N°37 del Perfil 4 hasta cerca de la estación N°23 del Perfil 9. Esta anomalía representa un cuerpo con efecto de frecuencia relativamente alto que está ubicado en la superficie y con rumbo aproximado noroeste-sureste.

Existen otras anomalías del mismo tipo en el Perfil 1, entre las estaciones N°12 y N°15 y las estaciones N°26 y N°33. Otras anomalías se ubican aproximadamente con centro en la estación N°24 del Perfil 12 y desde la estación N°15 del Perfil 13 al Perfil 16, entre las estaciones N°16 y N°17.

Todas las anomalías anteriores tienen la misma forma en las pseudosecciones de E.F., presentando valores anómalos sólo para $n=1$ y desapareciendo en profundidad.

Estas anomalías representan cuerpos en forma de capas superficiales delgadas con alto efecto de frecuencia.

- b) En el plano correspondiente a $n=1$ se aprecia una anomalía de E.F. entre los perfiles 4 y 6, aproximadamente con centro en las estaciones N°17, N°18. En los planos correspondientes a $n=3$ y $n=5$ esta anomalía aparece desplazada hacia el sur, entre los Perfiles 3 y 6, con centro aproximado en la estación N°15.

Debido a que esta anomalía tiene la forma de arco en las pseudosecciones correspondientes, la ubicación del cuerpo anómalo estaría aproximadamente entre las estaciones N°17 y N°18, con lo cual las anomalías para $n=3$ y $n=5$ pueden estimarse como pseudoanomalías.

- c) En el extremo suroeste del área de estudio se distingue una anomalía que se observa en los planos correspondientes a $n=1, 3$ y 5 . Esta anomalía de E.F. está relacionada con la anomalía de alta resistividad detectada en ese lugar.

5.3 Interpretación por modelos

Para aquellas anomalías importantes detectadas en la interpretación en planta (5.2), se confeccionarán modelos de resistividad y E.F. con el fin de interpretar la forma de las estructuras que producen la anomalía. Se usarán además modelos de catálogos que han sido publicados previamente.

La interpretación por modelos consiste en simular una estructura geológica posible en dos dimensiones, que pueda producir una pseudosección de resistividad y E.F. semejante a la que se desea interpretar. Por medio del uso del computador se calcula una pseudosección de resistividad y E.F. correspondiente a una estructura posible, luego

se compara la sección calculada con la sección observada hasta que exista un grado adecuado de similitud.

En este caso se ha usado la técnica de diferencias finitas para el cálculo de modelos. Por medio de un programa de computación se calcula la resistividad aparente para un arreglo dipolo-dipolo debido a estructuras geológicas en dos dimensiones, con sección arbitraria y longitud infinita a lo largo del rumbo.

A continuación se incluye la interpretación por modelos de las anomalías más importantes determinadas de las pseudosecciones y el plano de planta.

La interpretación por modelos se realizó sólo para algunas anomalías en las siguientes perfiles.

Perfil 6, entre las estaciones N°19 y N°29 y Perfil 14 entre las estaciones N°26 y N°36.

Perfil 15, entre las estaciones N°0 y N°8.

Perfil 11, entre las estaciones N°11 y N°20.

Perfil 13, entre las estaciones N°18 y N°28.

(1) Perfil 6 y Perfil 14

Desde la estación N°25, en el Perfil 1, hasta la estación N°30, en el Perfil 17, se aprecia una zona de baja resistividad al norte y una de resistividad intermedia al sur. Por la forma de las curvas de resistividad se descarta la posibilidad de que la pseudosección represente un contacto vertical, sino que estaría representando un contacto inclinado ligeramente hacia el norte, en que la roca al sur del contacto es de resistividad intermedia y la roca al norte es de baja resistividad.

La Figura I-3-16, representa el modelo correspondiente a un contacto inclinado entre dos unidades de resistividad diferente y con un ángulo de 15° .

El modelo representa una capa de resistividad de $10 (\Omega m)$, sobre una capa de resistividad de $100 (\Omega m)$. Comparando la resistividad aparente del modelo con la observada, esta última aparece más alta, por lo que se sugiere una resistividad de la roca de aproximadamente $200 (\Omega m)$. El espesor de la capa superficial del modelo es de 50 metros, sin embargo la forma de las curvas de la resistividad medida indica que el espesor es menor que 50 metros.

La roca de resistividad baja correspondería a sedimentos modernos, especialmente conglomerados, y a andesita meteorizada. La roca de resistividad intermedia, al sur del contacto, correspondería a andesita.

(2) Perfil 15

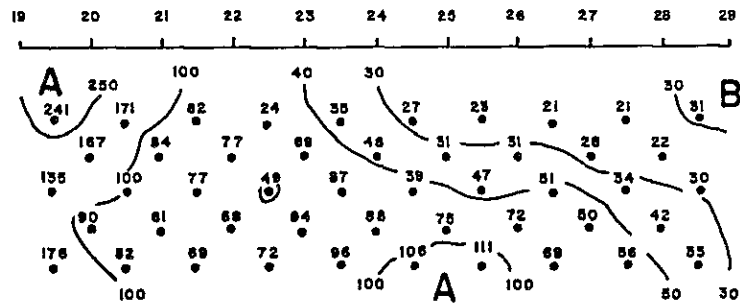
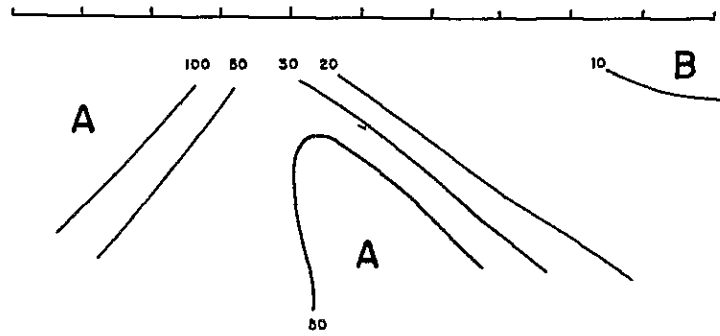
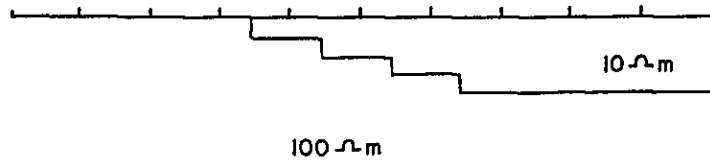
La anomalía del Perfil 15 corresponde a una de muchas anomalías de baja resistividad en forma de arco. La Figura I-3-7 representa un modelo de una anomalía de este tipo que tiene 25 metros de ancho y un poco más de 10 metros de espesor; la resistividad del cuerpo es de $10 (\Omega m)$ y llega a la superficie. La resistividad aparente del modelo tiene valores similares a la resistividad aparente observada. Este cuerpo de baja resistividad correspondería al contacto entre la andesita de la Formación Cola de Zorro y la toba de la unidad volcánico-sedimentaria Pierna Blanca. Se estima que esta anomalía se debe a la saturación de agua en el contacto andesita - toba.

(3) Perfil 11

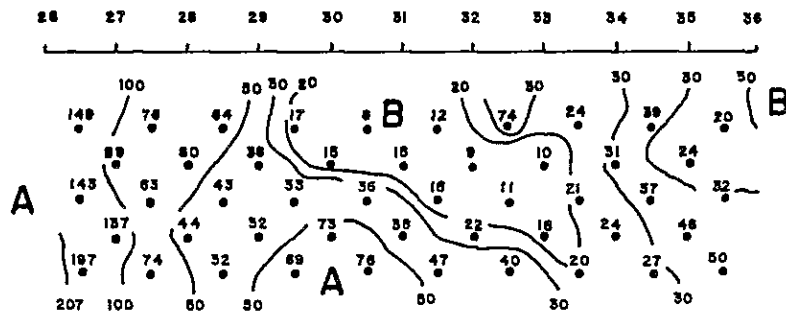
La anomalía de alta resistividad, mayor que 200 (Ωm), que se aprecia en la parte central del área de estudio, entre los perfiles 5 y 17, se ha representado por el modelo de la Figura I-3-18. Este cuerpo de alta resistividad representaría la toba silicificada y dacita silicificada de la unidad volcánico-sedimentaria Pierna Blanca.

(4) Perfil 13

La anomalía centrada en la estación N°23 del Perfil 13 tiene también forma de arco de alta resistividad, que indica la presencia de un cuerpo resistivo que se alarga en profundidad. La Figura I-3-19 representa un modelo de una anomalía de este tipo. El cuerpo de alta resistividad corresponde a andesita relativamente fresca o a toba y dacita silicificadas de la unidad volcánico-sedimentaria Pierna Blanca, que yace bajo la andesita.

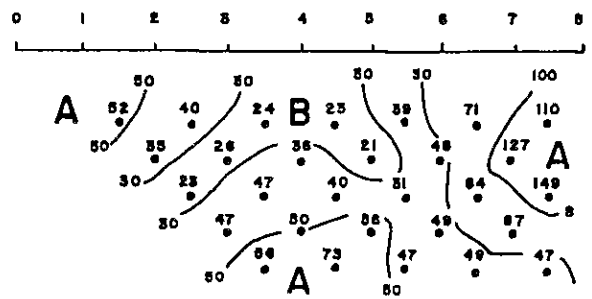
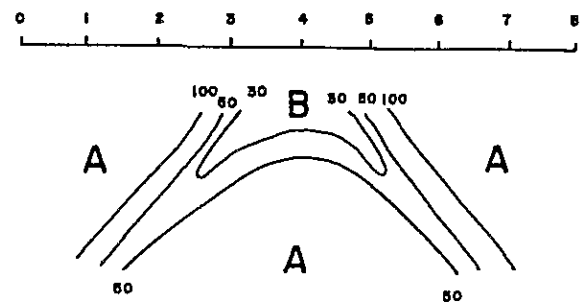
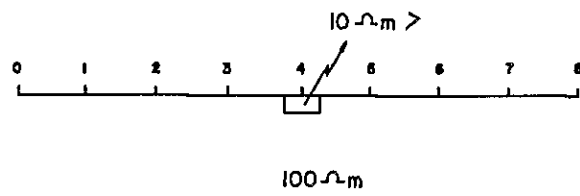


PERFIL 6



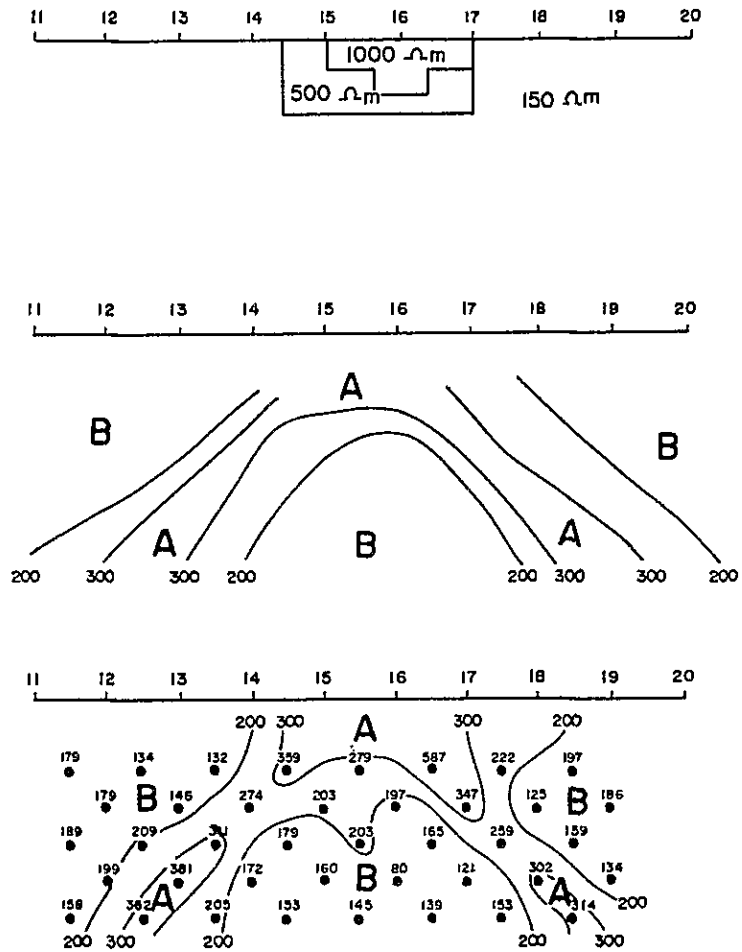
PERFIL 14

Fig.I-3-16 CALCULO DE MODELO PERFILES 6 Y 14



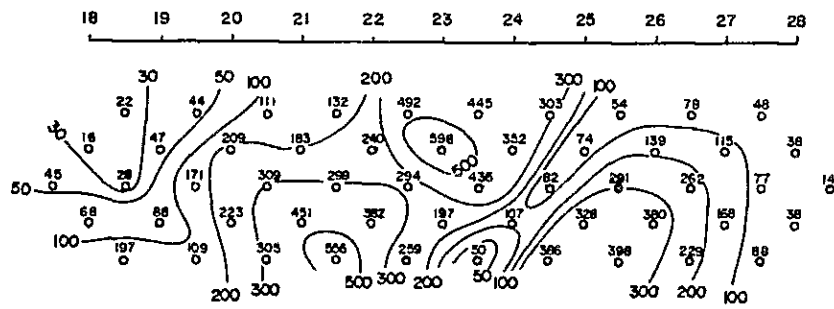
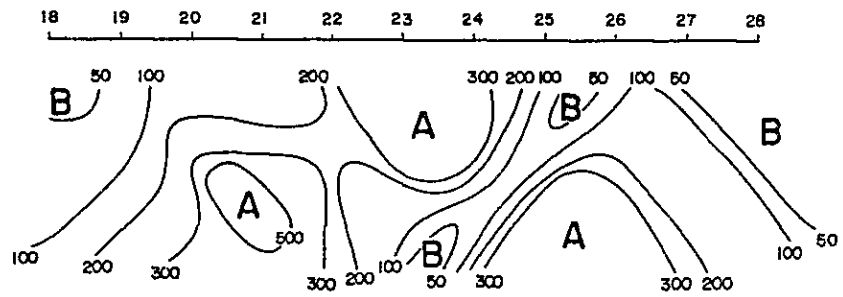
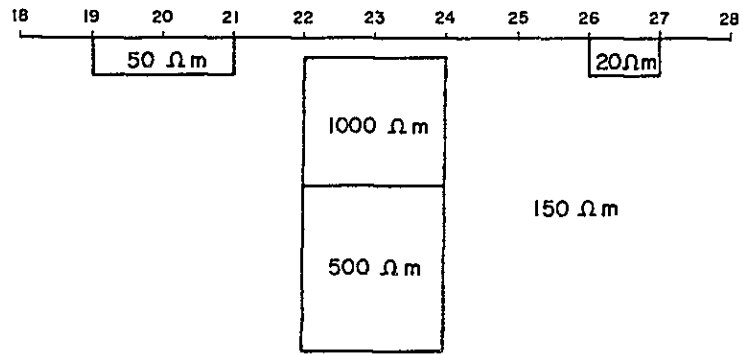
PERFIL 15

Fig.I-3-17 CALCULO DE MODELO PERFIL 15



PERFIL II

Fig.I-3-18 CALCULO DE MODELO PERFIL II



PERFIL 13

Fig.1-3-19 CALCULO DE MODELO PERFIL 13

5.4 Interpretación global

En base a los resultados obtenidos de la interpretación de los perfiles, de la interpretación en planta y del cálculo de modelos, como también de la observación geológica, se confeccionó un Mapa de Análisis Global (PL. I-3-32).

Se puede apreciar la existencia de tres zonas de alta resistividad denominadas A-1 a A-3 y cinco zonas de baja resistividad, B-1 a B-5.

- a) En la parte norte del área de estudio se detectó una zona de baja resistividad B-1 que corresponde a la unidad sedimentaria La Segunda y a andesita meteorizada saturada. El espesor aumenta hacia el oeste y de acuerdo con la interpretación por modelos, alcanza un máximo de 50 m aproximadamente. Hacia el este se acuña alcanzando la superficie, ya que la forma en que cambia la resistividad de baja a intermedia así lo indica.
- b) Las zonas de resistividad baja B-2 y B-3, corresponden aproximadamente al contacto entre andesita y toba, donde habría arcilla y roca alterada saturada con agua.

Las zonas B-4 y B-5 están en andesita de la formación Cola de Zorra y tienen la misma forma de B-2 y B-3.

Estas anomalías no tienen una correspondencia con un contacto geológico, por lo cual se ha interpretado como producto del agua acumulada en ese sector, debido a una debilidad estructural cercana a la superficie.

- c) La zona anómala de alta resistividad, A-1, detectada al centro del área de estudio, en el Perfil 11, corresponde a toba silicificada y dacita silicificada que continúa en profundidad. Este cuerpo tiene aproximadamente 100 metros de ancho y 50 metros de profundidad. Esta anomalía continúa en la dirección NW-SE, hasta el Perfil 8, en profundidad.
- d) La zona anómala de alta resistividad A-2, que se midió sobre la andesita, corresponde a un cuerpo resistivo que aflora en superficie y continúa en profundidad. La causa de esta anomalía sería la presencia de andesita menos alterada o de toba y dacita silicificada de la unidad volcanico-sedimentaria Pierna Blanca.
- e) La anomalía A-3, ubicada en al extremo suroeste del área de estudio, es similar a la anomalía A-2. Sin embargo, en este sector la andesita fresca tendría un espesor mayor que 150 m. En caso que la andesita tubiera un espesor menor que 150 m., bajo ella debería encontrarse la toba silicificada.
- f) Las anomalías de alto E.F. detectadas en este estudio, indican que son producidas por un cuerpo superficial de poco espesor, que correspondería a suelo, unidad sedimentaria La Segunda, o andesita meteorizada y no debido a los sulfuros asociados a la roca alterada.
- g) Cerca de la estación 14 del Perfil 12, en el lugar del afloramiento de las tobas de la unidad-sedimentaria Pierna Blanca, se observa pirita diseminada. Sin embargo en este lugar no se detectó anomalía de E.F. en los perfiles, ni en las mediciones in situ, por lo cual se estima que debido a la alta diseminación de la pirita no se produce, en ese lugar, un efecto

de polarización. Debido a esto se estima que no existe una cantidad mayor de pirita en el lugar estudiado.

Capítulo 6 Conclusiones

Los resultados de la exploración por polarización inducida pueden resumirse de la siguiente manera:

- (1) Se midieron valores de resistividad aparente entre 5 (Ωm) y 1.635 (Ωm). La forma de las curvas de contorno de resistividad en planta indican una dirección preferencial Este-Oeste. Se detectaron las siguientes anomalías de baja resistividad: Anomalía B-1, en la parte norte, las zonas anómalas en forma de banda B-2, B-3 y B-4, en la parte sureste, y la zona anómala B-5, en la parte suroeste. Se detectaron tres anomalías de alta resistividad, mayores que 300 (Ωm). Las anomalías A-1 y A-2 están ubicadas al centro del área de estudio y tienen forma de una banda en dirección aproximada este-oeste. La anomalía A-3 está ubicada al suroeste de la zona de estudio.
- (2) Los valores de E.F. medidos en este estudio, varían entre -0,2% y 5%. Las anomalías de E.F. mayores que 2% corresponden a resistividad intermedia, entre 200 (Ωm) y 300 (Ωm), y resistividad alta, mayor que 300 (Ωm). Todas estas anomalías están esparcidas y se observan sólo para $n=1$, desapareciendo a mayor profundidad.
- (3) Los resultados de E.F. obtenidos de las mediciones de laboratorio y de las mediciones in situ, se pueden resumir de la siguiente manera:
 - a) La limonita y la arenisca de la unidad sedimentaria La Segunda y la andesita meteorizada de la formación Cola de Zorro, que se encuentran ampliamente distribuidas en la zona de estudio, tienen E.F. mayor que 2%.

- b) La toba de la unidad volcánico-sedimentaria Pierna Blanca, que contiene pirita diseminada, presenta valores de E.F. menores que 2%.
 - c) La toba y dacita silicificadas de la unidad volcánico-sedimentaria Pierna Blanca, y la andesita de la formación Cola de Zorro, tienen una resistividad alta, mayor que 300 (Ωm). Las rocas con alteración argílica y las rocas meteorizadas saturadas presentan valores bajos de resistividad, menores que 50 (Ωm).
- (4) De la interpretación, tanto cualitativa como cuantitativa, del estudio de polarización inducida y considerando la geología, se puede concluir lo siguiente:
- a) Las anomalías detectadas cerca de la superficie no se deben a mineralización metálica, sino a la presencia de minerales arcillosos en las rocas de la unidad sedimentaria La Segunda y la andesita alterada de la formación Cola de Zorro.
 - b) En el área en que se conoce mineralización de oro, correspondiente a las tobas de la unidad volcánico-sedimentaria Pierna Blanca, no se midieron valores anómalos de E.F. De la misma manera los valores de E.F. medidos en las muestras de toba fueron menores que 2%.
 - c) La zona de alta resistividad, A-1, observada cerca de la estación 16, en la Perfil 11, corresponde aproximadamente a la zona de silicificación de tobas y andesitas.
 - d) La zona de alta resistividad, A-2, está aproximadamente a 200 metros al norte de la zona A-1 y corre paralelamente a ésta, en dirección aproximada este-oeste. Ambas zonas presentan valores similares de resistividad.

Por lo anterior, se supone que la anomalía de la zona A-2 indicaría la presencia de roca silicificada bajo la superficie y a poca profundidad.

- e) La zona de alta resistividad, A-3, detectada en las rocas andesíticas de la formación Cola de Zorro, indica que allí existe andesita fresca en profundidad, o bien que bajo la andesita se encuentran rocas silicificadas de la unidad volcánico-sedimentaria Pierna Blanca.
- f) La zona de baja resistividad, B-1, se debe a un cuerpo estratificado de unos 50 metros de espesor que correspondería a la unidad sedimentaria La Segunda.
- g) Las zonas de baja resistividad B-2 y B-3, se deben a la saturación de la roca alterada en el contacto de las tobas de la unidad volcánico-sedimentaria Pierna Blanca con la andesita de la formación Cola de Zorro. La forma de las anomalías B-4 y B-5 es similar a las anteriores, por lo cual se supone que bajo la andesita observada en superficie, debe existir la toba a poca profundidad.

I-4 CONCLUSIONES GLOBALES Y RECOMENDACIONES

El Prospecto Las Minas del Prado fue evaluado como continuación del estudio realizado en la fase I del convenio. Durante esta fase se realizó un levantamiento geológico, muestreo geoquímico y un estudio geofísico de polarización inducida cuyas conclusiones se han detallado anteriormente. Aquí se presentan las conclusiones globales de los trabajos realizados y las recomendaciones a futuro.

1. Depósito primario

En el depósito primario se pudo distinguir tres tipos de mineralización: vetas, stockwork y disseminación. El mayor contenido de oro se presenta en las vetas de cuarzo y arcilla, pero sus potencias son reducidas (1 a 5 cm) y poseen rara vez más de 10 g/t de oro; el promedio alcanza a 1 g/t de oro y el valor medio del mineral por tonelada sería aproximadamente US\$1,78, por lo que se considera sub-económico.

El intervalo entre las vetas es de 30 a 50 m y en el espacio comprendido entre éstas, el contenido de oro es prácticamente nulo y no resulta económico explotar las vetas separadamente ni en conjunto.

De acuerdo con el estudio realizado en la fase I del convenio, se esperaba obtener del stockwork resultados que permitieran diseñar una explotación global; el contenido de oro promedio del bloque A es de 0,73 g/t y corresponde al sector con mejor mineralización; esta ley no alcanza a llegar a la ley de corte de 0,93 g/t, lo que indica que se trata de un depósito sub-económico.

La alteración hidrotermal es débil y existe poca pirita, por lo que se supone que los procesos de alteración y mineralización se produjeron a escala reducida.

Los resultados del estudio geofísico no indican anomalías importantes, lo que significa que alrededor del depósito existen pocas posibilidades de encontrar zonas silicificadas o con concentración de sulfuros. Se detectó solamente una zona de resistividad alta (A1) al oeste del Bloque A, lo que indicaría que la zona silicificada se extiende en esa dirección y sería similar al stockwork conocido.

Además se presenta otra zona de alta resistividad (Zona A2), 200 m al noreste de la Zona A1, lo cual indicaría una zona silicificada, pero su importancia sería similar a la del Bloque A.

El depósito no presenta otro mineral económico además del oro.

Con posterioridad al proceso de mineralización el depósito fue erosionado considerablemente, por lo que no se puede esperar que la mineralización mejore en profundidad.

Resumiendo lo expresado anteriormente, el depósito primario es un yacimiento de oro simple y de baja ley, de carácter subeconómico; además, no existen posibilidades de aumentar las reservas del depósito en los alrededores, por lo que no se justifica realizar otro tipo de estudios en este sector.

2. Depósito secundario

El depósito secundario consiste en un placer aurífero originado por la erosión y transporte desde el depósito primario; la depositación tuvo lugar en un lugar cercano ubicado al oeste del mismo.

El oro se encuentra en rodados y en la matriz de los conglomerados de la Unidad Sedimentaria La Segunda. El contenido de oro promedio es de 0,026 g/t, lo que indica que es subeconómico; las capas de conglomerado están interestratificadas con

areniscas y limolitas estériles, que en el caso de una explotación deberían ser removidos junto con los conglomerados, encareciendo considerablemente los costos.

De acuerdo con lo expresado, el placer aurífero no constituye un yacimiento económicamente explotable y no se justifica realizar otro tipo de estudios en esta área.

PARTE II

EXPLORACION EN EL PROSPECTO SAN JOSE

PARTE II EXPLORACION EN EL PROSPECTO SAN JOSE

II-1 GENERALIDADES

Capítulo I Antecedentes

El prospecto San José está situado a 50 km al sureste de Chillán en el extremo norte del área del proyecto IIG-MMAJ.

El prospecto consiste en mineralización de cobre y molibdeno, diseminada y en vetillas, que se aloja en una granodiorita de edad Cretácico Superior-Terciario Inferior.

La exploración del prospecto se inició en 1968 por una compañía privada (International Telephone and Telegraph Geophysical Incorporated). Posteriormente en 1969 se efectuó un levantamiento geológico con geoquímica y un sondaje de 40 m de profundida, pero la perforación fue suspendida por problemas técnicos. En los siguientes 7 años no se efectuaron nuevos trabajos geológicos.

En 1976 se proyectó reiniciar los estudios y en 1977 se realiza una primera visita preliminar como parte del proyecto IIG-MMAJ., de acuerdo a lo cual, se recomendó un estudio de detalle que abarcará el prospecto y áreas adyacentes.

En 1978 (Fase I) se efectúa el levantamiento geológico y geoquímico de un área de 600 km², concluyéndose que el prospecto está situado en el margen occidental de un batolito granodiorítico y que la parte central del prospecto está cubierta por lavas de la formación Cola de Zorro. De acuerdo a observaciones de superficie, la mineralización del prospecto es muy débil y la alteración consiste principalmente en cloritización, epidotización y carbonatización; la alteración fílica es débil y no existe alteración potásica.

En consideración a lo anterior se concluyó que el área corresponde a una zona propilitizada, por lo cual hay posibilidades de que a mayor profundidad se encuentre el centro de la mineralización, por consiguiente se recomendó efectuar un estudio geofísico.

En Marzo de 1979 el IIG realizó exploración geofísica (método de polarización inducida) en el área comprendida entre los esteros San Juanito y San José, que es donde se ubicaría el centro de la mineralización, no detectándose anomalías de importancia.

En 1980 se realizan sondeos y la descripción de éstos, como asimismo, una explicación global del prospecto es el motivo de los siguientes capítulos.

Capítulo 2 Geografía

2.1 Ubicación

El prospecto San José está situado a 50 km al sureste de la ciudad de Chillán, en el cuadrángulo Recinto a escala 1:50.000. Los afloramientos principales se encuentran en los márgenes de los esteros San José y San Juanito, ambos afluentes del río Chillán. Administrativamente, está ubicado en la comuna de Pinto, provincia de Ñuble, VIII Región.

2.2 Topografía

El prospecto se encuentra en la pre-cordillera andina y su topografía es relativamente suave. Los márgenes de los esteros San José y San Juanito son abruptos, pero entre ambos esteros las cuchillas son suaves. Las alturas de la zona no son altas, con cotas de 700 a 1.000 m s.n.m.

2.3 Clima y vegetación

El clima de esta zona corresponde a un clima de transición entre el clima de la cordillera andina y el del valle central. En los meses de diciembre a marzo es templado y poco lluvioso; de junio a septiembre es lluvioso; en julio se producen las mayores precipitaciones (200 mm) y en enero son muy escasas (10 mm).

Las temperaturas fluctúan entre un promedio de 25°C en verano a temperaturas frecuentemente bajo 0°C en invierno. En ocasiones cae nieve en el área del prospecto.

Los esteros San José y San Juanito poseen cauce perenne, aumentando notoriamente sobre todo en la época de invierno.

La vegetación del área es abundante y está representada por *Nothofagus obliqua* (roble); *Nothofagus dombeyi* (coihue); *Persea lingue* (lingue); *Lomatia ferrugia* (romerillo) y *Lithraea caustica* (litre). Entre las especies arbóreas se desarrollan comunidades de *Aristotelia chilensis* (maqui).

2.4 Acceso

Para llegar al prospecto se recorre el siguiente camino desde Chillán: Chillán - Pinto por camino pavimentado que se recorre en 25 min. en vehículo (32 km). De Pinto a la bifurcación que sigue por la orilla sur del río Chillán, por camino pavimentado son 15 min. en vehículo (5 km). Desde la bifurcación al prospecto San José son 40 min. en vehículo por camino sin pavimentar (17 km).

Desde la bifurcación al prospecto se requiere de vehículo de doble tracción; la parte final de este tramo se torna intransitable por efecto de las lluvias, por consiguiente para transportar la maquinaria de los sondeos se requiere de un helicóptero.

2.5 Recursos humanos

Las ciudades más cercanas al prospecto son Chillán(110.000 hab.) y Pinto (2.000 hab.); en los alrededores del prospecto mismo la población es muy escasa, dedicándose a la ganadería en pequeña escala.

II-2 EXPLORACION MEDIANTE SONDAJES

Capítulo 1 Generalidades

1.1 Objetivo del trabajo

Como se mencionó en el capítulo 1 de la parte II-1, de acuerdo a observaciones de superficie, el prospecto estaría en una zona de alteración propilítica dentro del esquema de zonación de la alteración hidrotermal. El centro de la mineralización se ubicaría a mayor profundidad, en consideración de lo cual, se recomendó la perforación mediante sondajes para reconocer las partes más profundas del prospecto.

1.2 Elección de la ubicación de los sondajes

El prospecto San José se presenta elongado en dirección NNE-SSW. El extremo norte del prospecto está ubicado cerca del estero San Juanito y su extremo sur estaría situado entre el estero San José y el río Chillán.

El centro de la mineralización posiblemente estaría a 500 m al norte del estero San José, por consiguiente se programaron 2 sondajes con el objeto de reconocer el supuesto centro; ambos sondajes están a 470 m de distancia.

El sondaje 1 está ubicado sobre lavas andesíticas de la formación Cola de Zorro, que son post-mineralización y que poseen un espesor aproximado de 150 m, por lo cual, el sondaje se programó vertical y de 300 m de profundidad.

El sondaje 2 está situado en la roca huésped de la mineralización (intrusivo granodiorítico); es vertical y de 300 m de profundidad.

Capítulo 2 Trabajo de perforación

2.1 Generalidades

El trabajo de perforación se inició el 16 de Marzo de 1980 y terminó el 24 de Junio de 1980. Se realizaron 3 sondajes con un total de 607,80 m perforados.

En el trabajo participaron 3 técnicos japoneses, 2 chilenos, además de 12 ayudantes se contrataron en el área del prospecto. Para el trabajo de perforación el personal se dividió en 3 grupos, trabajando en una máquina sondeadora, con 3 turnos principalmente cada una.

Con los antecedentes obtenidos este año, se realizó una interpretación global del prospecto, lo cual se explica en la parte II-3, por consiguiente en este capítulo sólo se mencionará la parte referente a la perforación misma.

2.2 Método de perforación y maquinaria usada

Para la perforación se usó el sistema wire-line con coronas NQ y BQ, además se utilizó bentonita para revestir las paredes de los pozos, ya que se presumía que las rocas a perforar corresponderían a lavas andesíticas fracturadas y granodiorita alterada.

En los pozos de sondajes S-1 y S-1A se perdió perfectamente agua por fractura, por consiguiente lodo de perforación resultó inútil, por lo cual se usó revestimientos NX y BX con método de cementación.

El pozo de sondaje S-2 logró terminar el trabajo propuesto sin problemas utilizando lodo de perforación con bentonita y libonita.

Las características de la maquinaria de perforación usada y los insumos empleados se indican en el Apéndice 1, Tables 8 y 9.

2.3 Preparación

Un técnico japonés llegó a Santiago el 17 de Marzo, y dirigió a San José el 22 de Marzo después de las compras de diversos materiales y preparación del transporte de la maquinaria. Dos técnicos japoneses llegaron a Santiago el 24 de Marzo y el día siguiente dirigieron a San José y participaron a el trabajo de instalación.

La máquina perforadora se trasladó a San José en un grande camión (aproximadamente 20 toneladas) y dos camionetas de una tonelada.

El agua para los sondajes S-1 y S-1A se captó de arroyo que está ubicado 50 m abajo de las plataformas, con bomba de modelo MG-15h de fábrica "Koken" y con mangueras de polietileno de 800-1.000 m de largo y de 1 pulgada de diámetro.

El trabajo de preparación en detalle se indica en el Apéndice 1, Tabla 10.

2.4 Traslado de equipo entre plataformas

El traslado de equipo entre sondajes S-1 y S-1A en que tiene 90 m de distancia se alcanzó terminar dentro de un día con dos camionetas y con diversas gentes.

El traslado de equipo entre sondajes S-1A y S-2 se fue planificado al principio en vehiculo. Debido a lo cual se hicieron los caminos nuevos y los puentes, pero ellos se rompieron por la temporal muy fuerte, por consiguiente

se trasladó el equipo en Helicóptero que pertenece a Helicópteros Andes S.A. y su modelo es 500-D de año 1979 con turbina de 420 Hp, por lo cual no demoraron más de un día. Los traslados se indican en Apéndice 1, Tabla 10.

2.5 Trabajos de desmantelamiento

Finalizado el sondaje S-2 se procedió a desarmar la maquinaria y torre de sondaje, trasladándose los equipos en Helicóptero, lo mismo mencionado anteriormente al lugar en que serían cargados en camiones. Posteriormente se procedió a la limpieza y mantenimiento de las piezas, quedando todo finalizado el trabajo de terreno el 24 de Junio.

2.6 Trabajo de perforación

El trabajo de perforación de cada sondaje fue el siguiente:

Sondaje S-1:

Se perforó hasta 4,10 m con zapata de escariador "HX", atravesando suelo sin agua, debido a frecuentes desmoronamientos de los paredes del pozo se empleó revestimiento HX. Después se perforó hasta 7,90 m, en que se alcanzó la roca con corona simple HX. Luego se continuó a perforar hasta 21,10 m con la misma mencionada arriba y debía colocar revestimiento NX, debido a frecuentes desmoronamientos de las paredes del pozo. Después se perforó hasta 119 m con equipo de NQ wire-line, atravesando andesita que posee fracturas sub horizontales (ver a PL. II-2-2), además fue perfectamente la escape de agua por las fracturas, lo que ocasiona desmoronamientos en el pozo con el consecuente peligro de que las barras queden aprisionadas. Para proteger del pozo se empleó cementación, pero resultaron

inútil la cementación por las fracturas demasiadas, por consiguiente se empleó revestimiento BX hasta 119 m.

Luego se perforó con equipo BQ wire-line hasta 180,70 m en que debía suspenderse por la causa de desmoronamientos de las paredes y de vibración de las barras por pérdida de agua.

Además se interrumpió frecuentement el trabajo de perforación por las condiciones climaticas adversas que no se presentaban desde hacía aproximadamente 10 años, por consiguiente han transcurrido 27 dias, durante los cuales se llegó a 180 m en el sondaje S-1 y resultaron 6,69 m de avance de perforación por día.

Sondaje S-1A:

En consideración a los problemas que se produjeron en la perforación del sondaje S-1, y para evitar que en otros sondajes ocurriera algo similar, se planificó perforar el sondaje S-1A introduciendo brocas de menor diámetro a medida que se profundizaba y a la vez, cementando el pozo. Así, el sondaje comenzaría con corona NX hasta donde se pudiera, para seguir con corona BX en zonas de malas condiciones geológicas (entre 150 y 200 m donde existe el contacto entre las lavas y al intrusivo que infrayace a éstas) y finalmente terminar perforando en el intrusivo BQ wire-line.

Lo anterior falló en los primeros 20 m, ya que se empezó a perforar con corona de 97 mm de diámetro para poner revestimiento NX, pero el agua no se pudo recuperar del todo, no sirviendo el sistema con lodo de perforación; además de lo anterior, el sondaje mostró desde la superficie una andesita relativamente blanda con vesículas

con óxidos de hierro que se presenta cada 10 cm alternando con andesitas duras, lo que ocasiona desmoronamientos en el pozo con el consecuente peligro de que las barras queden aprisionadas, no pudiendo ser recuperadas.

En consideración a estos problemas se perforó hasta 27,10 m con corona simple HX, no siendo posible alcanzar una mayor profundidad; para solucionar este problema se introdujo cemento con telstop pero éste escapó por fracturas, luego se perforó con NQWL hasta llegar a 126,10 m, que fue la profundidad en que se detuvo el sondaje, lo cual demoró un total de 26 días y resultó 4,85 m de avance de la perforación por día.

Desde el punto de vista geológico, el sondaje S-1A presenta hasta 39,80 m alternancia de lavas duras y blandas sigue después una andesita con muchas fracturas subhorizontales de ancho 2 a 10 cm que se extiende hasta 63 m, y desde esta profundidad hasta los 126,10 m se observó una toba andesítica con abundante vidrio y una toba de lápilli poco consolidada. Todas estas rocas se desmoronan fácilmente y el agua del sondaje no se recupera, provocando vibraciones en el tubo de perforación debido a que se trabaja en una condición seca; lo anterior produce derrumbes, apertándose la tubería y la máquina no funciona, entonces se optó por sacar la tubería y ésta no se puede volver a introducir ya que el pozo se cierra.

En el sector de alternancia de lavas duras, y blandas se introdujo además corona BX y luego corona BQWL pero sacar fragmentos de lava dura que existían en BX, lo que permitió llegar a 126,10 m; de esta forma a medida que se perforada se iba cementando, lo que atrasó la perforación. Además, como se estaban cortando lavas modernas del Cuaternario, las fracturas están abiertas, por consiguiente el cemento

y el agua escapan por ellas, lo que incide en un alto consumo de cemento. Cabe agregar también que a los 110,60 m apareció una toba de lápilli poco consolidada, de modo que los fragmentos caen entre la tubería y el pozo apretando las barras.

Sondaje S-2:

El sondaje que se ubica 387 m suroeste del sondaje S-1A alcanzó a llegar a la roca de huésped del prospecto San José con 6,10 m de profundidad desde superficie. En esta profundidad se empleó revestimientos NX y luego se perforó hasta 124,30 m con corona NQ y equipo NQ wire-line, atravesando granodiorita propilitizada media, y se empleó revestimiento BX en esta profundidad. Luego se continuó perforando con corona BQ, usando bentonita y libonita, y alcanzándose los 301 m de profundidad que se planificaba.

Las zonas de falla con arcilla que cruzó el pozo se solucionaron usando adecuado lodo de perforación con libonita y bentonita. Además se recuperó casi perfectamente la agua de circulación.

Después de los 124 m de profundidad el pozo cruzó granodiorita dura, lo cual produjo fuerte desgaste de coronas.

El consumo de componentes del lodo de perforación en el sondaje S-2 fue:

Bentonita	550 kg	1,83 kg/m
Ribonita	60 kg	0,2 kg/m
C.M.C	4 kg	0,01 kg/m

2.7 Resultado del trabajo

2.7.1 Resultados de la perforación

El rendimiento promedio de cada turno con tres sondajes fue 5,79 m incluyendo revestimiento, cementación, etc. En el Apéndice 1, Tabla 11 se indica el rendimiento de los turnos.

Solamente en perforación el rendimiento fue de 9,07 m promedio por turno. Y en perforación el rendimiento de cada sondaje es lo siguiente: S-1 con 6,69 m promedio por turno, S-1A con 6,31 m y S-2 con 15,05 m.

2.7.2 Recuperación de testigos

La recuperación de testigos de todos los sondajes, exceptuando suelo, fue de 86,6%, como se indica en el Apéndice 1, Tabla 11. Las recuperaciones de los sondajes S-1 y S-1A resultaron mala con 75,7% en el primer y con 73,1% en el último por abundantes fracturas, desmoronamientos del pozo y escape perfecta de agua. La recuperación del sondaje S-2 fue de 98,5% con la condición buena del pozo.

2.7.3 Resultados globales de la perforación

En las Tablas 13, 14 y 15 del Apéndice 1 se mencionan datos estadísticos de la perforación. En las Tablas 16 y 17 del Apéndice 1 se indican las coronas empleadas. En las Tablas 18, 19 y 20 se presenta el grado de avance de las perforaciones.

Capítulo 3 Descripción de los sondajes

3.1 Sondaje S-1 (Ver Tabla II-2-1)

La ubicación del sondaje 1 se indica en el PL. II-2-1. El sondaje está situado en el centro de la cuchilla entre los esteros San José y San Juanito, su altura es de 910 m s.n.m.

El sondaje desde la superficie hasta su base en profundidad presenta andesitas basálticas de la formación Cola de zorro, con excepción de suelo (0-6,60 m) y gravas (6,60-7,90 m).

De acuerdo a niveles vesiculares en las lavas se han reconocido 4 coladas, las que en adelante denominaremos desde la superficie hacia abajo como colada A-1, A-2, A-3 y A-4, considerando el nivel de vesículas como el techo de cada colada.

Lava A-1

Esta lava aparece en el sondaje 1 desde 7,90 a 68,90 m de profundidad.

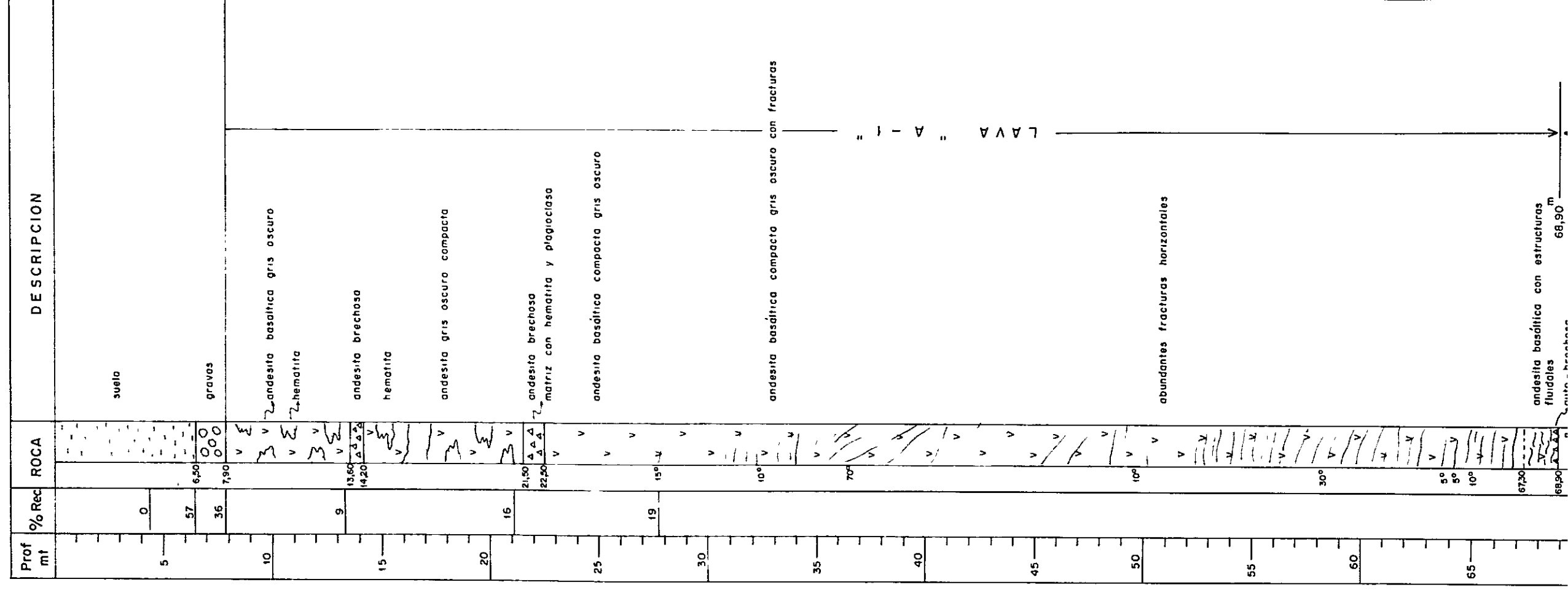
La parte superior de esta colada (hasta 22,50 m de profundidad) es brechosa. Los clastos corresponden a andesitas de color gris oscuro y compactos. La matriz está constituida por hematita y plagioclasa. Desde el centro de la colada (22,50 m de profundidad) hacia abajo corresponde a una andesita basáltica afanítica, de color gris oscuro y dura; posee abundantes fracturas con inclinación principal entre 10°-30° y en partes 70°-80°.

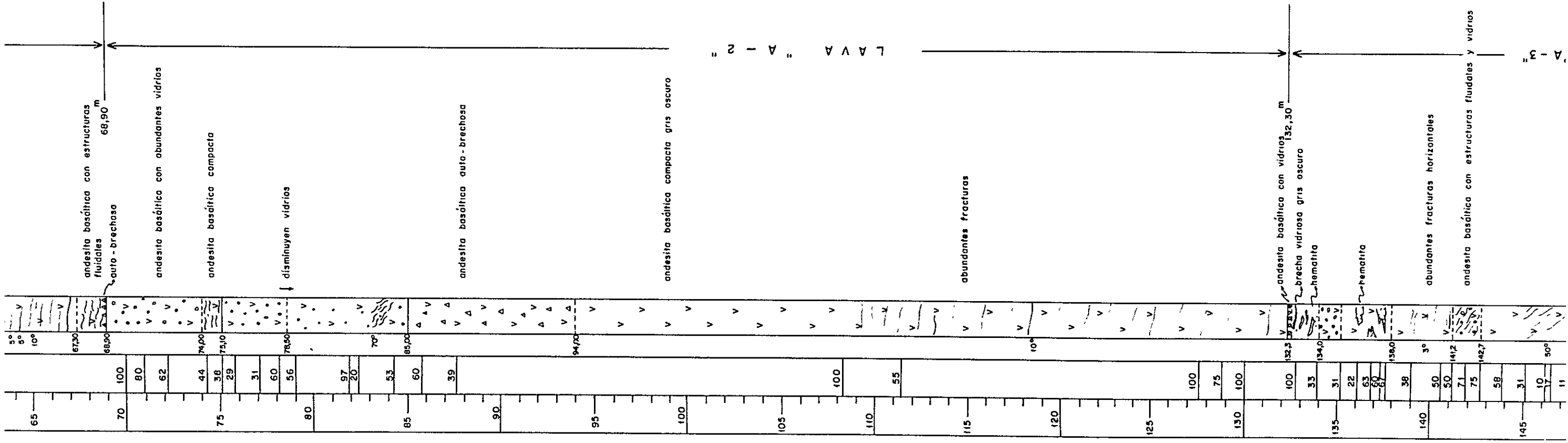
En la base de la colada A-1 se observa abundante estructura de flujo dispuesta en forma subhorizontal, además en algunos sectores se presenta una autobrecha.

Tabla II-2-1

DESCRIPCION GEOLOGICA DEL SONDAJE S-1
DEL PROSPECTO SAN JOSE

SONDAJE S-1 INICIADO 25-III-1980
TESTIGO HX,NX,NQ WL,BQ WL TERMINADO 3-V-1980
COORDEN COLLAR N° 922 797 INCLINACION -90°
ELEVACION COLLAR E 267 684 ESCALA 1:200
LONGITUD 180,70 m





"A-3"

Al microscopio una muestra del centro de la colada A-1 posee textura porfírica. Los fenocristales corresponden a plagioclasa (andesina) subhedrales, maclados, zonados, de tamaño máximo 1,35 mm; piroxino subhedral de tamaño máximo 0,45 mm y olivino subhedral de tamaño máximo 0,75 mm. La masa fundamental tiene textura intergranular, en parte fluidal con cristales de plagioclasa, piroxeno y minerales opacos.

La colada A-1 no posee vesículas, por lo cual se considera que la superficie de ésta fué erosionada, por consiguiente sólo se conoce el espesor aparente de la colada, que es de 67 m. (Se supone que las coladas son subhorizontales, por lo tanto, este espesor sería muy cercano al espesor real).

Lava A-2

La colada A-2 aparece en el sondaje 1 desde 68,90-132,30 m de profundidad (Espesor : 63 m).

Desde el techo de A-2 se observa una lava vesicular de 16 m de espesor; las vesículas van disminuyendo hacia abajo en este tramo y poseen amígdalas de plagioclasa y vidrio.

Bajo la parte vesicular existe una zona autobrechosa de 9 m de potencia; los clastos de la brecha poseen forma irregular. Finalmente, la parte basal de la colada se presenta compacta, dura y de color gris oscuro, con fracturas subhorizontales de 10° de inclinación.

La colada A-2 posee cristales de feldespatos y aspecto más granular que la colada A-1.

Al microscopio, esta colada posee textura porfírica con fenocristales de plagioclasa, subhedrales, maclados y de tamaño máximo 1,05 mm; piroxeno subhedral de tamaño máximo 0,33 mm y olivino subhedral. La masa fundamental posee

textura alotriomorfa granular con plagioclasa con inclusiones de vidrio, piroxeno y minerales opacos.

Lava A-3

La colada A-3 se presenta entre los metros 132,30 y 162 del sondaje 1, con un espesor de 30 m.

Desde el techo de A-3 hasta 10 m de profundidad se observa un sector con abundante vidrio volcánico, fracturado y compacto. También, hay partes brechosas con clastos de forma irregular que poseen abundante vidrio; los clastos están cementados por hematita.

Bajo el sector con vidrio volcánico, aparece una zona compacta de 3,2 m de espesor, que posee abundantes fracturas subhorizontales. Sigue después otro sector con abundante vidrio volcánico de 1,5 m de potencia.

Bajo lo anterior y hasta los 158,20 m de profundidad aparece nuevamente roca compacta en parte granular, de color gris oscura, con abundante estructura de flujo de inclinación 50° - 60° en la parte superior y del orden de 20° en la parte inferior.

De 158,20 a 162 m (aproximadamente 4 m de espesor) se observa una parte brechosa y algunos clastos corresponden a granodiorita. Los mayores clastos de granodiorita poseen 0,90 m de diámetro; la plagioclasa de éstos está débilmente cloritizada, argilizada y biotitizada; sus minerales máficos (biotita) están muy cloritizados. Los clastos de granodiorita poseen además vetillas de calcita, limonita y epidota de 3 mm de potencia.

Lava A-4

Esta lava se presenta desde 162 a 180,70 m (base del son-
daje 1). Este sondaje no alcanzó la parte basal de la
colada A-4, por lo cual se desconoce su espesor total
(19 m + α).

La parte superior de la colada (1,20 m de espesor) posee
abundante vidrio volcánico y el resto se presenta muy
compacto, de color gris-cafesoso y de grano grueso. La
parte inferior también posee abundante estructura fluidal,
con inclinación del orden de 60° entre 170-175 m. de pro-
fundidad; sobre y bajo esta profundidad la inclinación es
aproximadamente de 20°-30°. En la estructura fluidal se
observan vidrios muy lenticulares.

Al microscopio, una muestra recolectada de la parte con
abundante vidrio volcánico, muestra más minerales máficos
que los de las otras coladas, por lo cual corresponde a
un tipo de basalto. La roca tiene textura porfírica con
fenocristales de plagioclasa subhedral, maclada y zonada
de tamaño máximo 2,10 mm; piroxeno subhedral (clinopiroxeno)
de tamaño máximo 1,50 mm y olivino subhedral alterado a
idingsita en partes con tamaño máximo 2,10 mm. La masa
fundamental tiene textura intergranular con cristales de
plagioclasa, piroxeno, olivino y minerales opacos.

De acuerdo a lo mencionado, en este sondaje se presentan
4 coladas, ninguna de las cuales está mineralizada ni
alterada.

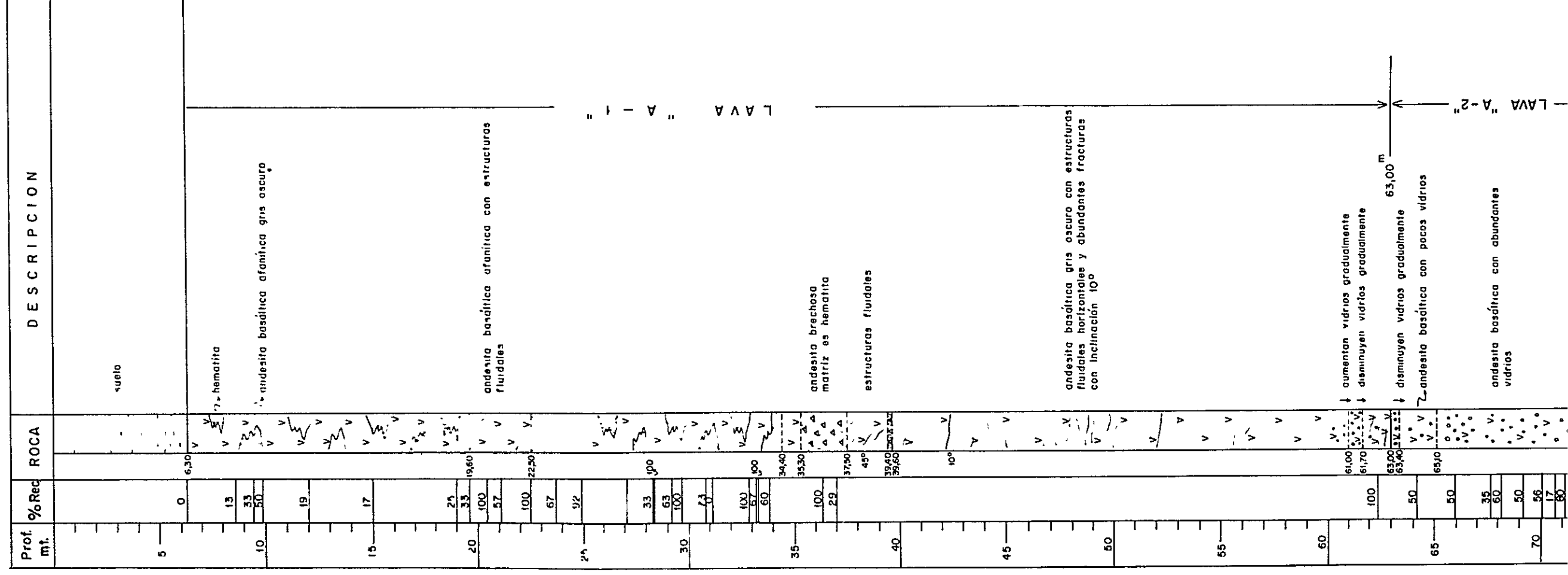
3.2 Sondaje S-1A (Ver Tabla II-2-2)

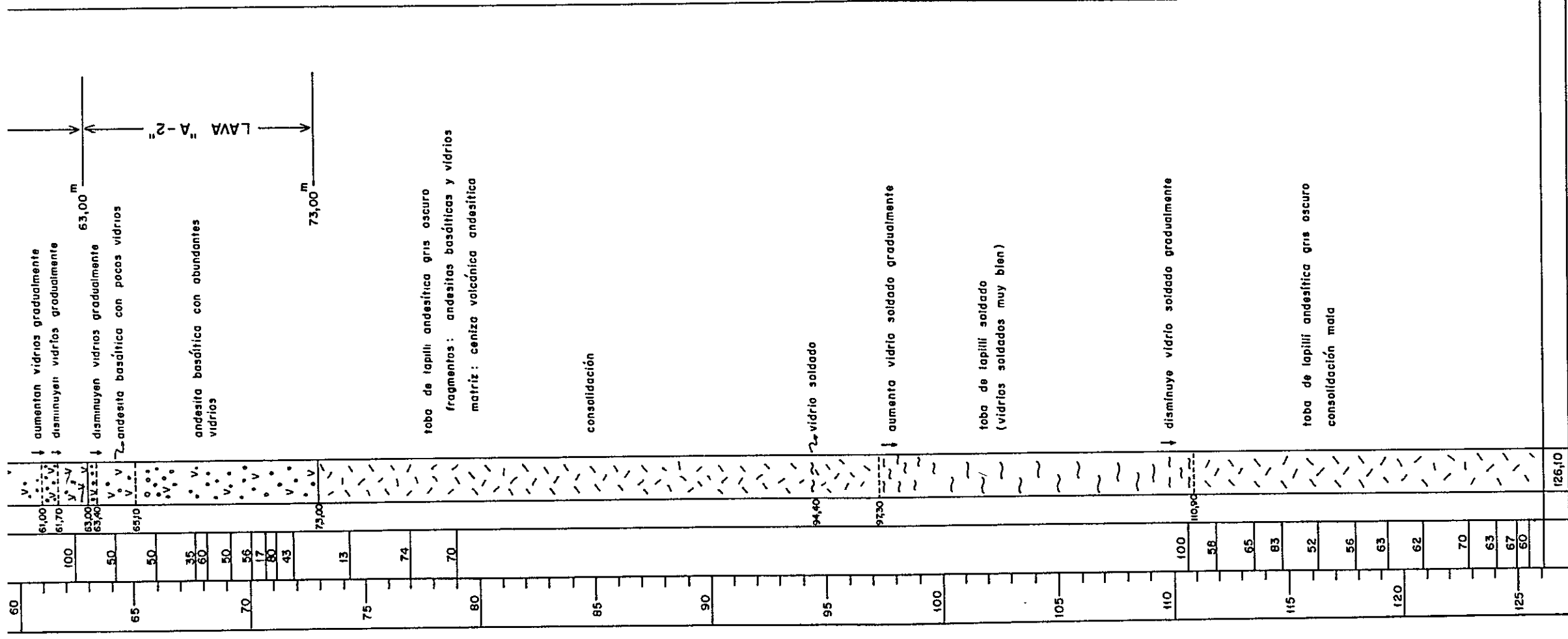
La ubicación del sondaje S-1A se indica en el PL.III-1.
Se sitúa a 90 m al suroeste del sondaje S-1 y a una cota
de 910 m s.n.m. Este sondaje desde la superficie hasta
6,30 m presenta gravas, después siguen lavas andesíticas

Tabla II-2-2

DESCRIPCION GEOLOGICA DEL SONDAJE S-1A
DEL PROSPECTO SAN JOSE

SONDAJE S-1A INICIADO 9-V-1980
 TESTIGO HX, NX, NO WL, 90 WL TERMINADO 6-V-1980
 COORDEN COLLAR E 267.750 INCLINACION -90°
 ELEVACION COLLAR 910 m ESCALA 1:200
 LONGITUD 126,10 m





•

de la formación Cola de Zorro hasta 73 m de profundidad; finalmente, hasta la base del sondaje (126,10 m) existen rocas piroclásticas andesíticas.

Las lavas andesíticas de la formación Cola de Zorro se dividen en dos coladas: la colada superior correspondería a la colada A-1 del sondaje S-1 y la colada inferior tendría su equivalente litológico en la parte con vidrio volcánico de la colada A-2 del mismo sondaje.

Lava A-1

Esta lava no posee una parte con vidrio volcánico como ocurre con la lava A-1 del sondaje S-1. Su espesor es 63 m + α .

Las rocas son muy similares a las de la lava A-1 del sondaje S-1. Hasta 37,5 m existe una lava brechosa, cuya matriz posee abundante hematita, la cual posee un espesor de 15 m más que en el sondaje S-1. Más en profundidad se presenta una lava afanítica, de 24 m de espesor, con estructura de flujo de 10° de inclinación aproximadamente, con abundantes fracturas subhorizontales que corresponde a una andesita basáltica. Cerca de la base de la colada A-1 existe un sector con vidrio volcánico de 0,70 m de espesor, (61-61,70 m) en que la cantidad de vidrio aumenta progresivamente en profundidad; posteriormente, aparece otro sector de lavas compactas con estructura de flujo y fracturas sub-horizontales. Finalmente, existen aproximadamente 10 m con vidrio volcánico que equivaldría a la parte superior de la colada A-2 del sondaje S-1.

Lava A-2

Esta colada está representada por 10 m aproximados de una lava con vidrio volcánico; además, no existe una parte compacta ni brechosa como en la lava A-2 del sondaje S-1.

En profundidad, bajo los 10 m antes mencionados se observa una toba de lápilli.

Rocas piroclásticas andesíticas.

Estas rocas infrayacen a la colada A-2 y aparecen hasta la base del sondaje, con un espesor, de 53,10 m + α .

La roca corresponde a una toba de lápilli andesítica, de color gris oscuro, mal consolidada, mal estratificada, sin gradación y con mala selección. Los clastos corresponden a vidrio y andesita. La matriz está formada por ceniza volcánica con fragmentos de andesita basáltica, plagioclasa, piroxeno y vidrio.

En parte central de este tramo del sondaje S-1A (94,40-110,90 m), los vidrios están soldados, con inclinación subhorizontal en sectores en que el soldamiento es mayor, los vidrios alcanzan un tamaño de 5 cm de largo por 0,5 cm de ancho. Los restantes sectores de la toba no poseen soldamiento, sin embargo, el contacto de las partes soldadas y no soldadas es gradual. El soldamiento sería producto de fuertes presiones, acompañadas de altas temperaturas.

Todas las rocas del sondaje S-1A no se presentan mineralizadas ni alteradas hidrotermalmente.

3.3 Sondaje S-2 (Ver Tabla II-2-3)

La ubicación de este sondaje se indica en el PL. III-1. El sondaje S-2 está situado a 387 m al suroeste del sondaje S-1A, en la ribera norte del estero San José y a una altura de 688 m s.n.m.

Tabla II-2-3 DESCRIPCION GEOLOGICA DEL SONDAJE S-2 DEL PROSPECTO SAN JOSE

SONDAJE S-2 COORDEN COLLAR N 5,922,421 LONGITUD 301,00m INICIADO 8-VI-1980 INCLINACION -90°
 TESTIGO HX, NX, NO WL, ELEVACION COLLAR 688 m TERMINADO 17-VI - 1980
 BQ WL

Prof mt	%Rec	CONTENIDO			ROCA	DESCRIPCION	ALT HIDROTHERMAL				MINERAL			OBSERVACIONES	
		Cu (%)	Mo (ppm)	S (%)			Fe (%)	Serie	Clor	Epid	Carb	Arg	Py		CuN
1	17														
2	67														
3	50														
4															
5															
6	32														
7		0.10	<1	0.008	2.80	g,lo									
8	36	0.09	<1	0.008	2.80										
9		0.12	<1	0.002	3.00										
10		0.10	<1	0.046	3.00	g,lo									
1		0.03	<1	0.016	3.55	g,lo									
2		0.13	<1	0.014	3.50										
3		0.13	<1	0.008	2.95										
4	71	0.07	<1	0.004	2.90										
5		0.13	<1	0.004	3.00										
6	100	0.14	<1	0.002	2.85										
7		0.15	<1	0.002	2.65										
8	50	0.10	<1	<0.001	2.80										
9		0.04	<1	0.002	2.90										
20		0.05	<1	0.002	2.75										
1		0.09	<1	0.004	2.85										
2	100	0.05	<1	0.004	3.30										
3		0.11	<1	0.004	2.95										
4	79	0.05	<1	0.001	2.80										
5		0.14	<1	0.006	4.20										
6	67	0.10	<1	0.004	4.25										
7		0.14	<1	<0.001	3.70										
8		0.06	<1	<0.001	2.95										
9		0.10	<1	0.002	3.25										
30		0.08	<1	<0.001	3.10										
1		0.06	<1	0.004	3.60										
2		0.05	<1	0.006	3.15										
3		0.02	<1	0.004	3.00										
4		0.03	<1	0.012	3.55										
5		0.06	<1	0.002	3.30										
6		0.08	<1	0.005	3.45										
7		0.06	<1	0.004	2.75										
8		0.04	<1	0.004	2.95										
9		0.04	<1	0.004	2.90										
40		0.06	<1	0.004	2.60										
1		0.04	<1	0.004	3.10										
2		0.03	<1	0.002	2.95										
3		0.06	<1	0.002	3.55										
4		0.04	<1	0.002	2.40										
5		0.03	<1	0.002	3.50										
6		0.02	<1	0.003	2.80										
7		0.04	<1	0.008	2.65										
8		0.02	<1	0.002	2.95										
9		0.02	<1	0.006	2.70										
50		0.04	<1	0.006	2.70										
1		0.07	<1	0.004	3.15										
2		0.06	<1	0.008	3.10										
3		0.04	<1	0.006	3.10										
4		0.03	<1	0.006	3.00										
5		0.05	<1	0.004	3.00										
6		0.08	<1	0.006	3.40										
7		0.08	<1	0.010	2.85										
8		0.08	<1	0.016	3.05										
9		0.08	<1	0.020	3.65										
60		0.07	<1	0.008	3.65										
1		0.06	<1	0.019	3.40										
2		0.10	<1	0.024	3.85										
3		0.04	<1	0.008	3.25										
4		0.03	<1	0.010	3.15										
5		0.05	<1	0.010	3.45										
6		0.04	<1	0.008	2.60										
7		0.04	<1	<0.001	2.65										
8		0.04	<1	<0.001	2.65										
9		0.02	<1	0.004	2.65										
70		0.05	<1	0.008	2.90										
1		0.02	<1	0.004	2.65										
2		0.02	<1	0.008	2.95										
3		0.03	<1	0.010	2.80										
4		0.08	<1	0.008	2.50										
5		0.05	<1	0.010	2.60										
6		0.15	<1	0.030	3.25										
7		0.09	<1	0.014	3.00										
8		0.07	<1	0.008	2.55										
9		0.02	<1	0.004	2.75										
80		0.02	<1	0.004	3.25										
1		0.05	<1	0.014	3.35										
2		0.04	<1	0.014	3.25										
3		0.01	<1	0.008	2.95										
4		0.02	<1	0.006	2.80										
5		0.01	<1	0.004	3.00										
6		0.01	<1	<0.001	3.05										
7		0.02	<1	<0.001	2.80										
8		0.05	<1	0.004	3.10										
9		0.05	<1	0.005	2.95										
90		0.06	<1	<0.001	2.75										
1		0.02	<1	0.004	2.60										
2		0.03	<1	0.004	2.85										
3		0.02	<1	0.008	3.55										
4		0.01	<1	0.002	3.45										
5		0.01	<1	0.003	3.10										
6		0.03	<1	0.006	3.60										
7		0.05	<1	0.002	2.70										
8		0.05	<1	0.012	2.90										
9		0.05	<1	0.006	2.65										
100		0.03	<1	0.004	2.45										
1		0.01	<1	0.009	2.50										
2		0.02	<1	0.010	2.55										

Zona de óxidos

3	0.01	<1	0.008	2,95	+	
4	0.02	<1	0.006	2,80	+	
5	0.01	<1	0.004	3,00	+	
6	0.01	<1	<0.001	3,05	+	
7	0.02	<1	<0.001	2,80	+	
8	0.05	<1	0.004	3,10	+	
9	0.05	<1	0.005	2,95	+	
90	0.06	<1	<0.001	2,75	+	
1	0.02	<1	0.004	2,80	+	
2	0.03	<1	0.004	2,85	+	
3	0.02	<1	0.006	3,55	+	
4	0.01	<1	0.002	3,45	+	
5	0.01	<1	0.003	3,10	+	
6	0.03	<1	0.006	3,60	+	
7	0.05	<1	0.002	2,70	+	
8	0.05	<1	0.012	2,90	+	
9	0.05	<1	0.006	2,65	+	
100	0.03	<1	0.004	2,45	+	
1	0.01	<1	0.009	2,50	+	
2	0.02	<1	0.010	2,55	+	
3	0.03	<1	0.008	2,60	+	
4	0.02	<1	0.002	2,80	+	
5	0.03	<1	0.004	2,40	+	
6	0.06	<1	0.012	3,50	+	
7	0.06	<1	0.002	2,25	+	
8	0.05	<1	0.004	2,95	+	
9	0.03	<1	0.010	2,80	+	
110	0.03	<1	0.002	2,95	+	
1	0.02	<1	0.004	3,60	+	
2	0.05	<1	0.020	3,05	+	
3	0.02	<1	0.009	3,10	+	
4	0.02	<1	0.010	3,05	+	
5	0.03	<1	0.022	2,80	+	
6	0.14	<1	0.126	3,80	+	
7	0.04	<1	0.048	3,15	+	
8	0.10	<1	0.098	3,35	+	
9	0.08	<1	0.184	3,03	+	
120	0.05	<1	0.052	3,00	+	
1	0.09	<1	0.072	3,00	+	
2	0.05	<1	0.042	3,00	+	
3	0.63	<1	0.042	3,00	+	
4	0.51	<1	0.036	3,10	+	
5	0.03	<1	0.014	3,00	+	
6	0.04	<1	0.054	3,25	+	
7	0.03	<1	—	2,90	+	
8	0.02	<1	—	3,05	+	
9	0.03	<1	—	3,00	+	
130	0.02	<1	—	3,20	+	
1	0.02	<1	—	2,55	+	
2	0.02	<1	—	2,65	+	
3	0.01	<1	—	2,50	+	
4	0.01	<1	—	2,30	+	
5	0.01	<1	—	2,60	+	
6	0.01	<1	—	2,40	+	
7	0.01	<1	—	2,45	+	
8	0.02	<1	—	2,45	+	
9	0.01	<1	—	2,45	+	
140	0.01	<1	—	2,90	+	
1	0.01	<1	—	3,10	+	
2	0.01	<1	—	2,70	+	
3	0.02	<1	—	2,85	+	
4	0.01	<1	—	2,30	+	
5	0.02	<1	—	2,15	+	
6	0.02	<1	—	2,60	+	
7	0.02	<1	—	2,70	+	
8	0.01	<1	—	2,75	+	
9	0.01	<1	—	2,75	+	
150	0.02	<1	—	2,55	+	
1	0.02	<1	—	3,00	+	
2	0.01	<1	—	2,65	+	
3	0.01	1	—	2,80	+	
4	0.01	<1	—	2,35	+	
5	0.01	<1	—	2,70	+	
6	0.02	<1	—	2,75	+	
7	0.01	<1	—	2,90	+	
8	0.01	<1	—	2,65	+	
9	0.01	<1	—	2,70	+	
160	0.02	6	—	2,70	+	
1	0.01	<1	—	2,90	+	
2	0.06	<1	—	3,60	+	
3	0.09	<1	—	5,85	+	
4	0.05	<1	—	3,55	+	
5	0.01	<1	—	2,60	+	
6	0.04	<1	—	2,65	+	
7	0.02	<1	—	2,45	+	
8	0.07	<1	—	2,30	+	
9	0.02	<1	—	2,35	+	
170	0.07	<1	—	3,10	+	
1	0.04	<1	—	2,90	+	
2	—	—	—	—	+	
3	0.04	<1	—	3,05	+	
4	0.03	<1	—	2,50	+	
5	0.04	<1	—	1,80	+	
6	0.02	<1	—	2,30	+	
7	0.01	<1	—	2,60	+	
8	0.04	<1	—	2,65	+	
9	0.03	<1	—	3,00	+	
180	0.05	<1	—	3,25	+	
1	0.01	1	—	3,05	+	
2	0.03	<1	—	3,05	+	
3	0.03	5	—	2,90	+	
4	0.01	<1	—	3,00	+	
5	0.02	<1	—	3,30	+	
6	0.01	<1	—	2,80	+	
7	0.02	<1	—	2,80	+	
8	0.02	<1	—	2,95	+	
9	0.04	1	—	3,10	+	
190	0.07	1	—	3,25	+	
1	0.07	<1	—	5,30	+	
2	0.16	<1	—	3,75	+	
3	0.04	<1	—	3,30	+	
4	0.01	<1	—	3,05	+	
5	0.02	<1	—	2,95	+	
6	0.04	<1	—	3,10	+	
7	0.04	<1	—	2,80	+	
8	0.04	<1	—	2,85	+	

— dilantita

— zeolita, allantita

— dique apítico (por 2 cm)

— dique apítico (por 3 cm)

— zeolita

— biotita secundaria

— zeolita

— por 0,30 m

— biotita secundaria

— dique apítico

— dique apítico

— dique apítico con ep, por 4,0 cm

— vetilla de epidota con py y cp por 0,3 cm

— mont, zeo, chl, caol, epid

— vetilla de hematita con py

— 90° zona brechosa (por 3 cm)

— ep por 0,3 cm

— cp por 0,4 cm

— cp por 0,2 cm

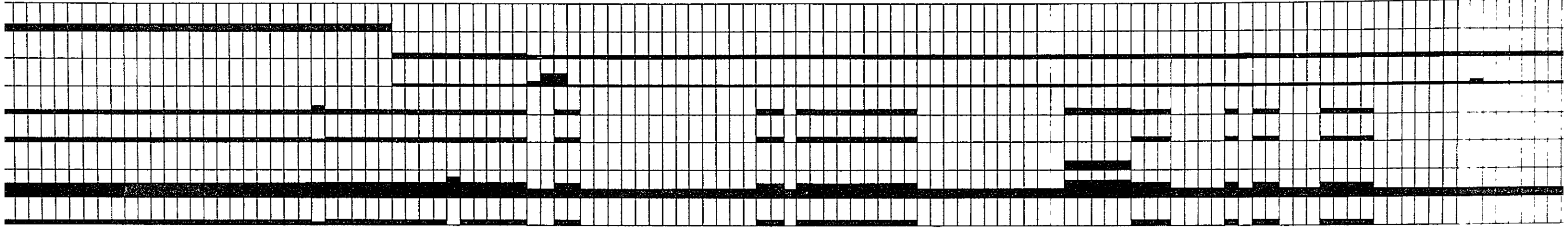
— cp por 0,2 cm

— por 0,3 cm

— vetilla de cal-dal-mont

Zona de óxidos
110,20 m

Zona propilítica débil
121,20 m



3	0,02	<1	-	2,85	+
4	0,01	<1	-	2,30	+
5	0,02	<1	-	2,15	+
6	0,02	<1	-	2,60	+
7	0,02	<1	-	2,70	+
8	0,01	<1	-	2,75	+
9	0,01	<1	-	2,55	+
150	0,02	<1	-	3,00	+
1	0,01	<1	-	2,65	+
2	0,01	<1	-	2,35	+
3	0,01	<1	-	2,70	+
4	0,01	<1	-	2,75	+
5	0,01	<1	-	2,65	+
6	0,04	<1	-	2,65	+
7	0,02	<1	-	2,45	+
8	0,07	<1	-	2,30	+
9	0,02	<1	-	2,35	+
170	0,07	<1	-	3,10	+
1	0,04	<1	-	2,90	+
2	-	-	-	-	-
3	0,04	<1	-	3,05	+
4	0,03	<1	-	2,50	+
5	0,04	<1	-	1,80	+
6	0,02	<1	-	2,30	+
7	0,01	<1	-	2,60	+
8	0,04	<1	-	2,65	+
9	0,03	<1	-	3,00	+
180	0,05	<1	-	3,25	+
1	0,01	<1	-	3,05	+
2	0,03	<1	-	3,05	+
3	0,03	<1	-	2,90	+
4	0,01	<1	-	3,00	+
5	0,02	<1	-	3,30	+
6	0,01	<1	-	2,80	+
7	0,02	<1	-	2,80	+
8	0,02	<1	-	2,95	+
9	0,04	<1	-	3,10	+
190	0,07	<1	-	3,25	+
1	0,07	<1	-	3,30	+
2	0,16	<1	-	3,75	+
3	0,04	<1	-	3,30	+
4	0,01	<1	-	3,05	+
5	0,02	<1	-	2,95	+
6	0,04	<1	-	3,10	+
7	0,04	<1	-	2,80	+
8	0,06	<1	-	2,85	+
9	0,05	<1	-	2,80	+
200	0,02	<1	-	2,90	+
1	0,05	<1	-	2,95	+
2	0,06	<1	-	3,05	+
3	0,06	<1	-	3,65	+
4	0,05	<1	-	2,75	+
5	0,16	<1	-	3,00	+
6	0,05	<1	-	2,90	+
7	0,02	<1	-	2,80	+
8	0,03	<1	-	2,65	+
9	0,04	<1	-	2,70	+
210	0,05	<1	-	2,55	+
1	0,28	<1	-	4,75	+
2	0,04	<1	-	3,00	+
3	0,06	<1	-	2,70	+
4	0,02	<1	-	2,70	+
5	0,02	<1	-	2,90	+
6	0,01	<1	-	2,70	+
7	0,03	<1	-	2,85	+
8	0,01	<1	-	0,062	+
9	0,01	<1	-	0,028	+
220	0,01	<1	-	0,120	+
1	0,03	<1	-	0,64	+
2	0,01	<1	-	0,060	+
3	0,07	<1	-	0,200	+
4	0,03	<1	-	0,144	+
5	0,03	<1	-	0,078	+
6	0,03	<1	-	0,114	+
7	0,02	<1	-	0,130	+
8	0,02	<1	-	0,088	+
9	0,03	<1	-	0,112	+
230	0,06	<1	-	0,292	+
1	0,06	<1	-	0,100	+
2	0,05	<1	-	0,118	+
3	0,02	<1	-	0,098	+
4	0,05	<1	-	0,370	+
5	0,05	<1	-	0,136	+
6	0,08	<1	-	0,278	+
7	0,04	<1	-	2,80	+
8	0,04	<1	-	3,00	+
9	0,04	<1	-	2,70	+
240	0,04	<1	-	2,25	+
1	0,02	<1	-	2,60	+
2	0,02	<1	-	2,50	+
3	0,03	<1	-	2,60	+
4	0,08	<1	-	2,55	+
5	0,02	<1	-	2,90	+
6	0,07	<1	-	2,45	+
7	0,08	<1	-	2,70	+
8	0,03	<1	-	3,05	+
9	0,04	<1	-	2,25	+
250	0,11	<1	-	2,80	+
1	0,04	<1	-	2,60	+
2	0,05	<1	-	2,50	+
3	0,03	<1	-	2,20	+
4	0,02	<1	-	2,35	+
5	0,05	<1	-	2,90	+
6	0,04	<1	-	3,35	+
7	0,06	<1	-	3,20	+
8	0,05	<1	-	2,80	+

dique apilico

dique apilico

dique apilico con cp, pot 40cm

velilla de epidula con py y cp pot 0,3 cm

mont. zoo. chl, coel, epid

velilla de hemafita con py

resaca

por zona brechosa (pot 3cm)

pot 0,5 cm

pot 0,4 cm

pot 0,2 cm

pot 0,3 cm

pot 1,0 cm velilla de col apl-mont

resaca secundaria

pot 1,0 cm velilla de col - sur-mont-en

pot 0,1 cm - resaca

pot 0,1 cm

pot 0,1 cm

phlogopita (*) diseminada

ser, coel, mont, col, cuar

pot 1,5 cm

pot 4,75 cm

pot 1,5 cm velilla de col - mont. cuar - resaca - col

resaca

resaca, brecha secundaria

velilla de py chl pot 0,1 cm

velilla de py, pot 1,0 cm

pot 0,4 cm

velilla de py chl

pot 0,2 cm

pot 0,3 cm

pot 0,5 cm

pot 0,5 cm

2-P cb, pr, mg, hm, sp

2-P pr, cb, sp, marc

3.3.1 Litología

Este sondaje está formado principalmente por granodiorita. Los primeros 6,10 m de espesor corresponden a sedimentos fluviales constituidos por gravas. Aparece también un dique andesítico alterado y dos diques producto de diferenciación magmática (aplita-granito) de 2 a 3 cms de espesor.

La granodiorita es litológicamente homogénea, en sectores presenta facies graníticas (metros 48 y 63), además es de color blanquecino, dura y de grano medio, cuando no está alterada. Su textura es hipidiomorfa granular y los minerales principales son: plagioclasa, feldespato potásico, cuarzo, biotita y hornblenda. Los minerales accesorios son apatita, zircón, esfeno y minerales opacos. En partes alteradas, su color se torna más verdoso.

La plagioclasa generalmente es de contornos subhedrales y la mayoría está alterada a sericita, calcita, arcilla (montmorillonita), epidota prehnita y zeolita. El grado de alteración es variable a lo largo del sondaje. En el punto siguiente, la alteración es explicada en detalle.

El feldespato potásico es escaso, de contorno subhedral, a veces se presenta como micropertita. Los cristales generalmente están frescos y en ocasiones débilmente argilizados.

El cuarzo es anhedral con extinción ondulosa.

La biotita y hornblenda son anhedrales o subhedrales y la mayoría de los cristales están cloritizados.

La granodiorita es la roca huésped de la mineralización del prospecto San José.

El dique de andesita aparece entre los 9,20 y 10,35 m de profundidad, con potencia de 1,15 m, intruyendo a la granodiorita; en algunos sectores es de carácter brechoso. El dique posee color verde oscuro y textura porfírica. Los fenocristales son plagioclasa y minerales máficos. La plagioclasa está alterada a zeolita, calcita y arcillas. Los minerales máficos están alterados completamente a calcita y clorita. La masa fundamental tiene textura subtraquítica y granofírica. Además, se observan amígdalas de cuarzo y calcita. Los minerales accesorios son minerales opacos y apatita.

En el dique existen vetillas de calcita y débil diseminación de pirita.

3.3.2 Alteración hidrotermal

La alteración hidrotermal del sondaje es débil, excepto en las zonas de cizalle en que es más fuerte.

Las principales alteraciones son: cloritización, carbonatización y epidotización. Secundariamente se presentan sericitización, argilización, zeolitización, muscovita, biotita y prehnita.

Comparativamente, la alteración hidrotermal es mayor en la parte superior del sondaje, esto es, sobre 121 m de profundidad. Bajo 121 m, la plagioclasa está alterada en menos de 20-30% y los minerales máficos están alterados en un porcentaje mayor al 50%; en sectores aislados de esta parte del sondaje de espesores 2-5 m, se presenta plagioclasa con alteración mayor al 50%. De lo anterior, se concluye que el grado de alteración sobre 121 m es medio y bajo esta profundidad es débil.

Cloritización

La biotita y hornblenda se presentan alterados a clorita a lo largo de todo el sondaje, aunque, en las zonas de cizalle la alteración es más fuerte. Sobre 121 m de profundidad, la cloritización es más fuerte (más del 70% de los minerales máficos están alterados a clorita). Bajo 121 m (más del 50% de los minerales máficos están alterados a clorita). Además, existen vetillas de clorita en todo el sondaje.

Carbonatización

Esta alteración se observa a lo largo de todo el sondaje, especialmente en los clivajes de las plagioclasas, que se presentan alteradas a calcita. La hornblenda está alterada a calcita parcialmente en un porcentaje inferior a 20%. La calcita también se observa como vetillas con potencias superiores a 1,5 cm. Desde los 193 m de profundidad, aumenta el número de vetillas de calcita con un espaciamiento de 2 a 5 m; en particular, en el tramo de 222 a 245 m, el espaciamiento llega a 20 cm. La inclinación de las vetillas es aproximadamente 45°. Dolomita acompaña a las vetillas de calcita.

Epidotización

La epidotización se presenta a lo largo de todo el sondaje y afecta principalmente a las plagioclasas y parcialmente a la biotita primaria; el grado de alteración es inferior al 10%. Además, existen vetillas de epidota de espesor máximo 30 cm y como promedio varios mms, las cuales son más abundantes en el tramo comprendido entre 138 y 154 m de profundidad.

Sericitización

Las plagioclasas se presentan alteradas a sericita en porcentajes de 5 a 50% a lo largo del sondaje S-2. Sobre 121 m la alteración es del orden del 30% y bajo 121 m es inferior al 20%. No existe zona fílica en el sondaje. También existen pequeñas vetillas de sericita, que se ven sólo al microscopio.

Argilización

Principalmente la plagioclasa y el feldespató potásico están alterados a minerales de arcilla.

Sobre 121 m de profundidad, la argilización es más fuerte que bajo esa profundidad. Macroscópicamente la alteración no se visualiza. El principal mineral de arcilla es la montmorillonita.

En zonas de cizalle y fallas, la textura de la roca está deformada y la argilización se aprecia a la vista; en estas zonas existe principalmente montmorillonita y secundariamente caolín, calcita y zeolita.

Esta alteración posiblemente se produzca debido a fenómenos de meteorización.

Zeolitización

Afecta las plagioclasas y parcialmente a la hornblenda. En zonas de cizalle y fallas es comparativamente más fuerte. Existen pequeñas vetillas de zeolita que sólo se ven al microscopio.

Muscovitización

En sectores la biotita primaria está alterada a muscovita, pero esta alteración es muy local.

Biotitización

Esta alteración se presenta sobre 120 m de profundidad. Parte de la hornblenda está alterada a biotita secundaria levemente. Esta alteración no corresponde a la zona de alteración potásica de los pórfidos cupríferos. También existen vetillas de biotita secundaria que se ven al microscopio.

Prehnitización

Al microscopio se observa que parte de la plagioclasa está alterada a prehnita débilmente.

De acuerdo a lo mencionado antes, las alteraciones hidrotermales a lo largo del sondaje son principalmente clorización, carbonatización y epidotización; además existen vetillas de calcita, epidota y clorita, por lo tanto sobre 121 m de profundidad correspondería a una zona propilitizada media con argilización y sericitización débil. Bajo 121 m correspondería a una zona propilitizada débil.

3.3.3 Mineralización primaria

A lo largo del sondaje se presenta una zona de minerales primarios y una zona de minerales oxidados. Macroscópicamente es fácil visualizar ambas zonas. Sobre 110 m correspondería a la zona oxidada y bajo esta profundidad estaría la zona primaria. La oxidación se explica en el siguiente punto de este capítulo.

La mineralización primaria del sondaje S-2 se presenta desde 110 m de profundidad hasta la base del sondaje (potencia 189 m) y su ley promedio es Cu: 0,05%; Mo: 0,5 ppm; S: 0,684%; de lo que se desprende que la mineralización es débil. Los principales minerales metálicos son pirita y calcopirita, además existe escasa magnetita y muy escasa blenda y marcasita. En los afloramientos del prospecto se observa molibdenita, pero en el sondaje S-2 no se vió macroscopicamente ni al microscopio.

Morfológicamente, la mineralización se presenta diseminada en menor proporción en vetillas que alcanzan un espesor de 1 a 2 mm.

La pirita y la calcopirita pueden observarse en forma macroscópica con facilidad; ambos están casi siempre juntos, pero la pirita es más abundante que la calcopirita. Ambos minerales se presentan generalmente diseminados.

En el caso de las vetillas con mineralización, la ganga está compuesta por cuarzo y clorita. En la zona de óxidos, la pirita y la calcopirita existen en forma escasa, como relictos de minerales oxidados; ambos minerales aumentan comparativamente en las zonas de alteración débil.

Magnetita y blenda se observan sólo al microscopio. Existe poca magnetita en la zona oxidada. La blenda se presenta a lo largo de los planos de crecimiento de la calcopirita y aparece en menor cantidad que magnetita.

Marcasita es muy escasa y se observa al microscopio asociada con calcopirita.

3.3.4 Oxidación

A lo largo del sondaje S-2 se presenta una zona oxidada desde 6,10 a 110,50 m, con un espesor de 104,40 m. El principal mineral corresponde a cobre nativo, que es fácil de observar a la vista. Los minerales primarios son escasos en esta zona.

El cobre nativo se presenta diseminado y en escasas vetillas de 1 mm de espesor. Al microscopio se observa hematita, limonita, calcosina, bornita, cuprita, plata nativa, y martita. Además como minerales primarios existen pirita, calcopirita y magnetita. En los afloramientos existe malaquita, la que no se vió en el sondaje.

La ley promedio de la zona con óxidos es: Cu: 0,06%;
Mo: < 1 ppm y S: 0,006%.

Como se mencionó en 3.3.2, la carbonatización es comparativamente alta, por lo cual, las aguas de carácter meteórico que penetran en esta zona, reaccionan con los sulfuros y conservan un carácter neutral. Como los sulfuros son escasos, no se produjo una zona de enriquecimiento secundario, sino que tan sólo una zona oxidada comparativamente grande.

Debido a la presencia en la zona de óxidos de cobre nativo, plata nativa, cuprita, calcosina, escasa limonita y ausencia de malaquita, puede afirmarse que se trata de una zona de ambiente de Eh relativamente bajo (Garrels, 1960).

II-3 INTERPRETACION GLOBAL DEL PROSPECTO SAN JOSE

Capítulo 1 Geología

La zona adyacente al prospecto San José está constituida por varias unidades geológicas, que de más antiguas a más modernas son: un batolito granodiorítico; rocas sedimentarias-volcánicas de la unidad Pierna Blanca; formación Cola de Zorro y pequeños diques de andesita y pórfido granodiorítico.

1.1 Batolito granodiorítico

Esta unidad se distribuye en forma elongada en dirección norte-sur, situándose el prospecto San José en el margen oeste de este batolito. Litológicamente, el intrusivo varía entre tonalita y granito, siendo generalmente del tipo granodiorita.

La roca posee carácter holocristalino, es de grano medio, con textura hipidiomorfa granular. Los minerales principales son: plagioclasa, feldespato potásico, hornblenda, cuarzo, escasa biotita y minerales opacos. La roca huésped del prospecto San José es muy similar a la que se ha mencionado, pero posee más cantidad de biotita y disminuye el cuarzo.

La edad del batolito, de acuerdo al informe IIG-MMAJ (fase I) es $82,9 \pm 3,8$ m.a. y $85,4 \pm 5,2$ m.a., por lo cual corresponde al Cretácico Superior.

1.2 Rocas de la unidad volcánico-sedimentaria Pierna Blanca

Las rocas de esta unidad se distribuyen al oeste del prospecto. El contacto de esta unidad con el batolito granodiorítico es por falla, por lo cual la relación de edad entre ambas unidades no es del todo clara, pero de acuerdo al informe IIG-MMAJ (Fase I) se encontró

polen en esta unidad, por lo que se le asignó una edad Terciario Inferior, de lo que se desprende que es más joven que el batolito.

Las rocas de esta unidad corresponden a lavas andesíticas, rocas piroclásticas dacíticas y rocas piroclásticas volcánicas.

En el área del prospecto predominan las rocas sedimentarias piroclásticas y que están representadas por conglomerados, areniscas, limolitas tobáceas con restos de carbón, madera petrificada y fósiles de plantas. Estas rocas generalmente están cloritizadas debido a fenómenos diagenéticos y no poseen mineralización. Presentan suaves plegamientos de rumbo NNE-SSW y leve inclinación al sur, pero en las cercanías del batólito la inclinación alcanza a 80°.

1.3 Formación Cola de Zorro

Esta formación se presenta cubriendo gran parte del prospecto San José. Es la formación más joven del área con excepción de los sedimentos del Cuaternario. Además, las partes altas de los cerros del área están formados por coladas de lavas de esta formación en actitud subhorizontal (5°-10° hacia el oeste).

La formación Cola de Zorro esta constituida principalmente por lavas andesíticas de piroxeno, además de intercalaciones de rocas piroclásticas andesíticas. En el área del prospecto esta formación está representada por 4 coladas de lava, las cuales no están alteradas ni mineralizadas.

La formación Cola de Zorro se presenta discordantemente sobre las unidades infrayacentes y según el informe IIG-MMAJ (Fase I) su edad es Plioceno-Plio-Pleistoceno.

1.4 Intrusivos

En el área existen stocks de pórfido granodiorítico y diques de andesita.

Los stocks de porfido granodiorítico están distribuidos en los esteros Pierna Blanca y San José, poseen elongación NNE-SSW y no se presentan en el prospecto San José. Los stocks están débilmente alterados a clorita, sericita y calcita. Estos cuerpos intruyen al batolito granodiorítico, él que posteriormente es cubierto por las lavas de la formación Cola de Zorro por consiguiente la actividad ígnea que generó estos cuerpos puede estar relacionada a las etapas tardías de intrusión que dieron origen al batolito granodiorítico.

Los diques andesíticos están distribuidos en los esteros San Juanito y San José, poseen rumbo N-S a N 10° W con espesores de 0,6 a 15 m. Los diques están generalmente frescos, intruyen a la unidad Pierna Blanca y poseen bastante similitud litológica con las andesitas de la formación Cola de Zorro, por lo cual es posible pensar que estos cuerpos corresponderían a una fase intrusiva de la formación Cola de Zorro.

En el sondaje S-2 existe un pequeño dique andesítico con mineralización y alteración, pero no se cuenta con mayores antecedentes al respecto.

Capítulo 2 Mineralización y alteración

2.1 Mineralización

El prospecto San José está ubicado aguas arriba cerca de la confluencia de los esteros San José y San Juanito, su forma es ovalada, elongada en sentido NNE-SSW.

El prospecto se presenta cubierto en gran parte por coladas de la formación Cola de Zorro, por consiguiente su tamaño puede estimarse en una longitud máxima de 1.300 m + α y un ancho máximo de 700 m. La profundidad cerca del Sondaje S-2 puede estimarse en 300 m + α .

La ley promedio del prospecto es la siguiente:

- Afloramientos del estero San Juanito (parte norte del prospecto) muestreo a lo largo de 50 m: Cu: 0,12%, Mo menor de 10 ppm.
- Afloramientos del estero San José: (parte sur del prospecto) muestreo a lo largo de 111 m: Cu: 0,14%; Mo menor de 7 ppm.
- Sondaje S-2: (parte sur del prospecto) ancho del muestreo 294 m; Cu: 0,05%; Mo: 0,3 ppm; S: 0,442%.

Ley promedio total Cu: 0,08%; Mo: 2 ppm; S: 0,442%
(solo sondaje S-2)

Leyes máximas totales: Cu: 0,63%; Mo: 110 ppm.

(Ver mayor detalle respecto a leyes en el informe IIG-MMAJ de la fase I y en el PL. II-2-4 de descripción de sondaje de este informe).

La mineralización del prospecto se presenta a lo largo del estero San José en forma de diseminación, pero en el estero San Juanito, que corresponde casi al extremo norte

del prospecto, se observa en vetillas. Los minerales primarios son pirita, calcopirita, escasa molibdenita y magnetita y muy escasa blenda.

Las vetillas poseen generalmente cuarzo como ganga, pero las vetillas del sondaje S-2 poseen clorita, aunque en la parte inferior de este sondaje existen vetillas de calcita con muy escasos minerales metálicos.

Los minerales primarios metálicos se observan en la superficie del prospecto y en el sondaje S-2 bajo los 110,50 m de profundidad; sobre esta profundidad los minerales corresponden a óxidos.

La mineralización primaria del prospecto es muy débil, observando los afloramientos, el sondaje S-2 y las leyes indicadas anteriormente. Las fracturas son escasas, no se observa stockwork y también son escasos los minerales de ganga en vetillas.

Los minerales secundarios corresponden a limonita, hematita y malaquita en forma débil en los afloramientos. Malaquita no se presenta en el sondaje S-2. Desde la superficie del sondaje S-2 hasta 110,50 m se observa cobre nativo macroscopicamente y plata nativa, bornita, cuprita, calcosina y martita al microscopio, pero todos en forma muy escasa; por consiguiente, debido a la presencia de minerales secundarios, existe una zona oxidada débil cerca del sondaje S-2. Debido a la existencia de calcosina, habría enriquecimiento secundario, pero éste sería muy débil y no determinaría una zona enriquecida propiamente.

2.2 Alteración hidrotermal

Las alteraciones hidrotermales que se relacionan con la mineralización del prospecto San José son principalmente

cloritización y carbonatización, que débiles y se observan cerca del sondaje S-2. Además, en forma muy débil, existe epidotización, sericitización y muscovitización.

La sericitización se observa en algunas partes de los afloramientos en forma de vetillas de cuarzo-sericita y en el sondaje S-2 las plagioclasas se presentan parcialmente alteradas a sericita.

Biotitización se observa sólo al microscopio.

Las alteraciones hidrotermales que no tienen relación con la mineralización en forma directa son: argilización, zeolitización y prehnitización. Todas son débiles, excepto en zonas de fallas.

Los minerales de arcilla corresponden a montmorillonita y escaso caolín. La argilización se observa con más intensidad en las zonas de fallas, y además las plagioclasas y algunos cristales de feldespato potásico están argilizados.

De acuerdo a observaciones de alteración en superficie y a lo largo del sondaje S-2, el área del prospecto corresponde a una zona propilítica. Desde la superficie hasta los 121m de profundidad del sondaje S-2 corresponde a alteración propilítica media y bajo esa profundidad a alteración propilítica débil.

Capítulo 3 Resumen de resultados geofísicos

En marzo de 1979 se realizó prospección geofísica (Polarización Inducida) en el prospecto San José, lo cual se explicará en el presente capítulo.

Para mayores detalles referentes a este estudio geofísico, ver informe G.F.N° 4/79 (1979) de la Sección Geofísica del IIG.

La exploración geofísica se realizó sobre coladas andesíticas de la formación Cola de Zorro, entre los esteros San Juanito y San José. Se efectuaron 4 perfiles orientados E-W aproximadamente, con un largo total de 4.400 m, la distancia entre perfiles y puntos medidos fue de 100 m y 50 m respectivamente (Ver PL. II-2-1 y Apéndice 4).

El método empleado fue el de Dominio de Frecuencia (Frequency Domain), con una disposición de electrodos dipolo-dipolo. En los perfiles A y B se usó el método de Dominio del Tiempo (Time Domain) con el objeto de corroborar los resultados obtenidos.

El resultado de este trabajo se indica de acuerdo con Apéndice 4.

Entre los puntos 500 y 650 del perfil B y los puntos 950 y 1.150 del perfil D existen débiles anomalías de polarización inducida. La profundidad de la anomalía del perfil B es inferior a 100 m y la del perfil D de aproximadamente 150 m. El valor de la anomalía del perfil B es: efecto de frecuencia: 3,0 a 4,5%; resistividad aproximada: 180 Ω m y factor metálico: 10-20. El valor de la anomalía del perfil D es: efecto de frecuencia: 3,0-4,0%; resistividad: 97-142 Ω m y factor metálico 20-40.

Ambas anomalías no tienen relación entre sí y por lo tanto constituyen anomalías aisladas.

Capítulo 4 Consideraciones

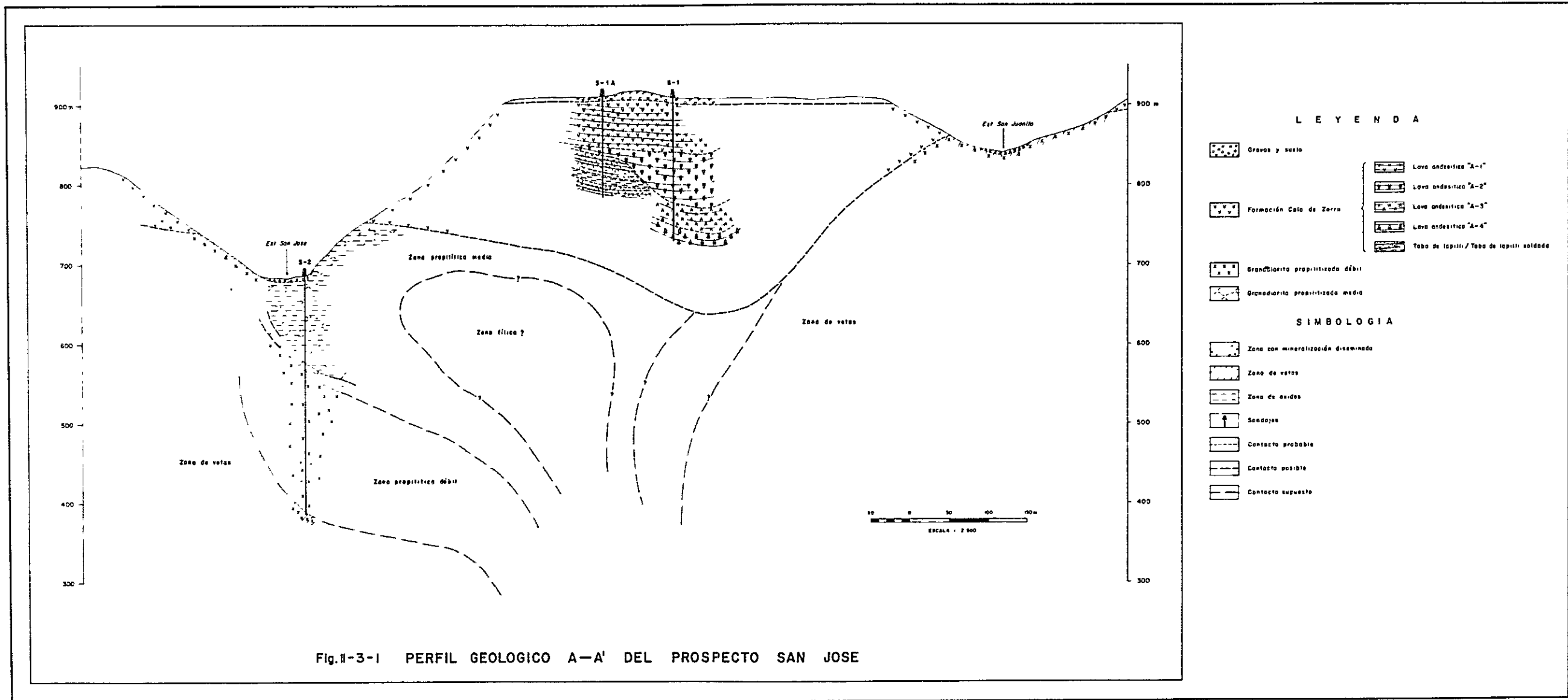
De acuerdo con los resultados y estudios realizados en años anteriores en el prospecto, como asimismo en base a los estudios de los sondajes de este año, se realizó una consideración final. En la Figura III-3-1 se explica una interpretación global referente al prospecto.

4.1 Geología

Las coladas A-1 de la formación Cola de Zorro que se observan en los sondajes S-1 y S-1A son litológicamente equivalentes, pero en el caso de las coladas A-2 se presentan distintos espesores en el sondaje S-1 (63 m) respecto al sondaje S-1A (10 m). Además, las tobas de lápilli que se presentan en el sondaje S-1A, no existen en el sondaje S-1, aunque la inclinación de las coladas de lavas es prácticamente sub-horizontal.

De acuerdo a lo anterior, es posible pensar que luego de la depositación de la toba de lápilli, la actividad volcánica cesó por un tiempo, en el cual la erosión afectó las tobas; a consecuencia de lo anterior, un valle se habría originado en el sector del sondaje S-1. Posteriormente, se restablece la actividad volcánica con la depositación de las coladas A-3 y A-2 que rellenarían el valle; en sectores la colada A-2 se depositaría sobre la toba de lápilli, lo que explicaría que sobre la toba del sondaje S-1A se depositaran 10 m de espesor y sobre el sondaje S-1 se depositaran 63 m.

Sobre lo anterior cabe considerar que la consolidación de las tobas de lápilli es pequeña, por consiguiente es factible la formación de un valle en corto tiempo. Por otra parte, clastos de granodiorita que se observan cerca



de la base de la colada A-3, ésto es, en los niveles basales de la formación Cola de Zorro, contribuirían a apoyar la idea respecto a la generación de un valle en las cercanías del sondaje S-1.

De acuerdo a todo lo anteriormente mencionado es factible pensar que el contacto entre el intrusivo granodiorítico y las coladas de la formación Cola de Zorro sería muy sinuoso.

4.2 Mineralización y alteración

En el sector más exterior del prospecto San José, esto es, en las riberas del estero San José y en las cercanías del estero San Juanito, existen vetillas mineralizadas en áreas con alteración propilítica débil.

Siguiendo hacia la parte más interna del prospecto tenemos una zona con alteración propilítica débil y mineralización diseminada débil y luego una zona con alteración propilítica media y mineralización diseminada, que en parte alta habría sido erosionada.

En el centro de la zona mineralizada, existiría una zona fílica, pero no existen antecedentes geológicos que avalen esta afirmación. Si existiera esta zona, estaría ubicada entre los sondajes S-1A y S-2, y sus dimensiones podrían estimarse en una longitud de 250 m y un ancho proporcional a su largo.

Según lo anterior, podría inferirse que existe una zonación de la alteración y mineralización y la supuesta zona con alteración fílica estaría cubierta; sin embargo, debido a que la propilitización en general es débil y la cantidad de pirita en la zona propilítica también es escasa, se piensa que la mineralización y alteración de la supuesta

zona fílica también sería muy débil. Por otra parte, las fracturas premineralización son muy escasas, lo que contribuye a descartar la idea de la existencia de un posible yacimiento. Además, no se conocen intrusivos relacionados con el proceso de mineralización, aunque existe la posibilidad de que éstos estén cubiertos por otras unidades.

4.3 Resultados geofísicos

Como se mencionó anteriormente, se detectaron dos anomalías de polarización inducida, pero por su posición en profundidad corresponderían a coladas de lava de la formación Cola de Zorro, que son postmineralización. Ambas anomalías están aisladas, por lo cual, no estarían indicando la posible existencia de un yacimiento de sulfuros. Además, aceptando que el contacto entre el intrusivo granodiorítico y la formación Cola de Zorro fuera sinuoso y la anomalías estuvieran en el intrusivo, ellas no reflejarían mineralización de importancia.

Capítulo 5 Conclusiones y recomendaciones

Desde 1976 se realizan estudios en el prospecto San José de parte del IIG y del IIG-MMAJ. En este capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones en base a todos los estudios geológicos realizados en el prospecto.

5.1 Conclusiones

El prospecto San José está situado en el margen suroeste de un batolito granodiorítico de edad Cretácico Superior-Terciario Inferior. La mineralización consiste en cobre principalmente y además molibdeno, la que se presenta de preferencia diseminada y en partes en vetillas.

De acuerdo a los resultados de los estudios geológicos se pensó en la posibilidad de existencia de mineralización de interés bajo la zona de alteración propilítica que aflora en superficie por lo cual se realizó exploración geofísica y 3 sondajes.

La exploración geofísica no detectó anomalías de importancia.

Se realizaron 3 sondajes sobre las coladas de la formación Cola de Zorro, que cubren la roca huésped de la mineralización del prospecto, uno de los cuales se hizo en la zona de alteración propilítica.

La profundidad alcanzada por los sondajes es la siguiente: sondaje S-1: 180,70m; sondaje S-1A: 126,10 m y sondaje S-2: 301 m. Total de metros perforados: 607,80 m.

Los sondajes S-1 y S-1A se detuvieron por problemas técnicos sin lograr alcanzar sus objetivos, pero la información entregada por éstos contribuyó a conocer el espesor de las coladas de la formación Cola de Zorro, que originalmente

se pensaba que eran más potentes (el espesor mayor que se conocería de la formación Cola de Zorro alcanza 250 m desde la superficie). Además, se supone que el contacto entre el intrusivo y la formación Cola de Zorro sería sinuoso.

Del sondaje S-2, que se hizo completamente en roca huésped de la mineralización puede concluirse lo siguiente: hasta 301 m. continua la zona propilítica; desde la superficie hasta 121 m de profundidad existe alteración propilítica media, a mayor profundidad de 121 m se presenta alteración propilítica débil.

La mineralización del sondaje S-2 es muy débil, siendo la ley promedio del sondaje Cu: 0,05%; Mo: 0,3 ppm; y S: 0,442%. También se observa una zona de óxidos, desde la superficie hasta 110 m de profundidad, con cobre nativo principalmente y leyes promedio: Cu: 0,06%; Mo < 1 ppm y S: 0,006%; en esta zona se observó calcosina, por lo que existiría un débil enriquecimiento secundario. Además de 110 m de profundidad existe una zona primaria con diseminación de pirita y calcopirita y leyes promedio Cu: 0,05%; Mo: 0,5 ppm y S: 0,684%.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, cobe la posibilidad que existiera una zona fílica, la que estaría ubicada entre los sondajes S-1A y S-2 y a una profundidad aproximada de 250 m ó más desde la superficie. Si existiera la zona fílica, ésta tendría un largo de aproximadamente 250 m, por consiguiente la dimensión del posible yacimiento económico sería aún de menor tamaño.

Finalmente, considerando que:

- la cantidad de pirita que se observa en la zona propilítica es muy pequeña,
- la alteración propilítica es débil y
- las fracturas premineralización son escasas, se concluye que el prospecto San José constituiría un posible yacimiento económico de tamaño muy pequeño.

5.2 Recomendaciones

Como se mencionó en el punto anterior, el prospecto San José corresponde a una zona con mineralización y alteración débil, aunque existe la posibilidad que existiría una zona con alteración fílica, que estaría cubierta y sería de tamaño muy pequeño.

Para explotar el posible yacimiento económico se necesitaría de gran cantidad de labores para el transporte del mineral, lo cual, debido al supuesto pequeño tonelaje que existiría, no justificaría la preparación de una infraestructura para tal efecto.

En consideración a lo anterior, no se recomienda efectuar nuevos estudios de mayor detalle en el prospecto San José.

PARTE III

EXPLORACION EN EL PROSPECTO GALLETUE

20

21

22

23

24

25

26

27

28

PARTE III EXPLORACION EN EL PROSPECTO GALLETUE

III-1 GENERALIDADES

Capítulo 1 Antecedentes sobre el prospecto galletué

El prospecto Galletué está ubicado al sur del lago Galletué, en la comuna de Lonquimay, provincia de Malleco, IX Región.

El trayecto en vehículo desde Concepción a Galletué es de aproximadamente 7 horas. Su descubrimiento es muy nuevo (año 1973), y tuvo lugar cuando el IIG realizaba trabajos de geología y geoquímica regional en esa zona.

Se trata de un "porphyry copper" con cobre molibdeno y su génesis está relacionada a la intrusión de un pórfido tonalítico de edad Cretácico Superior-Terciario Inferior. El prospecto ha sido estudiado durante 3 años, como parte de los trabajos conjuntos I.I.G.-M.M.A.J.; anteriormente se habían realizado exploraciones por diversos métodos y el año pasado se realizó exploración geofísica y sondajes diamantinos, obteniéndose buenos resultados, con lo que se programó para el trabajo de este año efectuar nuevos sondajes.

El estudio de este prospecto reviste importancia ya que aportará nuevos antecedentes para la exploración de porphyry copper en la zona sur de Chile, como asimismo para estudios de carácter metalogénico.

Capítulo 2 Estudios anteriores realizados en el prospecto Galletué

En forma resumida se explicarán los diversos estudios realizados en el prospecto Galletué.

En 1973:

El I.I.G. realizó un estudio de geoquímica regional en gran parte de las VIII y IX Regiones, detectando valores anómalos de cobre y molibdeno en la parte sur del lago Galletué.

Desde 1973 a 1976:

El I.I.G. efectuó en el área del prospecto, trabajos de geología de detalle, geoquímica de detalle en suelos, magnetometría y exploración geofísica (polarización inducida). Los estudios geoquímicos encontraron anomalías de cobre y molibdeno y la exploración geofísica (I.P.), también detectó una anomalía interesante en el sector sur del prospecto, por lo cual se determinó continuar con los estudios exploratorios.

Desde Octubre de 1977:

Se comenzó el estudio del prospecto como parte de los trabajos conjuntos I.I.G.-M.M.A.J. El año 1977 se realizó geología y geoquímica regional, incluyendo el área del prospecto, a escala 1:50.000 y abarcando una zona de aproximadamente 600 km²; también se efectuó geología y geoquímica de detalle abarcando 26 km² y a escala 1:10.000. Los estudios anteriores confirmaron la presencia de un yacimiento emplazado en un intrusivo de pórfido tonalítico, con cobre y molibdeno, de tipo stockwork y diseminación. La elongación del área mineralizada sería E-W, de forma elipsoidal, pensándose que, la mitad norte de esta elipse se encontraría bajo el relleno cuaternario correspondiente al estero Trufquenilahue, por lo cual se pensó en mayores dimensiones para el probable yacimiento.

En Noviembre de 1978:

De acuerdo a los resultados del año anterior se realizó un estudio geofísico principalmente sobre el relleno cuaternario (28,2 km de perfiles I.P., cubriendo un área de 4,8 km²). Además, se realizaron dos sondajes diamantinos, uno de ellos para conocer una anomalía geoquímica de cobre en suelos y otro, en un área de afloramientos con fuerte alteración fílica (se perforaron en total 301,10 m). De acuerdo a los estudios geofísicos disminuyó la posibilidad de encontrar mineralización bajo el relleno cuaternario, sin embargo, se detectó una anomalía geofísica en el sector este del prospecto.

Como resultado de los estudios anteriores se desprende que la zona más importante del prospecto corresponde al área con alteración fílica (Mo > Cu) que se ubica en la parte central y rodeándola una zona con alteración sericita-clorita (Cu > Mo); según esto, la zona fílica cubriría una superficie de 1.300 m en dirección E-W y 500 m en dirección N-S, y la zona de sericita-clorita, incluyendo la zona fílica, tendría 2.800 m en sentido E-W y 900 m en sentido N-S.

III-2 EXPLORACION MEDIANTE SONDAJES

Capítulo 1 Generalidades

1.1 Objetivo del trabajo

De acuerdo a lo expresado en el Capítulo 2 de la parte III-1, se planificó la exploración con sondajes para este año (fase II) con los siguientes objetivos:

- 1) Conocer la distribución y mineralización de la zona fílica (Mo > Cu).
- 2) Conocer la distribución y mineralización de la zona con alteración sericita-clorita (Cu > Mo), especialmente en el sector este del prospecto en que existe una anomalía P.I.

1.2 Elección de la ubicación de los sondajes.

Se estableció una profundidad de 200 m para los sondajes en consideración a los antecedentes geofísicos y a los resultados de los sondajes del año pasado. Durante el trabajo se paralizó un sondaje (S-6) y fue reubicado con el objeto de obtener información más provechosa. La denominación de los sondajes sigue correlativamente la numeración del año pasado.

Los sondajes fueron ubicados con los siguientes objetivos:

- S-3: Conocer la mineralización y distribución del centro de la zona fílica con cobre y molibdeno.
- S-4: Conocer la mineralización y distribución de la zona con alteración sericita-clorita, con cobre y molibdeno y la anomalía I.P.

- S-5: Conocer la mineralización y distribución de la parte este de la zona fílica.
- S-6: Conocer la mineralización y distribución de la parte oeste de la zona fílica. De acuerdo a los resultados de S-3 y S-5, la zona fílica estaría desplazada más hacia el sur de lo que se suponía, por lo que se detuvo el sondaje a los 32,60 m y se trasladó al sondaje S-8.
- S-7: Este sondaje se ubicó en un principio para conocer mineralización y distribución de zona sericita-clorita y anomalía de I.P., pero como los resultados de S-4, que perseguía los mismos objetivos, fueron deficientes, ya que este sondaje detectó mineralización pobre representada por vetillas con pirita y alteración hidrotermal muy débil, se consideró cambiar S-7 su objetivo fue, en base a los antecedentes proporcionados por los otros sondajes, conocer la mineralización y distribución de la zona fílica entre S-1 y S-2.
- S-8: Este sondaje se ubicó en un área en que existe una anomalía geoquímica de cobre en suelos, y además, para conocer la zona fílica con molibdeno y cobre, ya que esta zona como se dijo anteriormente, estaría desplazada más al suroeste de lo que creía anteriormente.

Capítulo 2 Trabajo de perforación

2.1 Generalidades

La exploración mediante sondajes realizada en el prospecto Galletué, es continuación de la campaña de perforaciones realizada el año 1978, con el objeto de conocer en profundidad la mineralización de este prospecto.

El trabajo de perforación se inició el 10 de Octubre de 1979 y terminó el 26 de Diciembre de 1979. Se realizaron 6 sondajes con un total de 1.033,20 m perforados.

La ubicación, acceso, topografía, etc., del área del prospecto Galletué se indican en el Capítulo 2, Parte III-1, Fase I.

En el trabajo participaron 4 técnicos japoneses, 2 chilenos, además de 14 ayudantes que se contrataron en el área del prospecto. Para el trabajo de perforación el personal se dividió en 4 grupos, trabajando en dos máquinas sondeadoras, con dos turnos cada una, lográndose terminar el trabajo propuesto sin problemas.

Con los antecedentes obtenidos este año, más los datos geológicos y geofísicos del año 1978, se realizó una interpretación global del prospecto, lo cual se explica en la parte III-3, por consiguiente en este capítulo sólo se mencionará la parte referente a la perforación misma.

2.2 Método de perforación y maquinaria usada

Para la perforación se usó el sistema wire-line con coronas NQ y BQ, además se utilizó bentonita para revestir las paredes de los pozos, ya que se presumía que las rocas a perforar corresponderían a una tonalita fracturada y alterada.

Para evitar problemas de deruumbre los pozos debido a fuerte fracturamiento o alteración intensa de las rocas con la consecuente pérdida de agua, se usó "seeclay" y ribonita, con lo anterior se logró obtener una recuperación de prácticamente el 100%.

Las características de la maquinaria de perforación usada y los insumos empleados se indican en las Tablas 19 y 20 del Apéndice 1.

2.3 Preparación

Los técnicos japoenses llegaron a Santiago el 10 de Octubre, separándose en dos grupos: un grupo se encargó de las compras de diversos materiales y además revisó el equipo que venía de Japón para las perforaciones, dirigiéndose posteriormente a terreno; el otro grupo se dirigió a Galletué, pasando por Concepción, para dejar lista la infraestructura (campamento, plataforma, caminos, etc).

Las máquinas perforadoras se trasladaron a Galletué en dos grandes camiones (aproximadamente de 20 toneladas cada uno). El traslado hasta la localidad de Malalcahuello se realizó sin problemas; desde este lugar hasta Sierra Nevada, los camiones debieron ser cargados en ferrocarril para cruzar el túnel Las Raíces, ya que por la cuesta del mismo nombre el paso estaba obstruido por la nieve, lo anterior provocó demora en el traslado de la maquinaria empleada. Los traslados de equipo entre los distintos sondajes se hicieron con camionetas de 1 tonelada aproximadamente, debido a que los caminos eran muy blandos. El agua para los sondajes se captó de arroyos cercanos, con mangueras de polietileno de 200-250 m de largo y de 1 pulgada de diámetro.

2.4 Traslado de equipo entre plataformas

Debido a la mala calidad de los caminos entre los sondajes, se debieron realizar numerosos viajes de traslado entre éstas, los que sin embargo en el caso de cada sondaje no demoraron más de 1 a 1,5 días.

2.5 Trabajos de desmantelamiento

Finalizado el sondaje N°8, se procedió a desarmar la maquinaria y torre de sondaje, trasladándose los equipos en una camioneta al lugar en que serían cargados en camiones. Posteriormente se procedió a la limpieza y mantenimiento de las piezas, quedando todo finalizado el 18 de Diciembre. La preparación de los sondajes y traslados se indican en la Tabla 21 del Apéndice 1.

2.6 Trabajo de perforación

El trabajo de perforación de cada sondaje fue el siguiente:

Sondaje N°3 (S-3):

Se perforó hasta 2,40 m con corona simple HX, atravesando suelo, arena y grava, pero debido a la presencia de clastos silicificados, hubo gran desgaste de coronas. Después se perforó hasta 7,40 m, en que se alcanzó la roca, con corona NQ; debido a frecuentes desmoronamientos de las paredes del pozo se empleó tubería BQ y posterior revestimiento BX. Luego se continuó perforando con corona BQ, usando bentonita y alcanzándose los 200 m de profundidad. La roca corresponde generalmente a uno pórfido tonalítico duro, por lo cual hubo gran desgaste de coronas. Las pérdidas de agua se obviaron usando "seeclay" con bentonita; las zonas con fuerte alteración que cruzó el pozo se solucionaron usando adecuado lodo de perforación.

En profundidad el pórfido tonalítico se torna fresca y dura, disminuyendo la alteración y mineralización y produciendo fuerte desgaste de coronas. El consumo de componentes del lodo de perforación en el sondaje S-3 fué:

Bentonita	1.200 kg	5,99 kg/m
Ribonita	100 kg	0,49 kg/m
C.M.C.	15 kg	0,07 kg/m

Sondaje N°4 (S-4):

Se perforó con corona simple HX hasta los 8 m en que se alcanzó la roca; los primeros 1,20 m corresponden a suelo, el resto arcilla con clastos. En los primeros 3 m se usó revestimiento de 114 mm, después revestimiento NX hasta 10,10 m. Se siguió perforando con corona NQ hasta 42,80 m, luego se puso revestimiento BX para finalmente alcanzar los 200 m con corona BQ y usando ribonita.

La roca corresponde principalmente a una tonalita, que por presentarse menos silicificada que el sondaje N°3 ofreció menos problemas en la perforación.

La cantidad de componentes de lodo de perforación utilizado en el sondaje S-4 fue:

Bentonita	1.275 kg	6,37 kg/m
Ribonita	100 kg	0,5 kg/m
C.M.C.	14 kg	0,07 kg/m

Sondaje N°5 (S-5):

Se empezó perforando con revestimiento HX hasta 2,10 m y luego se colocó revestimiento de 114 mm; se continuó con revestimiento y corona NX, pero debido a desmoronamiento del pozo, éste se inclinó de dirección, por lo tanto se sacó el revestimiento de 114 mm y se perforó hasta 10,20 m con corona BQ, después se cementó el pozo, esperándose un día que el cemento fraguara. Nuevamente se perforó con corona BQ hasta los 11,30 m en que se alcanzó la roca, después se puso revestimiento BX hasta 12,20 m, desde esta profundidad se perforó con corona BQ, usando bentonita, hasta 100 m.

A los 74 m de profundidad apareció una zona de fracturas con arcilla de aproximadamente 7 m de espesor, por lo cual se gastaron 11 coronas. Los componentes de lodo de perforación utilizados en el sondaje S-5 fueron:

Bentonita	1.400 kg	6,99 kg/m
Ribonita	120 kg	0,59 kg/m
C.M.C.	11 kg	0,05 kg/m

Sondaje N°6 (S-6):

Este sondaje se perforó en material aluvial constituido por arena, arcilla y clastos, por lo tanto la recuperación fue pobre; en estas condiciones la perforación alcanzó 32,60 m, no llegándose a la roca. A los 30 m de profundidad, apareció agua a razón de 120 lt/minuto.

El sondaje se detuvo a la profundidad antes mencionada, ya que no se alcanzaba aún la roca madre y se reubicó en base a los antecedentes entregados por los sondajes S-3 y S-4. Desarmada la maquinaria, el traslado se realizó al sondaje S-8.

Sondaje N°7 (S-7):

Debido a que se comenzó a sondear en suelo muy blando, se usó revestimiento de 114 mm, hasta los 3 m, sin utilizar agua. Luego se perforó hasta 4,60 m con corona NQ, para posteriormente poner hasta esa profundidad revestimiento NX, con el objeto de evitar que el pozo tuviera algún cambio de dirección.

Desde los 4,60 m se usó corona NQ hasta 30,60 m de profundidad, pero hasta 8,60 m se produjeron numerosos desmoronamientos del pozo, con el consecuente desgaste de coronas, por lo que se procedió a cementar el pozo. Después se colocó revestimiento BX hasta 30,60 m, para luego perforar con corona BQ y ribonita hasta 200 m.

Los componentes de lodo de perforación utilizado en el sondaje S-7 fueron:

Bentonita	1.000 kg	4,99 kg/m
Ribonita	120 kg	0,599 kg/m
C.M.C.	5,5 kg	0,2 kg/m

Sondaje N°8 (S-8):

Se realizó con 3 turnos. Comenzó la perforación con revestimiento y corona de 114 mm hasta 4 m, dejándose instalado el revestimiento. Luego se puso revestimiento NX hasta 9,30 m, para perforar a continuación con corona NQ hasta 52,80 m, colocándose revestimiento BX y perforándose con corona BQ y ribonita hasta 200 m.

A los 141 m de profundidad apareció una veta de cuarzo, que originó fuerte desgaste de coronas. Los componentes de lodo de perforación de este sondaje fueron:

Bentonita	425 kg	2,12 kg/m
Ribonita	80 kg	0,30 kg/m
C.M.C.	10 kg	0,04 kg/m

2.7 Resultado del trabajo

2.7.1 Resultados de la perforación

El rendimiento promedio de cada turno fue 9,57 m incluyendo revestimiento, cementación, etc. En la Tabla 22 del Apéndice 1 se indica el rendimiento de los turnos.

Solamente en perforación el rendimiento fue de 10,30 m promedio por turno. El sondaje S-3 obtuvo el rendimiento más bajo con 9,53 m promedio por turno y el rendimiento más alto fue del sondaje S-8 con 10,54 m promedio por turno.

2.7.2 Recuperación de testigos

La recuperación de testigos de todos los sondajes, exceptuando suelo, fue de 95,1%, como se indica en la Tabla 22 del Apéndice 1. Este resultado se debe a que las rocas perforadas poseen dureza moderada y fracturamiento, sin embargo, se presentaron zonas arcillosas y fracturadas en las que se inyectó un adecuado lodo de perforación. Además, influyeron en este resultado el empleo de una buena velocidad de rotación y una adecuada presión de la corona.

2.7.3 Resultados globales de la perforación

En las Tablas 23 a 29 del Apéndice 1 se mencionan datos estadísticos de la perforación. En las Tablas 30 y 31 del Apéndice 1 se indican las coronas empleadas. En las Tablas 32 a 37 del Apéndice 1 se presenta el grado de avance de las perforaciones.

Capítulo 3 Descripción de los sondajes

3.1 Sondaje S-3 (Ver Tabla III-2-1, PL.III-2-1, PL.III-2-2)

Este sondaje está ubicado a 240 m al norte del sondaje S-1 y su elevación es 1.210 m s.n.m.

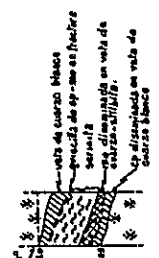
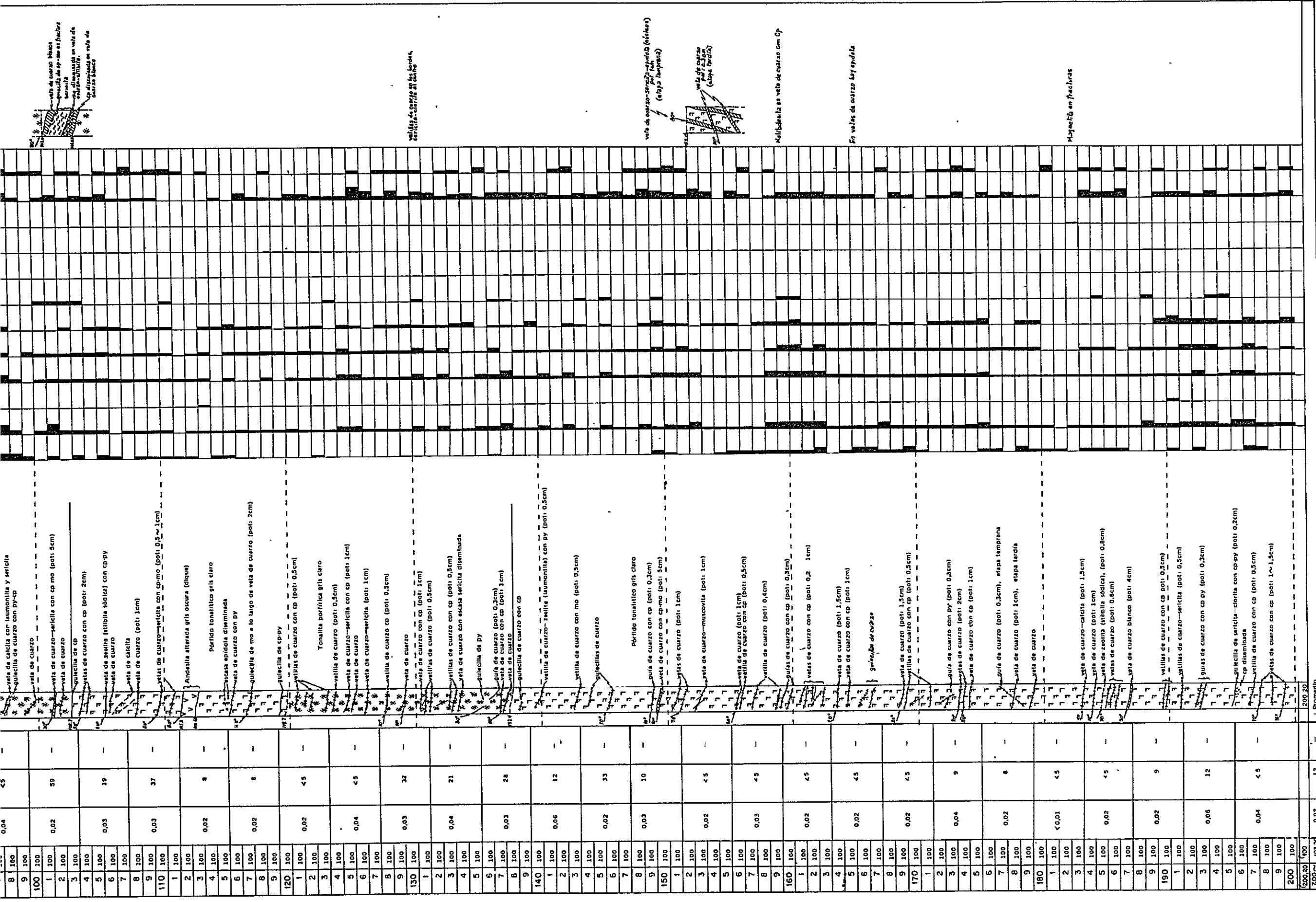
a) Petrografía

Petrográficamente el sondaje S-3 corresponde a un pórfido tonalítico perteneciente al batolito de Galletué, de edad Cretácico Medio a Superior. También existe tonalita porfírica que se asigna al mismo batolito. Intruyendo los tipos litológicos antes nombrados se observan diques andesíticos de edad Plioceno-Pleistoceno.

La descripción petrográfica del sondaje es como sigue:

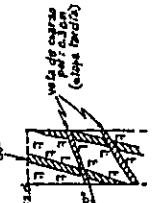
De 0 a 7,40 m: El primer metro corresponde a suelo de color café; de 1 m a 7,40 m se observa material aluvial formado por grandes rodados de tonalita de color gris claro, de contornos redondeados a subangulares y que presentan sericitización y cloritización débil. La matriz corresponde a arena gruesa.

De 7,40 a 84,35 m: La roca corresponde principalmente a un pórfido tonalítico, pero entre 40-50 m, se observó tonalita porfírica en tres sectores. El pórfido tonalítico tiene color gris hasta 20 m y después color gris claro; es masivo, a excepción de las partes sericitizadas y argilizadas. En los alrededores de los metros 20 y 78, existe abundante biotita, correspondiendo la roca a un pórfido tonalítico de biotita.



veñas de cuarzo sericita con cp y py en las bordas.

veña de cuarzo-sericita-epidota (véase)



Multiplicada en veña de cuarzo con cp

En veñas de cuarzo las epidotas

Magnetita en fracturas

* valores relativos

SUELO	Caluño y aluvia	Andesita	Tonalita	Tonalita porfirica	Porfido tonalítico	Zona de arcilla	Zona de cristal	Mineralización arsenada	Veta mineralizada	Veta de calcita	Veta de cuarzo (pot. <4cm)	Veta de cuarzo (pot. >4cm)	Inclinación de vetas o contactos

ABREVIATURAS	cp	catapirita	py	pirita	mo	malibendita	ber	bornita	sp	esferrita	gal	galena	mg	magnetita	he	hematita	lim	limonita	
	mal	malacquita	pot	potencia	óxidos de cp	Qz	cuarzo	Calc	calcita	ALT	alteración	Sinc	silificación	Seric	sericización	Arg	argilización	Clor	clorización

EXPLICACION
veña > 1cm
veñilla 0.5~1cm
guía 0.2~0.5cm
quechua < 0.2cm

Al microscopio, el pórfido tonalítico posee textura porfírica y masa fundamental de textura microgranular, a alotriomorfa granular formada por cuarzo, plagioclasa y biotita de contornos subhedrales. Los fenocristales están constituidos por: plagioclasa subhedral, cuarzo en cristales anhedrales y biotita. La plagioclasa se presenta maclada y con estructura zonal. Los minerales accesorios son: apatita, esfeno y minerales opacos.

La tonalita porfírica tiene color gris oscuro, de carácter granular y es más fresca que el pórfido tonalítico. Al microscopio, presenta textura levemente porfírica y la masa fundamental es hipidiomorfa y granular, parecida al pórfido tonalítico, aunque la textura porfírica es más suave y los fenocristales están en menor cantidad. Además, la masa fundamental del pórfido es de carácter equigranular y de contornos redondeados y la de la tonalita porfírica presenta granos de distintos tamaños y algo angulosos. Los fenocristales de la tonalita porfírica están formados por plagioclasa (oligoclasa-andesina) maclada de contornos subhedrales, cuarzo subhedral con extinción ondulosa y biotita. La masa fundamental está constituida por cuarzo, plagioclasa y biotita. Los minerales accesorios son apatita, minerales opacos y esfeno; los minerales opacos se observan alterando la biotita generalmente.

En este sector existen vetas finas de cuarzo de aproximadamente 1 cm de espesor; entre 31 a 37 m se presentan abundantes fracturas con sericita y clorita.

De 84,35 a 102,80 m: La roca corresponde a una tonalita porfírica intruída por diques andesíticos.

La tonalita porfírica posee color gris claro, es masiva y dura. En los 84,35 m, el contacto entre el pórfido tonalítico y la tonalita porfírica corresponde a una zona de cizalle arcillosa, aunque macroscópicamente el contacto entre ambos tipos litológicos es difícil de visualizar, y solo es posible hacerlo mediante el microscopio.

Los diques andesíticos se observan en los metros 90 a 91 y 91,20 a 93,10, poseen color gris-verdoso oscuro y amígdalas rellenas con calcita. Al microscopio, estos cuerpos presantan textura porfírica, con fenocristales formados por plagioclasa alterada a calcita (carbonatización) y minerales máficos (piroxenos?) alterados fuertemente a clorita y calcita. La masa fundamental es microcristalina formada por microlitas de feldespatos, clorita y mineral opaco muy fino. También existen vetillas de calcita y zeolita, pero no existen vetillas de cuarzo. El contacto entre la andesita y la tonalita porfírica es nítido y su inclinación es 70-80°.

De 102,70 a 119,70 m: La roca es un pórfido tonalítico intruído por un dique andesítico.

El pórfido tonalítico es de color gris claro, masivo y duro. En los 102,70 m el contacto entre el pórfido tonalítico y la tonalita porfírica es gradual. En el pórfido tonalítico hay vetillas de cuarzo.

El dique andesítico se ubica entre los metros 111,5 y 112,5 m, es de color gris oscuro, posee vetillas de calcita y zeolita y la roca presenta cloritización.

De 119,70 a 137,30 m: La roca es una tonalita porfírica de color gris claro; el contacto en 137,40 m con pórfido tonalítico es gradual y difícil de establecer. En este sector existen vetillas de cuarzo con sericita.

De 137,40 a 200,20 m: La roca es un pórfido tonalítico de color gris claro. Numerosas vetillas de cuarzo cruzan este sector.

b) Alteración hidrotermal

En el área de Galletué existen dos tipos de alteración hidrotermal: 1) un tipo de alteración asociada a la mineralización del prospecto, constituida por silicificación (cuarzo), sericitización, cloritización, epidotización, argilización (montmorillonita-caolinita) y carbonatización (calcita); esta alteración se presenta en pórfido tonalítico y tonalita porfírica y 2) otro tipo de alteración hidrotermal, posterior al primero, que se asocia a la intrusión de los diques andesíticos y que está representada por cloritización, epidotización, carbonatización (calcita) y zeolitización (laumontita, stilbita).

En el informe IIG-MMAJ-3a.fase (1978) se establecieron halos de alteración, que los antecedentes de este año ayudaron a complementar. La distribución de la alteración desde el centro del prospecto hacia el exterior, en forma zonal, es: (PL. III-2-1).

1. Zona de alteración cuarzo-sericita.
2. Zona de alteración sericita-clorita
3. Zona de alteración clorita-epidota
4. Zona de vetas con alteración débil

La extensión de todos los halos de alteración abarca 5 km de largo en sentido ENE-WSW, por 1,4 km en sentido NNW-SSE, abarcando un área de 7 km².

El sondaje S-3 se ubica en la zona de alteración sericita-clorita; el grado de alteración hidrotermal (silicificación-sericitización) es más débil que el sondaje S-1, pudiendo observarse la textura de la roca original. La alteración afecta los fenocristales y la matriz, o bien, se presenta a lo largo de vetas de cuarzo, aunque este último caso es raro. La silicificación, que se indica en la Tabla III-2-1 macroscopicamente es débil, apareciendo en los metros 20 a 24 m, 60 a 83 m y 116 a 148 m. La sericitización afecta casi todo el sondaje en forma débil, aunque entre 7 y 50 m es relativamente más fuerte; donde es más fuerte la silicificación también lo es la sericitización. La cloritización se extiende por todo el sondaje, la epidotización es más débil que la cloritización y su distribuciones puntual. La argilización es parcial, excepto en los 31 a 36 m. La carbonatización y zeolitización son parciales y se presentan a lo largo de fracturas.

La roca huésped de la alteración corresponde a pórfido tonalítico y tonalita porfírica, no observándose diferencias en la alteración que afecta a ambos tipos de roca; así, al microscopio, presentan fenocristales y microlitos de plagioclasa alterados a cuarzo y arcilla parcialmente y en forma más intensa a sericita; a lo largo de fracturas en plagioclasa también se presenta zeolita. La mayoría de las biotitas están alteradas a clorita, parcialmente a epidota, raramente a muscovita y parcialmente a calcita y zeolita a lo largo de fracturas en este mineral. Al microscopio se observa

que la plagioclasa de los diques andesíticos está alterada a calcita, zeolita y arcilla. Los minerales máficos están alterados a clorita y calcita.

c) Mineralización

Los principales minerales primarios de este prospecto son: pirita, calcopirita y molibdenita; además se observan (pero en menor cantidad): magnetita, pirrotina, esfalerita, galena e ilmenita.

Los minerales secundarios que se presentan generalmente son hematita y algo de limonita, además de bornita, covelina y crisocola.

Se distinguen 3 zonas de acuerdo al tipo de mineralización, las que desde el centro del prospecto hacia afuera son: zona I: con mineralización tipo stockwork y diseminada; zona II: con mineralización mezclada de tipo stockwork y diseminada con vetillas; zona III: mineralización en vetillas. La extensión de la mineralización, abarca la misma superficie que las zonas alteradas antes mencionadas, esto es, aproximadamente 7 km².

Morfológicamente, la mineralización del prospecto se presenta de acuerdo a los siguientes tipos: tipo A) Diseminación en vetas de cuarzo (Ver tabla III-2-1), tipo B) Vetillas sin ganga de ancho menor de 2 mm (Ver tabla III-2-1) y tipo C) Diseminación en la roca huesped.

Los minerales primarios del sondaje S-3 son calcopirita, pirita y molibdenita principalmente, y en forma escasa magnetita y pirrotina, pero en general, todos los minerales se observan en pequeña cantidad.

La ley promedio de este sondaje desde los 7 m a los 200,20 m (total: 193,20 m) es: Cu: 0,02% y Mo: 12 ppm. Las muestras para análisis se recolectaron cada 2 y 4 metros y las leyes máximas son: Cu: 0,07% y Mo: 59 ppm.

En este sondaje la mineralización, desde el punto de vista morfológica corresponde principalmente al tipo A, luego al tipo C y finalmente al tipo B, de acuerdo a la clasificación antes enunciada.

El tipo de mineralización A se presenta a lo largo de todo el sondaje. Se observaron 148 vetas de cuarzo, lo que equivale a 0,77 vetas por metro, de los cuales 68 vetas poseen mineralización y 80 vetas no poseen. La razón de vetas mineralizadas a vetas no mineralizadas es 1:1,2. En el conjunto de vetas mineralizadas se distinguen 41 de cuarzo-calcopirita, 11 de cuarzo-calcopirita-pirita, 9 de cuarzo-pirita, 4 de cuarzo-calcopirita-molibdenita, 2 de cuarzo-calcopirita-molibdenita y 1 de cuarzo-molibdenita. Las vetas de cuarzo poseen inclinación general 10 a 30° y a veces entre 40 a 80°. La mayoría de las vetas de cuarzo tienen 1 cm de potencia, aunque en los 40 m de profundidad tienen algo más de 3 cm y a los 82 m tienen 7 cm.

El tipo B de mineralización se observa en los metros 54, 120 y 195 con la combinación calcopirita-pirita. El tipo C de mineralización se presenta en los metros 8, 20, 30, 49 y 195 con calcopirita principalmente.

Al microscopio la calcopirita tiene forma euhedral con tamaño 0,01 a 0,56 mm, a veces sola o con pirita, raramente con magnetita. Pirita presenta forma euhedral a anhedral, con tamaños de 0,01 a 0,70 mm. Molibdenita se presenta en las zonas sericitizadas con tamaños de