

1. 關於...
 2. 關於...
 3. 關於...

A

11. 11. 11

1. 關於...
 2. 關於...

INFORME
SOBRE EXPLORACION DE MINERALES
DEL AREA DE ALMAGUER
DEPARTAMENTO DE CAUCA
REPUBLICA DE COLOMBIA

FASE III

JICA LIBRARY



103017816J

16211

MARZO 1987

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
METAL MINING AGENCY OF JAPAN

國際協力事業団	
受入 月日 '87. 4. 24	705
登録No. 16211	66.1
	MPN

PROLOGO

En respuesta a los requerimientos del gobierno de la República de Colombia, el gobierno del Japón decidió realizar el desarrollo de la exploración de minerales en Almaguer localizado en el sur-occidente colombiano y encargó tal investigación a "Japan International Cooperation Agency" (JICA), la cual decidió encargar esos trabajos de investigación a "Metal Mining Agency of Japan" (MMAJ) debido a que la investigación se refiere a un campo especial de geología y a un examen de recursos minerales.

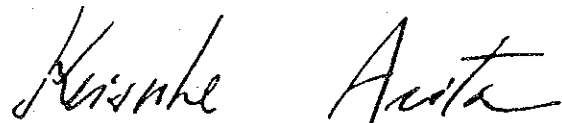
La primera fase de esta investigación empezó en 1984. Para la tercera fase "Metal Mining Agency of Japan" organizó una misión para las investigaciones que constaba de siete personas quienes fueron enviados allí desde el 10 de junio de 1986 hasta el 7 de enero de 1987.

La investigación fue realizada en el campo, gracias a la cooperación del Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras (INGEOMINAS), que es una agencia relativa al gobierno de la República de Colombia, el programa se cumplió según se había planeado.


En este informe se han recogido y examinado los resultados de las investigaciones de la tercera fase para hacer parte del informe final.

Finalmente queremos expresar nuestro agradecimiento por la cooperación a las agencias relativas al Gobierno de la República de Colombia, y también a "Ministry of Foreign Affairs", "Ministry of International Trade and Industry", a la Embajada del Japón en Colombia y a todo el personal de las compañías concernientes a esta investigación.

Febrero, 1987



KEISUKE ARITA
Presidente
Japan International
Cooperation Agency



JUNICHIRO SATO
Presidente
Metal Mining Agency of Japan

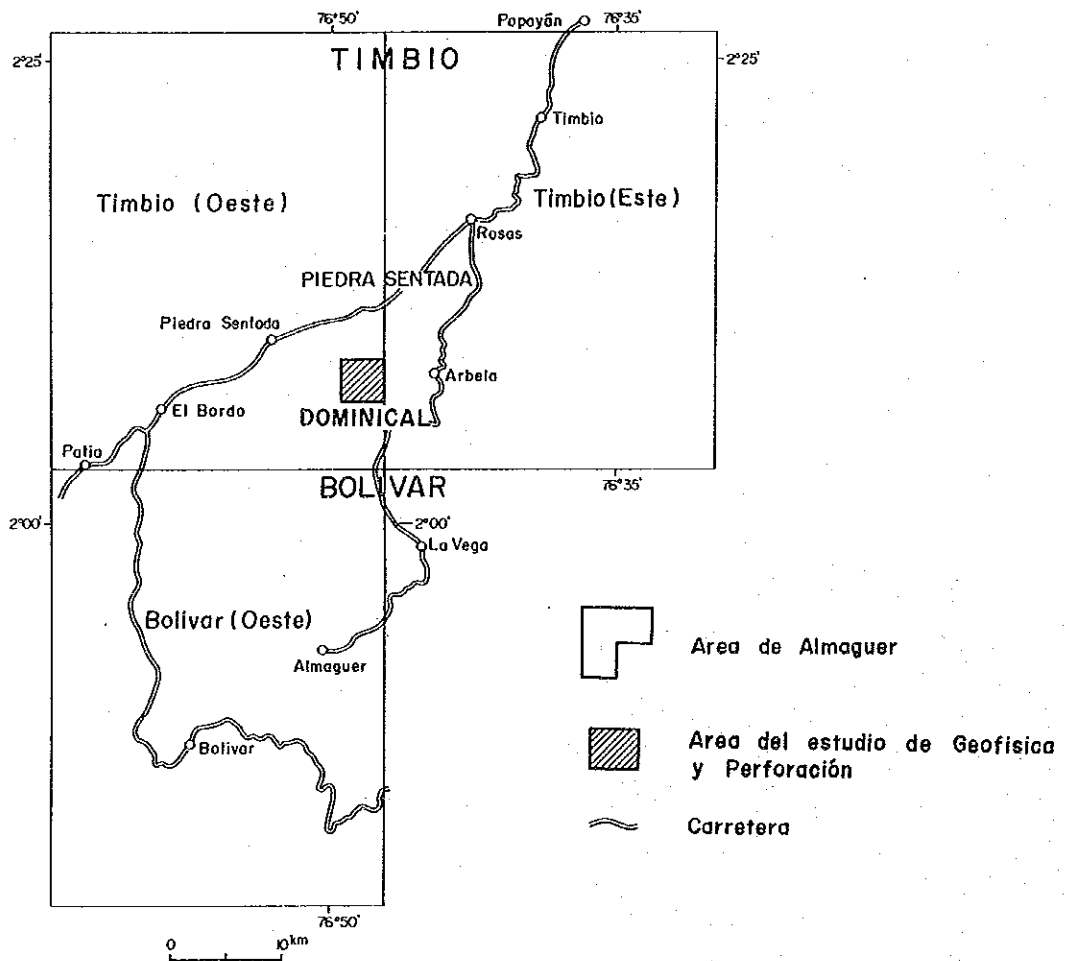
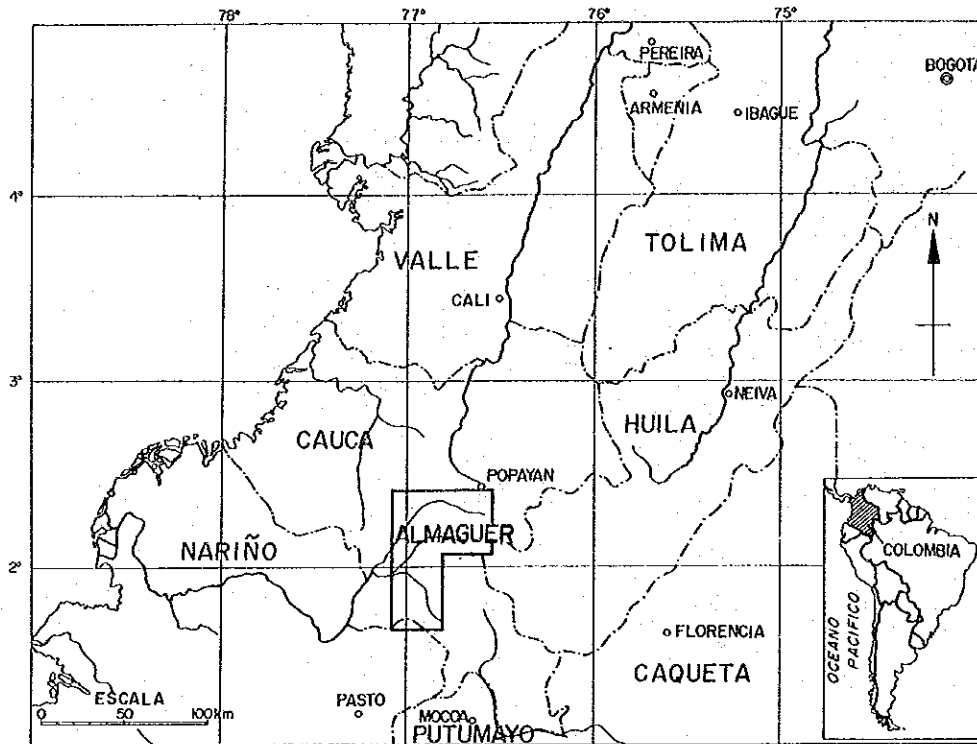


FIG. 1-1 MAPA DE UBICACION

RESUMEN

La investigación durante 1986 estuvo concentrada en el área Dominical con el propósito de comprobar la existencia de un depósito de cobre porfídico.

La exploración comprendió las siguientes fases:

<u>Nombre del Distrito</u>	<u>Método Empleado</u>	<u>Metas Físicas Alcanzadas</u>
Dominical	Método de prospección Geofísica IP.	7 líneas para un total de 12 km.
	Perforación	6 sondeos verticales 5 pozos con 350 m. 1 pozo con 300 m para un total de 2.057,7 m.

Igualmente se llevaron a cabo los siguientes análisis:

Propiedades geofísicas medidas	20	muestras
Análisis químicos para Au, Cu y Mo	111	"
Estudio de secciones delgadas	13	"
Estudio de secciones pulidas	10	"
Difracción de Rayos X	27	"
Temperatura de Homogenización	19	"

Los trabajos de campo se iniciaron el 10 de junio de 1986 y se terminaron el 7 de enero de 1987. Durante este período 7 geólogos japoneses y 4 colombianos participaron en el proyecto.

Los resultados de la exploración se pueden resumir en la siguiente forma:

- 1) Los métodos de geofísica SIP e IP revelaron que el modelo distribución de PFE (Porcentaje de Efecto de Frecuencia) muestran una forma cercanamente circular cuando se tomaron valores de más del 2%. El área con más del 5% de PFE corresponde a una parte muy cerca a la parte central del círculo y toma la forma de "media luna" englobando la zona geoquímicamente anómala en su límite más al sur.
- 2) Se confirmó el modelo zonal de alteración de la roca encajante y su centro coincide con la zona geoquímicamente anómala. Los minerales de alteración varían desde el centro hacia la parte externa así: silicificación conjuntamente con caolinitización para terminar con propilitización en su parte más externa.
- 3) La zona superficial silicificada y caolinitizada cambia a propilitica con la profundidad y corresponde a alta temperatura en la superficie y baja en profundidad detectada en las temperaturas de homogenización en los diferentes sondeos.
- 4) Los análisis químicos de los núcleos de perforación mostraron valores altos cerca a la superficie y cuando se encontró la zona propilitica éstos decayeron.
Los mejores resultados se encontraron en el pozo CJM 7 hasta una profundidad de 225 m. y corresponden a 0,37 gr/t de oro y 0.13% de cobre.
Sin embargo, estos resultados no son importantes desde el punto de vista de rendimiento económico.

5) La solución mineralizante en estas zonas se formó de un magma residual perteneciente a un cuerpo granodiorítico y diorítico. Esta solución fue relativamente rica en oro y en menor proporción cobre y molibdeno.

La mineralización afloró cerca del pozo CJM 7, obteniendo la forma de un hongo. La mayor parte de la mineralización fué erodada especialmente en su parte más al norte. En consecuencia, se presenta la posibilidad que la mineralización en el área de Dominical haya perdido su parte más rica.

CONTENIDOS

Prologo

Mapa de Ubicación

Resumen

1. INTRODUCCION	1
1.1 HISTORIA DE LA INVESTIGACION	1
1.2 OBJETIVO DE LA INVESTIGACION	1
1.3 EL AREA INVESTIGADA	1
1.4 VIAS DE ACCESO	1
1.5 METODOLOGIA Y METAS FISICAS	2
1.6 PERIODO Y MIEMBROS DE LA EXPLORACION	2
2. EXPLORACION GEOFISICA EN EL AREA DOMINICAL	3
2.1 OBJETIVO	3
2.2 EXTENSION DE LA INVESTIGACION	3
2.3 ESPECIFICACIONES	3
2.4 METODO DE APLICACION	7
2.5 INSTRUMENTOS	7
2.6 PROCESAMIENTO DE DATOS Y METODO DE ANALISIS	7
2.7 RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	10
2.8 RESULTADOS DE ANALISIS	13
2.9 CONSIDERACIONES	15
3. EXPLORACION POR PERFORACION EN EL AREA DOMINICAL	31
3.1 INTRODUCCION	31
3.2 ACTIVIDADES DE PERFORACION	32
3.3 GEOLOGIA Y MINERALIZACION DE LOS SONDEOS	36
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
4.1 CONCLUSIONES	53
4.2 RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS	55

LISTA DE FIGURAS

- FIG. 1-1 MAPA DE UBICACION
- FIG. 2-1 PLANO LOCALIZACION DE LAS LINEAS Y PUNTOS DE EXPLORACION GEOFISICA Y DE LAS PERFORACIONES AREA DOMINICAL
- FIG. 2-2 RESULTADOS MEDIDOS DE LAS MUESTRAS DE ROCAS (IP)
- FIG. 2-3 RESULTADO DE SIMULACION
- FIG. 2-4 RESULTADO DE GEOFISICA AREA DOMINICAL
- FIG. 3-1 MAPA DE INTERPRETACION AREA DOMINICAL
- FIG. 3-2 SECCION GEOLOGICA GENERALIZADA

LISTA DE TABLAS

- TAB. 2-1 ESPECIFICACIONES DE GEOFISICA EN EL AREA DOMINICAL
- TAB. 2-2 MEDIDAS DE LAS ROCAS MUESTRAS (IP)
- TAB. 3-1 DATOS DE PERFORACION
- TAB. 3-2 COMPILACION DE ANALISIS QUIMICO DE NUCLEOS DE PERFORACIONES

APENDICE

- A.3-1 LISTA DEL EQUIPO USADO EN PERFORACION
- A.3-2 ARTICULOS DE CONSUMO Y REPUESTOS DE PERFORACION
- A.3-3 PREPARACION REGISTROS DE TRANSPORTE
- A.3-4 RESULTADOS OPERACIONALES DE UN POZO DE PERFORACION CJM-6
- A.3-5 RESULTADOS OPERACIONALES DE UN POZO DE PERFORACION CJM-7
- A.3-6 RESULTADOS OPERACIONALES DE UN POZO DE PERFORACION CJM-8
- A.3-7 RESULTADOS OPERACIONALES DE UN POZO DE PERFORACION CJM-9
- A.3-8 RESULTADOS OPERACIONALES DE UN POZO DE PERFORACION CJM-10
- A.3-9 RESULTADOS OPERACIONALES DE UN POZO DE PERFORACION CJM-11
- A.3-10 RESUMEN OPERACIONAL DE LOS DATOS PARA CADA POZO
- A.3-11 TIEMPO TRABAJADO EN CADA POZO
- A.3-12 METRAJE DE PERFORACION CON BROCAS DE DIAMANTE
- A.3-13 ESPECIFICACIONES DE LAS BROCAS DE DIAMANTE
- A.3-14 REGISTRO PROGRESIVO DE PERFORACION CJM-6
- A.3-15 REGISTRO PROGRESIVO DE PERFORACION CJM-7
- A.3-16 REGISTRO PROGRESIVO DE PERFORACION CJM-8
- A.3-17 REGISTRO PROGRESIVO DE PERFORACION CJM-9
- A.3-18 REGISTRO PROGRESIVO DE PERFORACION CJM-10
- A.3-19 REGISTRO PROGRESIVO DE PERFORACION CJM-11
- A.3-20 ANALISIS QUIMICO DE LOS NUCLEOS DE PERFORACIONES
- A.3-21(1) RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS PETROGRAFICOS DE LAS SECCIONES
- A.3-21(2) RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DE LAS SECCIONES PULIDAS
- A.3-22 LISTA DEL RESULTADOS DE DIFRACCION RAYOS X
- A.3-23 VALOR DE MEDIDA DE TEMPERATURA HOMOGENIZACION
- A.3-24 TEMPERATURA HOMOGENIZACION DE INCLUSION FLUIDA DE MINERAL CUARZO
- A.3-25(1) FOTOMICROGRAFIA DE LAS SECCIONES
- A.3-25(2) FOTOMICROGRAFIA DE LAS SECCIONES PULIDAS
- A.3-26 LAS CARTAS DE DIFRACCION RAYOS X

LISTA DE PLANOS

- PL. 1 PLANO LOCALIZACION DE LAS LINEAS Y PUNTOS DE EXPLORACION GEOFISICA Y DE LAS PERFORACIONES AREA DOMINICAL
- PL. 2 MAPA EN PLANO DE RESISTIVIDADES APARENTES (n=2)
- PL. 3⁻¹₋₂ SEUDOSECCION DE RESISTIVIDAD APARENTE IP (0.3 - 3.0 Hz)
- PL. 4 MAPA EN PLANO DE PFE (n=2)
- PL. 5⁻¹₋₂ SEUDOSECCION DE PFE (IP, 0.3 - 3.0 Hz)
- PL. 6 MAPA DE INTERPRETACION AREA DOMINICAL
- PL. 7 SECCION GEOLOGIA GENERALIZADA POR CJM-8, CJM-7, Y CJM-10; POR CJM-6 Y CJM-9
- PL. 8 SECCION GEOLOGIA GENERALIZADA POR CJM-11, CJM-7 Y CJM-6
- PL. 9 REGISTRO DE NUCLEO CJM-6
- PL. 10 REGISTRO DE NUCLEO CJM-7
- PL. 11 REGISTRO DE NUCLEO CJM-8
- PL. 12 REGISTRO DE NUCLEO CJM-9
- PL. 13 REGISTRO DE NUCLEO CJM-10
- PL. 14 REGISTRO DE NUCLEO CJM-11

1. INTRODUCCION

1.1. HISTORIA DE LA INVESTIGACION

El área investigada denominada "Area Almaguer" en el Convenio Colombo-Japonés, está localizada al sur del Departamento del Cauca. INGEOMINAS inició los trabajos de exploración compuestos esencialmente por geología y geoquímica, a lo largo de los ríos y quebradas principales en la década del setenta, encontrándose varias ocurrencias de minerales.

Los gobiernos de Colombia y Japón acordaron en 1983, iniciar los trabajos de exploración en esta área.

La primera fase del convenio estuvo dirigida para el conocimiento de toda el área por intermedio de la interpretación de los trabajos anteriores y la realización de trabajos de campo en las siguientes cuatro áreas: Piedra Sentada, Dominical, Cerro Negro y La Medina.

La segunda fase se efectuó en 1985 en las zonas de Piedra Sentada y Dominical.

La tercera fase se concentró en el área de Dominical, en donde se realizaron trabajos de geofísica y perforación.

1.2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACION

La investigación parcial reveló la posibilidad de existir un depósito del tipo pórfido cuprífero rico en oro en la zona media del área de Dominical. Con el fin de comprobar esta posibilidad se llevaron a cabo trabajos detallados de geofísica y de perforación.

1.3. EL AREA INVESTIGADA

El área Dominical está localizada en la parte sur del Departamento del Cauca y políticamente pertenece al Municipio de La Vega. Geográficamente está ubicada en la parte oeste de la Cordillera Central.

El área está limitada por el Río Samangoy que fluye del sur hacia el norte y por el Río Putis que fluye del este hacia el oeste. La elevación a partir del nivel del mar, en el área está entre 1100 y 1600 m y la cima de los cerros muestran una topografía ligeramente plana, sin embargo, la erosión causada por los ríos y quebradas está muy avanzada originando grandes cañones con pendientes muy abruptas.

El uso de la tierra en el área de trabajo está dedicado en un 50% para la agricultura y ganadería y el resto permanece estéril debido a su fuerte inclinación.

El clima está representado por dos tipos, uno lluvioso comprendido entre los meses de febrero a marzo y de octubre a diciembre y otro de verano localizado en los meses de enero y de junio a septiembre.

1.4. VIAS DE ACCESO

El acceso al área de trabajo se efectúa en la siguiente forma: de Bogotá a Popayán en avión; se gasta aproximadamente 1 hora, o 16 horas en carro por carretera pavimentada. De Popayán a través de la carretera pavimentada "Panamericana" se gasta una hora hasta el Municipio de Rosas, con unos 40 km de distancia. De Rosas a El Diviso, a Bamboleo hay una carretera de penetración no pavimentada de unos 40 - 47 km y toma

aproximadamente de 1.5 a 2 horas. Del Diviso o Bamboleo al área de interés hay varios caminos de herradura, angostos y empinados, empleándose aproximadamente 2 horas. El camino fue ampliado y nivelado desde la carretera hasta el campamento principal, el cual está localizado en la parte central de los sitios de perforación, con el propósito de facilitar el traslado del equipo pesado de perforación.

1.5. METODOLOGIA Y METAS FISICAS

En el siguiente cuadro se describen los métodos trabajados y las metas físicas logradas.

Método	Metas Físicas
Geofísico IP	7 líneas con una longitud total de 12 km.
Perforación	6 sondeos verticales con profundidades entre 300 - 350 m para un total de 2,057.7 m.

1.6. PERIODO Y MIEMBROS DE LA EXPLORACION

1.6.1. Periodo de la Exploración

Trabajo de campo: Junio 10, 1986 a Enero 7, 1987.

Geofísica: Junio 30 a Agosto 5 de 1986.

Trabajos de Perforación: Junio 10, 1986 a Enero 7, 1987

Una vez realizados los trabajos de campo todos los datos fueron analizados e interpretados para conformar el informe final.

1.6.2. Miembros de la Exploración

	JAPON	COLOMBIA
Coordinación		
	Toru Miura	Alberto Lobo-Guerrero
	Hideyuki Ueda	Raúl Durán Rodríguez
Exploración		
	Yoshihiro Nagumo (Jefe Mision)	Pedro A. Marín (Coordinador)
	Fukujiro Miyoshi (Jefe Geofísica)	Arturo Bermúdez
	Tsugio Ishikawa Miembro	Alfonso Arias
	Akira Egawa Miembro	Oscar Pulido
	Nobuhiko Yamamoto (Jefe Perforación)	
	Hisashi Shimizu Miembro	
	Hiromi Horisita Miembro	

2. EXPLORACION GEOFISICA EN EL AREA DOMINICAL

2.1. OBJETIVO

Los resultados que se obtuvieron de la exploración geofísica adelantada en el área Dominical durante el segundo año de este proyecto, permitieron la localización de unas zonas muy destacadas, de forma semicircular, de porcentaje de efecto de frecuencia (PFE) anómalo, que se extendían por el lado sur fuera de la zona de anomalía geoquímica cuya presencia había sido comprobada a través de los estudios de geología y geoquímica realizados durante el año inicial del proyecto. Se supuso que el hecho de la existencia de dichas zonas de anomalía intensa de PFE sugiriera la presencia de las piritas de hierro, las cuales generalmente existen acompañando a un yacimiento de pórfido cuprífero.

Con base en esta suposición, sin embargo, no llegó nuestra exploración geofísica adelantada durante el año anterior, a determinar la localización exacta y la extensión de dichas zonas de anomalía intensa de PFE en cuanto a la dirección este-oeste, ni tampoco su extensión hacia el norte; por tanto, en este año se efectuó la exploración geofísica por el método IP (Polarización Inducida) con el fin de determinar su extensión hacia dichas direcciones con exactitud y verificar los detalles de sus configuraciones geométricas.

TAB. 2-1 ESPECIFICACIONES DE GEOFISICA EN EL AREA DOMINICAL

IP Líneas y puntos	Línea LL-1	2.0 km
	Línea LL-2	2.0 km
	Línea LL-3	1.5 km
	Línea LL-4	2.0 km
	Línea LL-5	1.5 km
	Línea LL-6	1.0 km
	Línea LL-7	2.0 km
	Total	12.0 km
Dirección	340°	
Intervalo entre líneas	200 m aprox.	
Arreglo de los electrodos	Dipolo-dipolo	
Intervalo entre electrodos	100 m	
Coefficientes de aislamiento de electrodos	1-5	
Frecuencias de medición	0.3, 3 Hz	
Muestras de roca	36	

2.2. EXTENSION DE LA INVESTIGACION

Los levantamientos en el área de interés se realizaron en una extensión total de 12 km, con siete líneas (LL-1 a LL-7) que se levantaron alrededor de la parte del área objeto de la investigación del año anterior, o sea, la parte encajada por las líneas A a D (L-A a L-D) y las líneas 1 a 4 (L-1 a L-4).

2.3. ESPECIFICACIONES

Las especificaciones de los levantamientos por el método IP

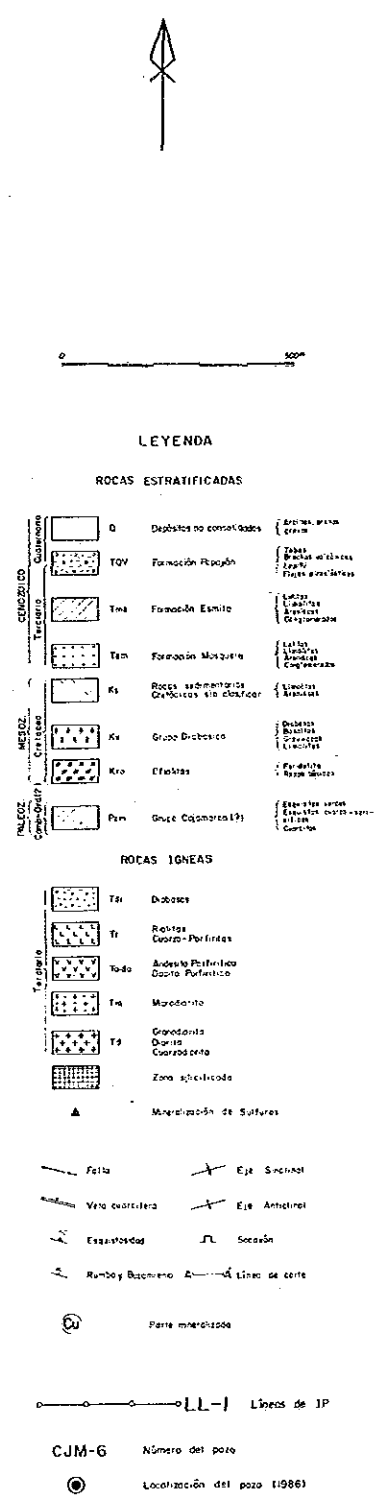
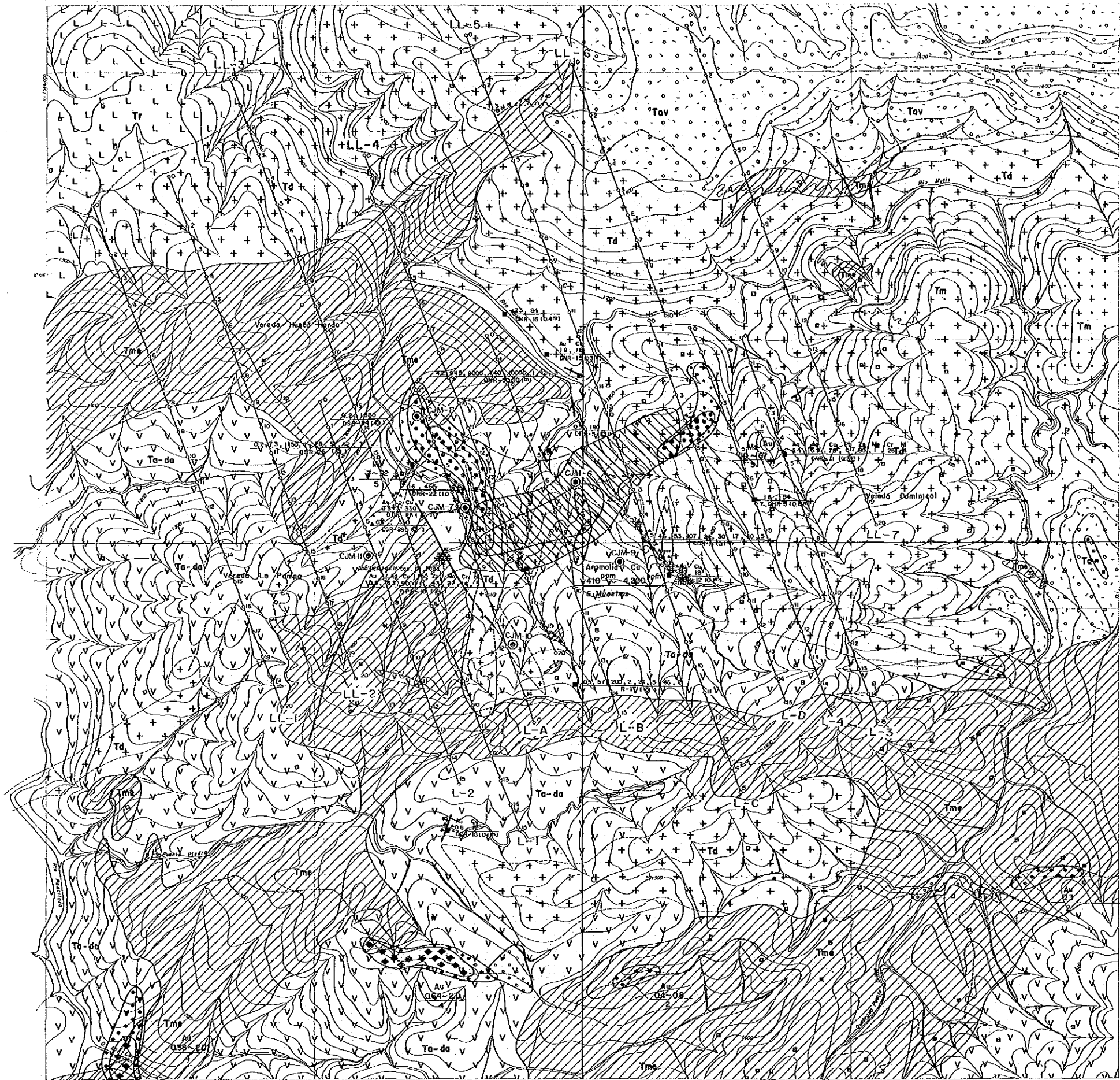


FIG. 2-1 PLANO LOCALIZACION DE LAS LINEAS Y PUNTOS DE EXPLORACION GEOFISICA Y DE LAS PERFORACIONES AREA DOMINICAL

realizados en la presente investigación de este tercer año de proyecto, se indican en la tabla 2-1.

2.4. METODO DE APLICACION

Se empleó para los levantamientos de la presente investigación, el método IP que fue exactamente igual al empleado en el segundo año, y que estuvo basado en la técnica del dominio de frecuencia con el equipo donado al gobierno colombiano por el gobierno japonés en 1984.

Las frecuencias de medición son 0.3 Hz y 3 Hz.

En esta prospección, el transmisor se colocó casi en el centro de cada línea y el receptor se trasladaba en el orden establecido sobre la línea. La transmisión se hizo a cada electrodo de corriente asignado a las órdenes emitidas desde el receptor, recibiendo así la diferencia de potencial necesaria entre los electrodos de potencial.

El punto de referencia para los levantamientos se identificó con un punto del mapa topográfico que seguramente corresponde a un punto topográfico actual, y la elevación se leyó en dicho mapa (1:5.000). Basado en este punto de referencia se llevó a cabo el levantamiento de líneas por medio de una poligonal abierta utilizando brújulas (transit compass, hecho por USHIKATA, Japan) y cinta. Durante este levantamiento, las señales de los mojones se colocaron cerca al cruce de cada línea con el camino de herradura para que sirviese como marcador futuro.

2.5. INSTRUMENTOS

Las especificaciones de los equipos utilizados adoptados para dichas prospecciones se indican a continuación:

(1) Transmisor

*Equipo manufacturado por Yokohama Electronics, Inc., Modelo L-5804

Peso: 50 kg
Voltage de salida: 800 V max.
Corriente de salida: 0.20 - 4 A
Frecuencia de transmisión: 0.1, 0.3, 1.0, 3.0 Hz y DC
Alimentación de entrada: 50 Hz/400 Hz, 90 - 130 V, monofásica

(2) Receptor

*Equipo manufacturado por Yokohama Electronics, Inc., Modelo DF-58AJ

Peso: Approx. 7.5 kg
Sensitividad: Voltage; 0.1% a 1%, PFE; 0.1%
Frecuencias de recepción: 0.3 y 3 Hz
Impedancia de entrada: 10 mega ohmios

(3) Grupo motor-generator

*Equipo manufacturado por P.M Research Inc.

Peso: Approx. 37 kg
Voltage: 115 V
Frecuencia: 400 Hz, monofásica
Energía de salida: 2 kW

2.6. PROCESAMIENTO DE DATOS Y METODO DE ANALISIS

(1) Procesamiento de los datos observados

Fue utilizada la expresión siguiente para calcular la resistividad aparente (ρ_a) a partir de los datos medidos:

$$\rho_a = K \frac{V}{I} \Omega.m$$

donde

K = constante geométrica

V = potencial de recepción entre P₁ y P₂ (V)

I = corriente de transmisión entre C₁ y C₂ (A)

Nota: Se emplearon los valores V e I de AC_H (señales a frecuencias de 3.0 Hz)

Por otra parte, se determinó el efecto de frecuencia PFE de acuerdo con la expresión:

$$PFE = \frac{\rho_{aL} - \rho_{aH}}{\rho_{aH}} \times 100\%$$

donde

ρ_{aL} = resistividad aparente medida a frecuencia más baja (0.3 Hz en este caso) ($\Omega.m$)

ρ_{aH} = resistividad aparente medida a frecuencia más alta (3.0 Hz en este caso) ($\Omega.m$)

(2) Corrección topográfica

La resistividad aparente que se obtiene de la medición en la configuración dipolo-dipolo de los electrodos está afectada por la forma topográfica, además de las propiedades de la estructura subterránea. La resistividad aparente tiende a aumentarse en la parte de la cima y a presentarse más baja en el valle.

En análisis para la presente prospección también se aplicó procedimiento de corrección topográfica: se dió un modelo bidimensional en relieve del terreno a la calculadora para el cálculo del efecto topográfico potencial en forma del factor. Con base en el factor así obtenido, se llevó a cabo el análisis.

(3) Técnicas de Análisis

(a) Secciones y diagramas de resultados

A partir de los datos anteriores de las medidas de campo, se elaboraron las siguientes secciones y diagramas para cada línea. Al levantar las secciones, se adoptó la técnica de trazar los valores calculados y medido en el vértice de un triángulo equilátero rectangular que se tomó como base la línea trazada entre el punto medio del electrodo de corriente y el del electrodo de potencial.

- 1) Secciones afines de resistividad aparente
- 2) Secciones afines de PFE
- 3) Plano de distribución de resistividad aparente
- 4) Plano de distribución PFE (n=2)

(b) Simulación por modelo

Para analizar la resistividad aparente (ρ_a) y el efecto de frecuencia (PFE), se trabajó la simulación por calculadora con los procedimientos que fueron exactamente iguales a los empleados en el segundo año.

(4) Medición de la muestra de roca

La medición de las muestras de roca se hace para determinar las propiedades de las rocas que se encuentran en el área prospectada. Estas propiedades son las resistividades y respuestas espectrales del desfase. Puede ser bastante riesgos y limitado utilizar la resistividad y las respuestas espectrales de desfase de las muestras superficiales en lugar de las rocas del subsuelo de la misma área como si aquéllas representasen a éstas; no obstante, es importante conocer los tipos y cualidades de las rocas locales, y especialmente, de las rocas anormales

TAB. 2-2 MEDIDAS DE LAS ROCAS MUESTRAS (IP)

No	Muestra	Resistivida $\Omega.m$	Efecto de frecuencia %	Roca	Alteración
1	L-1- 0	1,958	2.6	granodiorita	SiM, ChM, Py diss
2	7	3,155	1.5	arenisca de grano grueso	WeM
3	8	494	4.0	arenisca de grano medio	WeW
4	9	1,934	1.9	porfido andesitico	WeW, SiW
5	20	1,005	3.0	arenisca de grano grueso	WeW
6	L-2- 1	869	2.8	arenisca de grano grueso	WeM
7	2	2,171	2.4	arenisca de grano medio	WeM
8	8	3,667	1.8	arenisca de grano grueso	SiM
9	14	1,491	2.0	porfido andesitico	EpM, SiW
10	L-3- 0	895	3.0	porfido granodioritico	EpW
11	5	13,873	0.7	diorita cuarzosa	SiM
12	10	1,166	1.9	conglomerado	ArW
13	15	1,921	1.8	porfido andesitico	SiW, Py diss
14	L-4- 2	1,105	2.2	granodiorita	ChW, EpW
15	4	5,944	1.1	granodiorita	ChW, Py diss
16	7	1,255	2.5	arenisca arcocica	SiW
17	10	431	3.3	limolita	SiW
18	14	3,259	2.5	porfido dacitico	ChW, EpW, Py diss
19	15	2,563	2.0	porfido dacitico	SiS, ChM
20	16	3,161	2.8	porfido dacitico	SiS, Py vein
21	18	4,341	1.4	porfido andesitico	WeW
22	L-5- 3	696	2.9	granodiorita	EpW, WeW
23	8	539	3.1	porfido granodioritico	EpM
24	11	395	4.4	granodiorita	EpW
25	13	2,796	1.5	granodiorita	WeW
26	14	329	4.5	arenisca de grano grueso	WeM, SiM
27	L-6- 3	2,889	1.9	arenisca de grano grueso	SiM
28	4	1,145	2.1	lapilli	WeW
29	8	655	2.7	granodiorita	WeW
30	10	3,682	1.6	porfido granodioritico	SiW
31	L-7- 1	3,406	1.9	granodiorita	WeW
32	3	1,012	2.8	porfido andesitico	ChW
33	5	3,731	1.4	porfido andesitico	Fresca
34	10	2,307	2.2	granodiorita	WeW, ChW
35	17	2,728	1.8	porfido granodioritico	ChM, EpW
36	19	1,079	2.5	diorita	ChM

Nota Si: silicificación S : fuerte
 Ch: cloritización M : medio
 Ep: epidotización W : débil
 Ar: arcillación Py : pirita
 We: meteorización diss: disseminación

de SIP que permitirían ayudar en la interpretación de datos y la elaboración de modelos de simulación.

En la presente prospección, para un total 36 muestras de roca de la superficie, se han determinado las propiedades de IP.

Los resultados observados se muestran en la tabla 2-2, y las relaciones entre los valores de resistividad y porcentaje efecto de frecuencia (PFE) por tipo de roca, en la figura 2-2.

2.7. RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

(1) Resistividad Aparente (PL.2 y PL.3)

La resistividad aparente mostró una distribución que abarcó desde unos $45\Omega.m$ hasta más de $2410\Omega.m$. Dibujamos las líneas isópletas a 100, 250, 500, 750 y $1000\Omega.m$, de las cuales se derivan las 5 zonas siguientes. Se describe a continuación con base en estas 5 zonas.

$100\Omega.m$	$250\Omega.m$	$500\Omega.m$	$1000\Omega.m$	
VL	L	M	H	VH

(a) Secciones (PL.3)

- i) Se observaron los patrones similares de distribución de la resistividad aparente para las líneas LL-1 y LL-2, y por el lado sur a partir de cerca al punto 13, la mayoría de los valores de resistividad aparente fueron bajos (L), mientras que por el lado norte, a partir del mismo los valores bajos (L) de resistividad aparente fueron distribuidos entre los de mediano nivel (M).
- ii) En las líneas LL-3, LL-4, LL-5 y la línea 6, la distribución de alta resistividad aparente (H) fué observada casi en su totalidad. Esta distribución de valores altos, si se toma en un plan, indica una extensión alrededor de Río Putis.
- iii) La distribución de los valores de resistividad aparente a lo largo de la línea LL-7 fue muy complicada puesto que se entremezclaron los valores bajos (L), medianos (M) y altos (H).

(b) Plano (PL.2)

La distribución de la resistividad aparente del área prospectada puede resumirse como sigue, con base en el plan en que los resultados de la prospección geofísica realizada en el presente año, se unieron con los del año anterior:

- i) Bajos valores (L) de resistividad aparente se distribuyen extensamente por el centro del área prospectada, en la dirección este-oeste, mientras que los valores altos (H) se distribuyen por los lados norte y sur de dicha zona central de alta resistividad aparente, como si se separasen por ésta.
- ii) Las rocas principales distribuidas en la superficie de tierra del área de interés incluyen las dioritas (Td), andesitas porfiríticas y dacitas porfiríticas (que se llamarán colectivamente "andesitas porfiríticas, Ta-da" de aquí en adelante) y las rocas de La Formación Esmita (Tme). La diferencia entre los tipos de roca no aparece en la distribución de los valores de resistividad aparente. Esto puede atribuirse al hecho de que las dioritas (Td) y las andesitas porfiríticas (Ta-da) son similares, de contraste moderado, e indica que la causa o las causas que producen la variación en los valores de

resistividad aparente, no tienen correlación directa con la clasificación de las rocas.

(2) PFE (PL.4 y PL.5)

Un máximo de 11.8% se observó en la medición de PFE. Dibujamos las líneas isópletas a 2.5, 5, 7.5 y 10%, de las cuales se derivan 5 zonas. Se describe a continuación con base en estas 5 zonas.

2.5% 5% 7.5% 10%

Fondo (Back ground)	W	M	S	VS
------------------------	---	---	---	----

(a) Secciones (PL.5)

i) Línea LL-1

Valores medianos de PFE se distribuyen alrededor del punto No. 11, mientras que por el lado norte a partir del punto No. 6 se forma el fondo (background).

ii) Línea LL-2

Los valores de PFE de 2% o más se observan a lo largo de esta línea, excepto en la zona sur alrededor del punto No. 13, en que se observaron los valores moderados (M) e intensos (S) en forma de cuña. Esta observación sugiere que la anomalía de PFE que se observó en la exploración geofísica del segundo año, se extiende continuamente hasta la vecindad de esta línea.

iii) Línea LL-3

Los valores reducidos (W) de PFE se observaron alrededor de los puntos No. 5, 6 y 7, y también por la parte sur de la vecindad del punto No. 9.

iv) Línea LL-4

Los valores de PFE anómalo se fueron intensificando desde el punto No. 11 de esta línea hacia el sur, del efecto reducido (W) hasta el intenso (S). Esta línea se extiende cruzando por las zonas de intenso PFE anómalo que se observaron a lo largo de las líneas L-A y L-B, y dicho resultado está de acuerdo con los resultados obtenidos en los levantamientos de éstas en el año anterior. Zonas de reducido PFE (W) se encontraron bastante concentradas por la parte norte, alrededor del punto No. 9. Estas constituyen la continuación de aquéllas de reducido PFE (W) observadas a lo largo de la línea LL-3.

v) Línea LL-5

La parte central de la línea, junto con su extremo sur, forma un fondo, y además, se encuentra la distribución de los valores reducidos (W) de PFE.

vi) Línea LL-6

Con excepción de un punto de reducido efecto (W) que se observó en profundidad alrededor del punto No. 3, se observa que forma un fondo.

vii) Línea LL-7

Zonas de reducido (W) y moderado (M) PFE se observaron por el lado sur a partir de alrededor del punto No. 12. Esto indica que llega hasta aquí la extensión oriental de la zona de intenso PFE anómalo, que se observó en la exploración del año anterior. Además, se observaron los valores reducidos (W) que se distribuían en forma de cuña por las vecindades de los puntos No. 5, 6, 7 y 8.

(b) Plano (PL.4)

La distribución del PFE del área prospectada puede caracterizarse como sigue, con base en el plan en que los resultados de la prospección geofísica realizada en el presente año, se unieron con los del año anterior (N=2):

- i) La intensidad del PFE en la extensión oriental de la zona de PFE anormal, la cual se observó en el centro del área prospectada durante el año anterior, se va reduciendo (de M a W) a lo largo de la línea LL-7, al mismo tiempo que se va disminuyendo el campo de distribución de los valores moderados (M), por lo que se supone que dicha extensión descontinúe su distribución alrededor del área entre la línea L-3 y la LL-7.
- ii) Por otra parte, la extensión occidental a partir de dicha zona de PFE anómalo, cuenta con un campo de distribución de los valores moderados (M) muy reducido a lo largo de la línea LL-1, teniendo sólo un punto de efecto intenso (S). En consecuencia, se supone que esta extensión descontinúe su distribución alrededor del área entre las líneas LL-1 y LL-2.
- iii) En lo que se refiere a la parte norte del área de interés, los valores reducidos (W) de PFE se observaron a lo largo de todas las líneas, salvo la LL-6.
- iv) Se comprobó que se extendían hasta la vecindad del punto No. 14 de la línea LL-4, las zonas intensas (S) de PFE, aunque en un alcance muy limitado; que se observaron por el punto No. 6 de la línea L-1 y el punto No. 9 de la línea L-A.
- v) Zonas de PFE anómalo que se observaron durante la ejecución de levantamientos del segundo año, se distribuyen extensamente alrededor de la anomalía localizada durante los estudios de exploración geoquímica, casi formando un anillo que la rodea. Por el lado sur de dicha zona de anomalía, se localiza la presencia de una zona de PFE anómalo más intensa.

(3) MEDICION DE LAS MUESTRAS DE ROCA

Se muestran en la Tabla 2-2 los resultados obtenidos de la medición de las muestras de roca que llevamos a cabo para determinar sus propiedades físicas. El diagrama de esparcimiento, lo hemos confeccionado en forma combinada con los resultados obtenidos de la misma medición que realizamos el año pasado, o sea, en el segundo año, dado que el área prospectada cae dentro de la extensión semejante del área de exploración del año pasado, y que ambos resultados se parecen unos a otros (Figura 2-2).

Un total de cincuenta y ocho (58) muestras de roca fueron sometidas a la medición, durante los dos años, y las observaciones que podemos hacer sobre las características principales de sus propiedades son:

- i) Todas las muestras de rocas reunidas en el área de interés mostraron una gran dispersión en su resistividad aparente, que se distribuye en una extensión amplia abarcando desde unos $100\Omega.m$ hasta $10,000\Omega.m$. El valor medio es muy alto, estando al nivel de $1,000\Omega.m$, más o menos, para todas las rocas observadas. La dispersión más destacada en la resistividad aparente se observa con las dioritas (Td), a la cual siguen los estratos de la Formación Esmita (Tme), y la resistividad aparente de las andesitas porfiríticas (Ta-da) se mantiene a un nivel bastante alto por término medio.
- ii) En lo que se refiere al PFE, los resultados de la medición hecha en las muestras de roca se distribuyen, en su mayoría, entre

0.3% y 7.4%. Se indicaron valores altos de PFE, o sea, intensos efectos de frecuencia con las muestras, en que gruesos filones con pirita de hierro fueron visibles.

- iii) La dispersión más grande de valores PFE se observa con las dioritas (Td), abarcando desde un efecto muy intenso hasta uno muy débil. Mientras los resultados obtenidos de la medición de las rocas del año anterior, indicaron los valores PFE muy bajos, siendo menos de 3%, para las andesitas (Ta-da) y las muestras de los estratos de la Formación Esmita (Tme), con las muestras extraídas de las zonas compuestas, o sea, del área prospectada el año pasado más las extensiones adicionales del presente año, se observa el aumento de las zonas cuyos valores PFE excedan 3%.
- iv) Cuando se clasifican las rocas sometidas a la medición según el tipo de alteración, uno afectado por silicificación, y otro por cloritización o epidotización (de aquí en adelante se llamará de alteración clorítica), en la investigación del año anterior se notaron características peculiares a cada tipo de alteración. En la presente investigación, no se observa diferencia alguna notablemente significativa, como se ve en la figura 2-2; sólo se nota hasta cierto punto, que se observa una cantidad algo aumentada de las rocas de intenso PFE anómalo entre aquéllas silicificadas.

2.8. RESULTADOS DE ANALISIS

2.8.1. SUPOSICION DE LA ESTRUCTURA SUBTERRANEA POR SIMULACION (Fig. 2-3)

Se llevó a cabo la simulación para las líneas de prospección, usando los resultados de la distribución de la resistividad aparente y de PFE obtenidos en la presente prospección, para suponer la estructura subterránea del área de interés. Como resultado de esta simulación, se obtuvieron unos patrones de distribución muy afines a los datos medidos de la resistividad aparente y PFE.

(1) Línea LL-1

Geológicamente, dioritas (Td) y luego, estrato de la Formación Esmita (Tme) se distribuyen por la parte norte a lo largo de esta línea. Desde el centro hacia el sur, se distribuyen las andesitas porfiríticas (Ta-da).

En cuanto a la estructura de resistividad, el área sur a partir del punto No. 10, consta de los bloques (2), (3), (4) y (5) con la probable presencia local de los bloques (6) y (7) que representan la resistividad relativamente alta, alrededor del punto No. 13. Por la parte norte desde el punto No. 10, es probable que existan los bloques de resistividad (6) y (7), representando el valor relativamente alto de $400\Omega.m$, y que existan los bloques de baja resistividad (3) y (4) dentro de los bloques (8) y (9) que tienen una resistividad más alta que aquélla de los bloques (6) y (7).

Los bloques (2), (5) y (7) que están alrededor del centro de la línea LL-1 responden con intenso PFE. Estos cuerpos de respuesta, con intenso PFE se extienden desde esta línea hacia el este hasta la línea LL-7, y se supone desde el punto de vista geológico basado en los resultados de la medición de las muestras de roca y las observaciones de terreno de superficie del área de interés, que sean indicadores de la presencia de sulfuros de alto grado, que consistirían principalmente de piritas de hierro.

(2) Línea LL-2

La formación geológica a lo largo de esta línea es semejante a la de la línea LL-1, esto es, las dioritas (Td) y los estratos de la Formación Esmita (Tme) se distribuyen en este orden por la parte norte de esta línea, y desde el centro hacia el sur se distribuyen las andesitas porfiríticas (Ta-da). Una intrusión local de dioritas (Td) se ve cerca del punto No. 15, y la distribución limitada del estrato de Formación Esmita (Tm), por el extremo sur de la línea.

En lo que se refiere a la estructura de resistividad, se supone que conste la parte sur desde el punto No. 12 de esta línea, de los bloques (2), (3), (4) y (5), los cuales representan baja resistividad entre $50\Omega.m$ y $200\Omega.m$; en el norte, desde dicho punto la mayor parte consta del bloque (0) que representa la resistividad de $400\Omega.m$. Además, se deducen la presencia local de los bloques de baja resistividad, (1), (2), (3) y (4), en la superficie alrededor del punto No. 11 y la presencia latente de los bloques de alta resistividad, (7) y (8).

Es de suponer que estarían concentrados los bloques (2), (4), (5) y (6), los cuales responden con intenso PFE, hacia el sur alrededor del punto No. 14.

(3) Línea LL-4

Por geología, esta línea consta de las dioritas (Td) por su extremo norte, del estrato de Formación Esmita (Tme) hasta la vecindad de su centro, y de las andesitas porfídicas (Ta-da) por su parte sur desde el centro.

En cuanto a la estructura de resistividad, se deduce la presencia de baja resistividad de $200\Omega.m$ entre el punto No. 9 y el punto No. 17. Esta faja de baja resistividad es de gran escala, y existe por el centro del área de interés, y que abarca una extensión amplia, que continúa desde la línea LL-1 hacia la LL-7, pasando por la línea LL-4, en la dirección este-oeste. La anomalía encontrada durante los estudios de geoquímica se distribuye dentro de esta faja de baja resistividad.

Se observa una alteración distribuida de PFE cerca del límite del punto de medida No. 12. Esta alteración es alta en el lado norte y baja en el lado sur.

En la sección superficial se encuentra la zona de PFE 1% con un valor bajo que se distribuye con una extensión relativamente amplia.

Se piensa que la distribución del área de PFE de alto valor se encuentra en el extremo sur de la línea de medida.

(4) Línea LL-7

En términos geológicos, esta línea consta de estratos de la Formación Popayán de edad cuaternario (Tqv) por su parte norte, y de las dioritas (Td) desde su punto No. 6 hacia el sur.

En cuanto a la estructura de resistividad, se deduce la presencia de los bloques (0), (1), (2) y (3) que presentan baja resistividad, entre el punto No. 9 y el No. 14, y además, en el perfil poco profundo del extremo norte de la línea. Por otra parte, se supone que existan los bloques (4) y (5) de resistividad de $400\Omega.m$ y los (7) y (8) representando alta resistividad de $800\Omega.m$ por todas las partes de esta línea.

Además, se supone la presencia, aunque en menor escala, de los bloques (6) y (9) que responden con intenso PFE desde su punto No. 12 hasta el punto No. 15. Estos cuerpos de respuesta de intenso PFE, están tendidos desde la línea LL-2 hasta llegar a esta línea por el lado norte del área de interés, con escalas variadas, y se considera que llegando a esta línea, su escala se reduce.

2.9. CONSIDERACIONES

2.9.1. Comparación con los resultados del sondeo exploratorio

Podemos hacer las siguientes observaciones a partir de la comparación hecha entre los resultados obtenidos del sondeo exploratorio que se llevó a cabo este año y los resultados de la exploración geofísica por el método de IP en el segundo año:

(1) CJM-6

De acuerdo con la observación visual de los corazones de las rocas, efectuado en el sondeo exploratorio, se pudo localizar una cantidad relativamente extensa de las piritas de hierro, las cuales están diseminadas en 3 a 5% o distribuidas en forma de intrusión con gruesos filones, desde la superficie hasta una profundidad de 200 m aproximadamente, además una cantidad alrededor de 1% se observó en todos los pozos de sondeo. Sin embargo, no se observó la mineralización cuprífera. Hasta la profundidad de unos 240 m desde la superficie, predominan las fajas de alteración blanca, y en las secciones más profundas, las fajas de alteración clorítica.

El pozo CJM-6 se perforó en el punto medio entre las líneas L-B y L-C. Como resultado de la simulación llevada a cabo, el modelo que corresponde a este pozo podría ser el bloque (6) Con valor PFE de 15% en la vecindad del punto No. 2 con respecto de la línea L-C, y un modelo del valor PEF de 5% en la vecindad del punto No. 6 con respecto de la línea L-B, el cual resultó con un espesor de 50m aproximadamente, según nuestro cálculo.

Los cuerpos causantes de valores altos de PFE corresponden a las piritas de hierro, las cuales se distribuyen en un nivel de 3 a 5%, en el perfil subterráneo poco profundo.

(2) CJM-7

Entre los 0 - 90 m se reconoce un área fuertemente alterada, por haberse silicificado en su mayor parte, siendo reconocida universalmente la calcopirita mineralizada, puesto que la calopirita se encuentra en una proporción de 1/10 en comparación a la cantidad de la pirita que se distribuye en forma general. En el intervalo entre las 90 - 260 m se sigue reconociendo la silicificación y la piritización, pero a una profundidad mayor de 260 m estos disminuyen notablemente.

La localización de este pozo se halla cerca al punto No. 7 de la línea L-A, el cual corresponde al (2) y (0) del modelo de simulación. La resistividad y el PFE calculados para los cuerpos causantes son de 100Ω.m con 6% y 300Ω.m con 3%. Respectivamente suponiendo que la baja resistividad indica una alteración muy desarrollada y el cuerpo causante de un alto valor de PFE corresponde a la presencia de minerales de sulfuros que principalmente contenga pirita, (con la mineralización cuprífera incluida); el modelo de simulación coincide altamente con los resultados obtenidos del sondeo exploratorio.

(3) CJM-8

Según la inspección visual de los corazones de las rocas que se realizó para este pozo durante el sondeo exploratorio, la mineralización cuprífera es muy débil mientras que las piritas de hierro se distribúan por todo el pozo. Hasta la profundidad de unos 60 m desde la superficie, predominaban las fajas de alteración blanca; en la profundidad de 60 m hasta 220 m, se observó la distribución alterna de alteración blanca y aquéllas de alteración clorítica, y luego, en la parte más profunda que 220 m de los cuerpos causantes predominaba ésta.

El cuerpo respondiente de 1000Ω.m, se añadió para expresar la

resistividad aparente de unos $400\Omega.m$ que se observó en el extremo norte de la línea y está calculado hasta la profundidad entre 30 - 260 m y corresponde a la distribución de la capa de la Formación Esmita.

Al igual que CJM-7, la pirita es distribuida en todas partes; pero comparando con la distribución general que se halla entre los 0 - 100m; a una profundidad mayor que ésta, se torna muy débil. El cobre mineralizado solo existe alrededor de los 30 m y es muy débil en comparación con CJM-7. Junto con la mineralización de cobre cerca de los 30 m, corresponde al cuerpo causante de una capa fina con PFE de 6%. Otro cuerpo causante es el que tiene PFE de 2 - 3% y en caso de calcularse una baja calidad del cuerpo causante de ese PFE, es posible no poder encontrar la mineralización de cobre.

(4) CJM-9

Cerca de los 200 m se alternan entre sí, la alteración silicificada y la alteración clorítica; pero a una profundidad mayor de los 200 m el núcleo es de alteración clorítica.

Se reconoce una mínima cantidad de calcopirita y una gran cantidad de pirita hasta los 120 m de mineralización.

Es reconocido generalmente, la piritización cerca de los 260 m pero es muy débil la mineralización de cobre. Se reconoce una cantidad mínima de piritización a una profundidad mayor de 260 m. Esta perforación se encuentra entre el punto medio de la líneas de medida L-C y estaciones No. 5 y 6 y la línea L-B estaciones 9 y 0.

Suponiendo que al modelo simulado le corresponde esta cercanía en la línea L-C en el punto de medida entre No. 5 y 6, se calculó el cuerpo respondiente cerca de 0, 2 y 7; la resistividad de $300 - 500\Omega.m$; y es calculado un 15% de PFE dentro de 2 - 5%. Este cuerpo causante del PFE, corresponde a la distribución de la gran cantidad de pirita.

(5) CJM-10

Según la observación visual de los corazones de rocas, se alternan la alteración clorítica y la silicificada hasta los 330 m.

Este tiene el nivel igual que el CJM-9, pues la mineralización de cobre es débil, mientras que la piritización es fuerte.

En el modelo simulado, le corresponde el cuerpo respondiente 8, 1, 7 y 0 en la línea L-A cerca del punto No. 12. La resistividad es de $300 - 1000\Omega.m$ y es calculado el PEF de 6 - 10%. El lugar exacto para la perforación se encuentra en el límite de 1, 7, pero le corresponde la distribución de la pirita los valores altos de cuerpos causantes de PFE de 6 - 10%.

(6) CJM-11

Según la observación visual, alrededor de los 100 m, se nota principalmente la alteración silicificada, mientras que a la profundidad mayor de 100 m la alteración es cloritizada.

Es aceptada la piritización hasta la cercanía de los 140 m, pero a mayor profundidad ésta disminuye. La mineralización del cobre al igual que CJM - 8, 6 es notable. La perforación se encuentra en la línea de medida L-2, entre los puntos No. 5 y 6.

Al modelo simulado le corresponde el cuerpo de respuesta 0 y 3 que se encuentra entre el punto 5 y 6 de la línea L-A. La resistividad es de $200 - 300\Omega.m$ y el PFE de 6 - 7%.

En la medida de la línea interesada, el back ground es de 6% y en el cuerpo de respuesta con PFE 10%, le corresponde la distribución de la pirita que tiene una existencia general.

(7) Resumen

El cuerpo de respuesta instado por el simulacro y la diferencia

observada con el resultado de evaluación hecha al núcleo de la roca perforada, podemos ver que cierta distribución de pirita corresponde a los distintos valores de PFE del cuerpo de respuesta.

El cobre mineralizado es numeroso en el orden de CJM-7, 9, 10 y débil en 8, 6, 11. Estas distinciones de análisis se encuentran entre los 0.2% y 0.01% en condiciones muy bajas, por esta razón no se ha podido encontrar una relación directa con el cuerpo de respuesta PFE. Como más bien se puede ver, una correlación legal con cierta cantidad de pirita y otro tanto de cobre mineralizado. La condición necesaria del cuerpo de respuesta PFE y de alto valor es encontrarse cerca del simulacro del área cloritizada.

El método SIP se adoptó en el segundo año de este proyecto, como una técnica que puede facilitar la discriminación entre un mineral y otro. En la parte alrededor de los puntos No. 7 y No. 8 de la línea L-A (N=1), donde se observó la mineralización cuprífera, la forma trazada en el diagrama Cole-Cole, correspondiente a dicha parte, indica una anomalía. Esto, en términos generales, sugiere la presencia de un acoplamiento de manera semejante al caso de la forma que resultó en los extremos de la línea L-C y en la línea entera L-B, y puede atribuirse a la presencia coincidente de baja resistividad y polarización.

2.9.2. CONCLUSIONES

La presente investigación tuvo por objeto, el delimitar la extensión de las anomalías que se observaron a través del método IP en el año anterior (el porcentaje de efecto de frecuencia anómalo y la anomalía en la resistividad) para aclarar todos los aspectos de las anomalías observadas, y así, suponer y calcular la presencia de las fajas de alteración mineralizada. En este sentido, se cumplió el objetivo. Las conclusiones integrantes de los resultados de este año y los del año anterior se resumen a continuación:

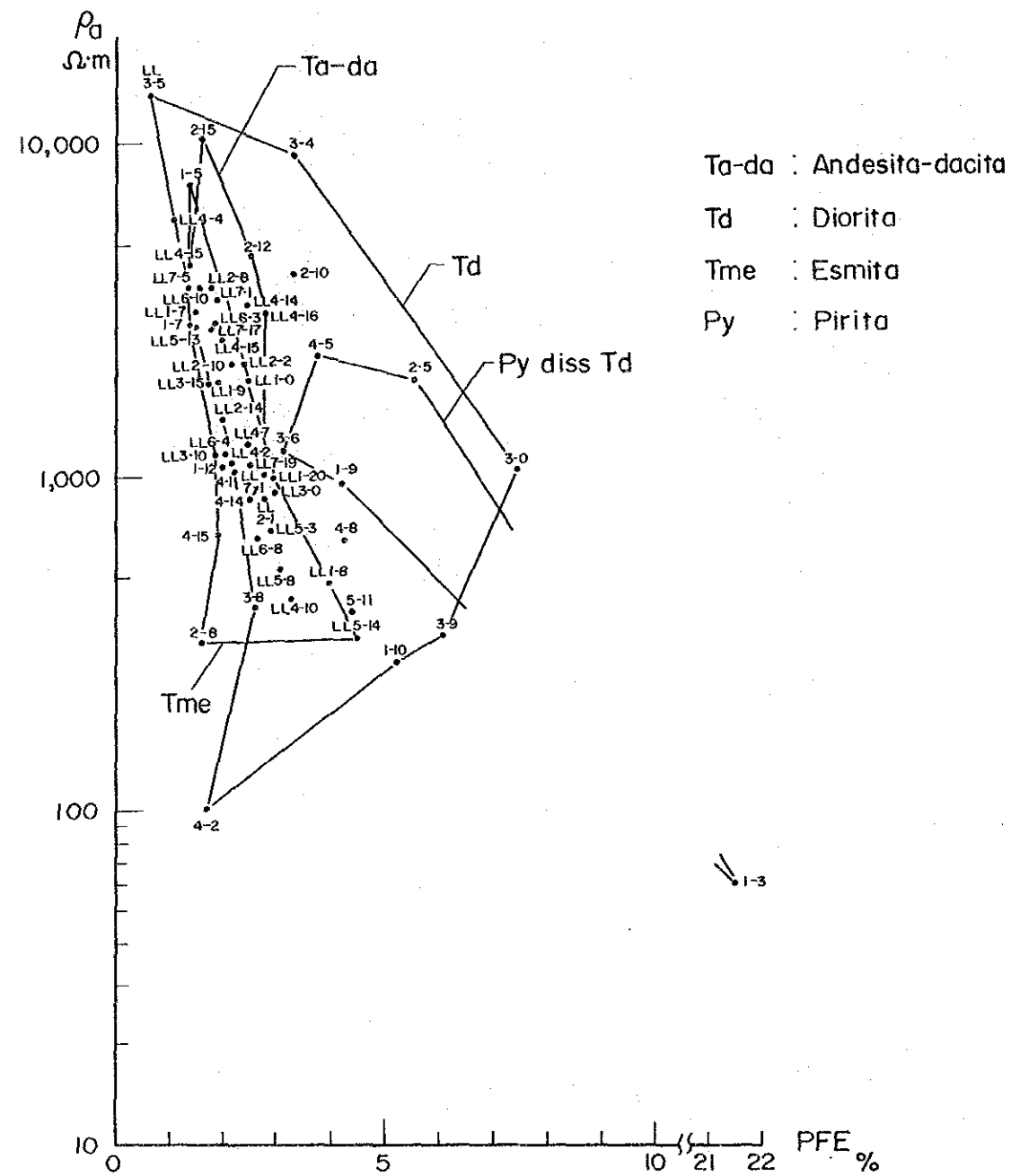
- 1) Los resultados del presente año están de acuerdo con los del año anterior, tanto en la distribución de la resistividad aparente como en la del porcentaje efecto de frecuencia (PFE).
- 2) Se observaron las zonas de baja resistividad en el centro del área prospectada, en la dirección aproximadamente este-oeste. En vista de que no se puede establecer la correlación entre estas zonas y la formación geológica de la superficie del área de interés, sino que más bien parecida esta baja resistividad a la tendencia de la distribución en plano de PFE, y además, de que estas zonas comprenden la anomalía resultante del estudio geoquímico y las fajas de alteración hidrotermal que se verificaron en la superficie. Se supone que las zonas tengan una relación más estrecha con las acciones de alteración en función de mineralización, las cuales fueron las causas de dichas anomalías.
- 3) Los valores de moderado a intenso en PFE anómalo, que son mayores de 2%, se observaron en todas partes del área de interés en una forma circular. Se verificó que entre ellos, la anomalía intensa que corresponde a los valores mayores de 5%, cerraba su distribución en la dirección este-oeste. No se observó extensión alguna hacia el norte, sino que se distribuían sólo por el lado sur en forma semicircular, rodeando la anomalía detectada durante la exploración geoquímica. En consecuencia, se puso más clara y precisa la posición del centro de mineralización.
- 4) En la medición de las muestras de roca, todas las muestras reunidas en el área de interés mostraron una gran dispersión en su

resistividad, entre otras, las dioritas (Td) mostraron la dispersión más grande. De esto, se puede deducir que la resistividad de las dioritas afectan altamente las acciones de alteración. Algunas muestras que pertenecen al estrato de la Formación Esmita (Tme), también mostraron los valores mayores de 3% de PFE. Este resultado se conforma con el hecho de que había actividad intrusiva de las rocas eruptivas, en el estrato de Formación Esmita (Tme).

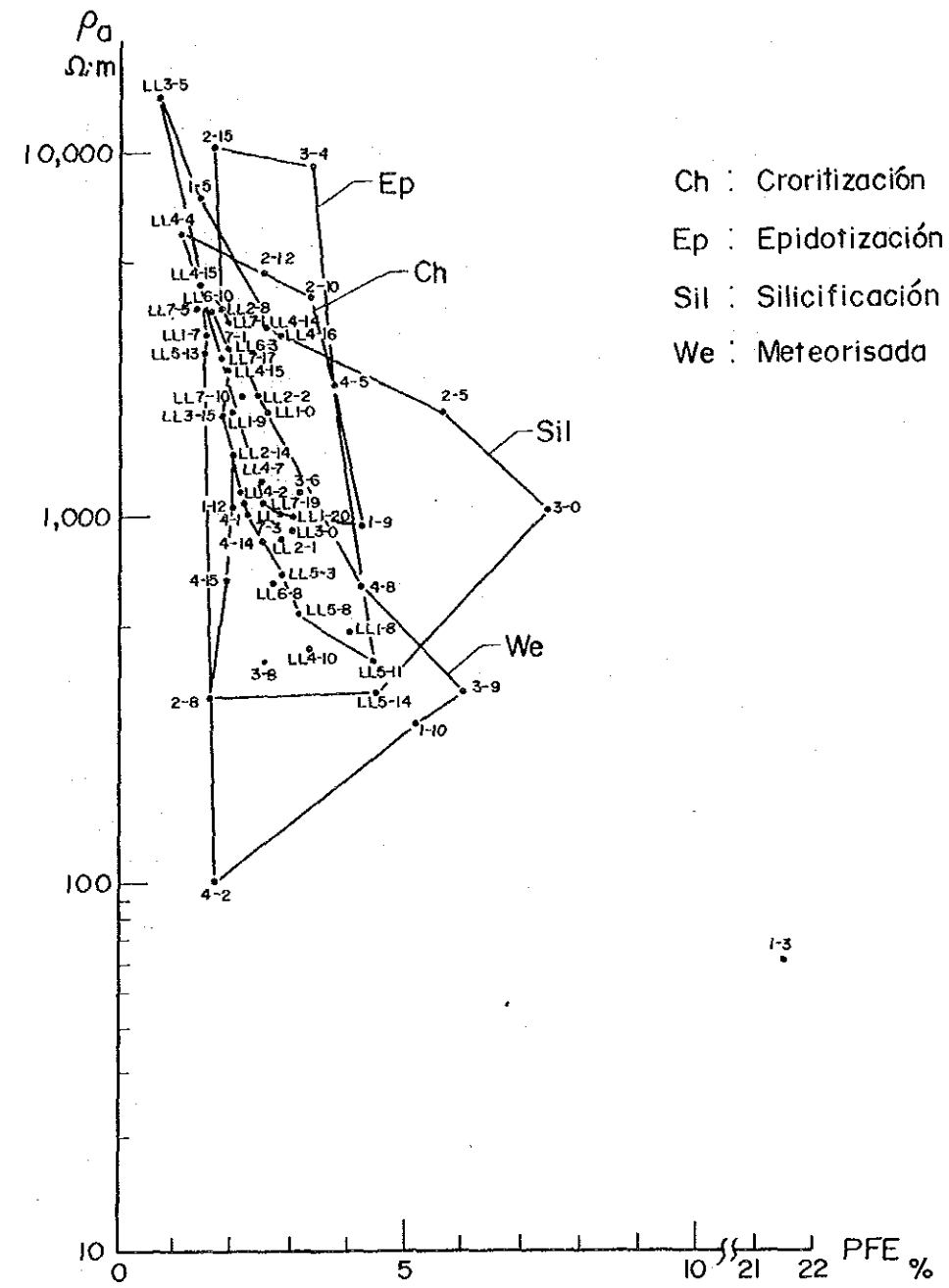
- 5) Considerando los resultados de la medición de las muestras de roca y las observaciones hechas en aquéllos afloramiento superficiales en el área, los cuerpos que respondían a altos valores de PFE, o sea que al intenso porcentaje de efecto de frecuencia en la prospección, deben corresponder a la distribución de los minerales de sulfuros, principalmente de piritas de hierro que extensivamente se distribuyen entre las dioritas (Td) y andesitas porfídicas (Ta-da). La diferencia obtenida con la perforación y el resultado del análisis del modelo simulado, ha confirmado que el cuerpo de respuesta con altos valores de PFE, es la sección reunida de concentraciones de pirita de alta calidad.

- 6) generalmente, en el yacimiento tipo pórfido cupífero se observan las zonas de piritas de hierro que los acompañan con intenso PFE anómalo; y las zonas de mineralización cuprífera que se distribuyen dentro de ellas, indican los valores menos intensos como si estuvieran envueltas por aquéllas.

En el caso del área de interés, la alteración blancuzca que se observa en correlación con la fuerte mineralización de cobre, se distribuye, dentro del área anormal de PFE y trae consigo la zona anómala de la prospección geoquímica. Rodeando esta forma en el lado sur se encuentra el área de alto valor de PFE, indicando la disolución de la zona piritizada. Esto armoniza con el modelo general arriba mencionado.



CLASIFICACION POR ROCAS

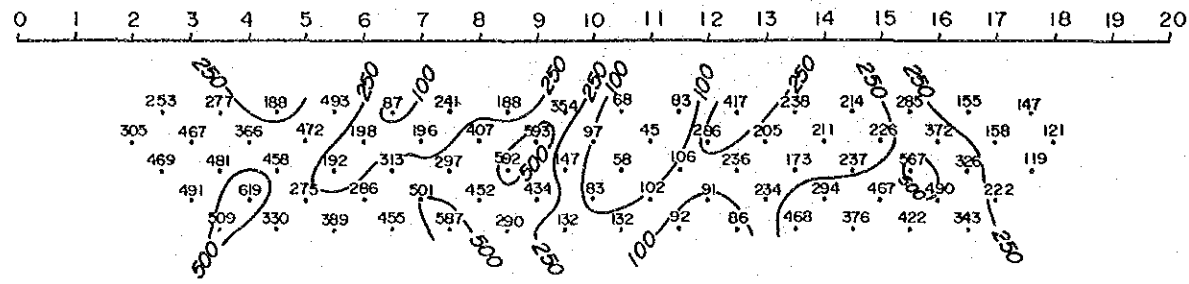


CLASIFICACION POR ALTERACION

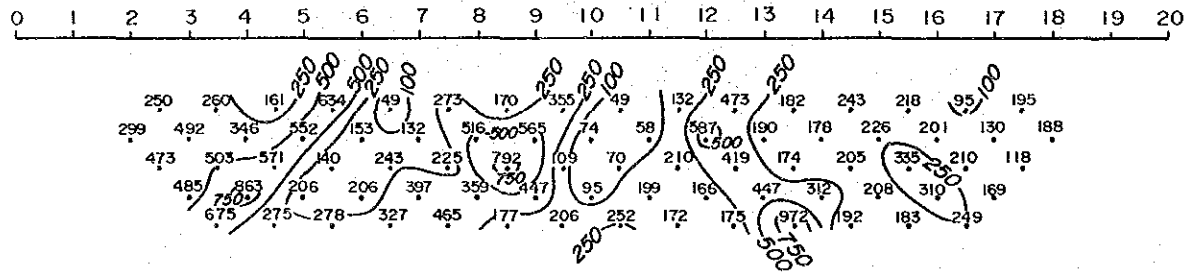
FIG. 2-2 RESULTADOS MEDIDOS DE LAS MUESTRAS DE ROCAS (IP)

LINE LL - I

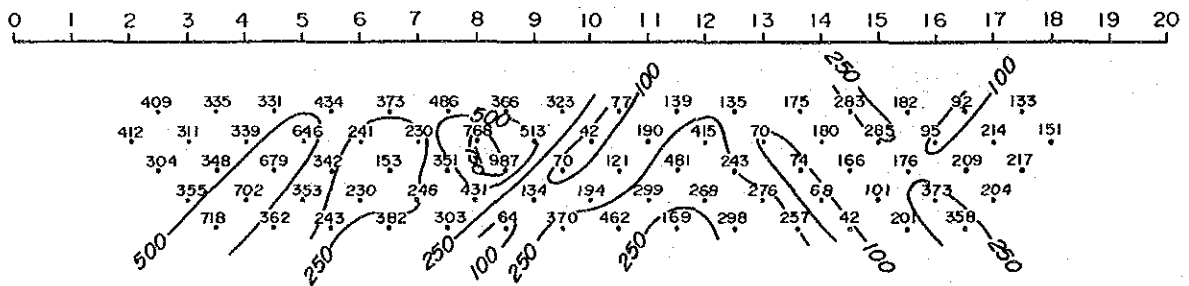
OBSERVED DATA AR ($\Omega \cdot m$)



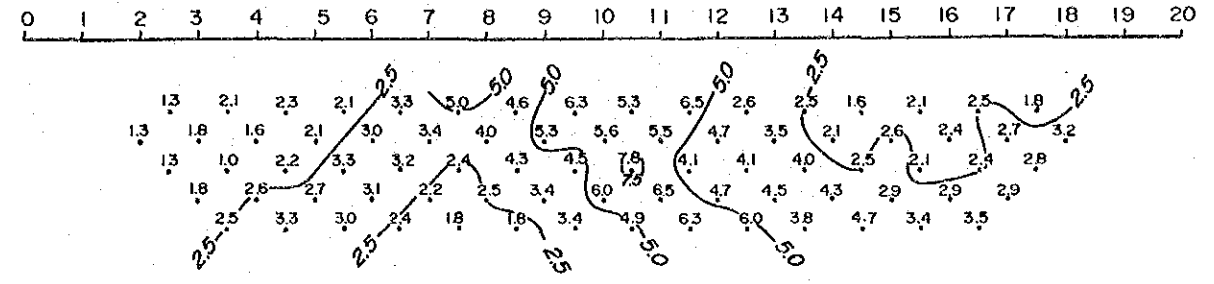
CORRECTED RESULTS AR ($\Omega \cdot m$)



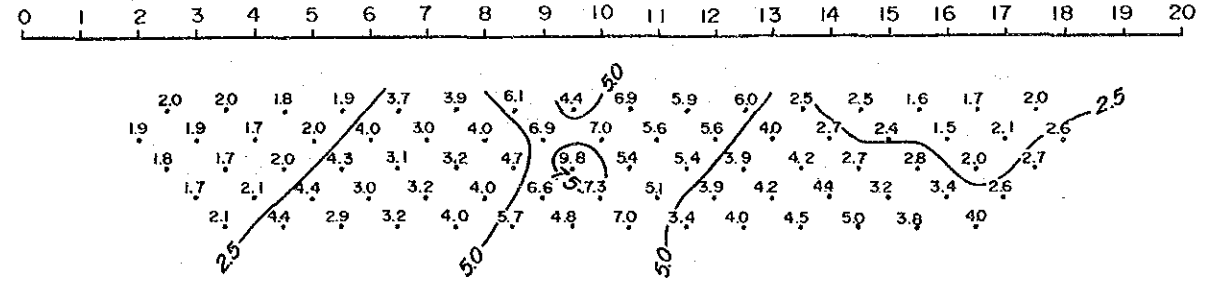
CALCLATED RESULTS AR ($\Omega \cdot m$)



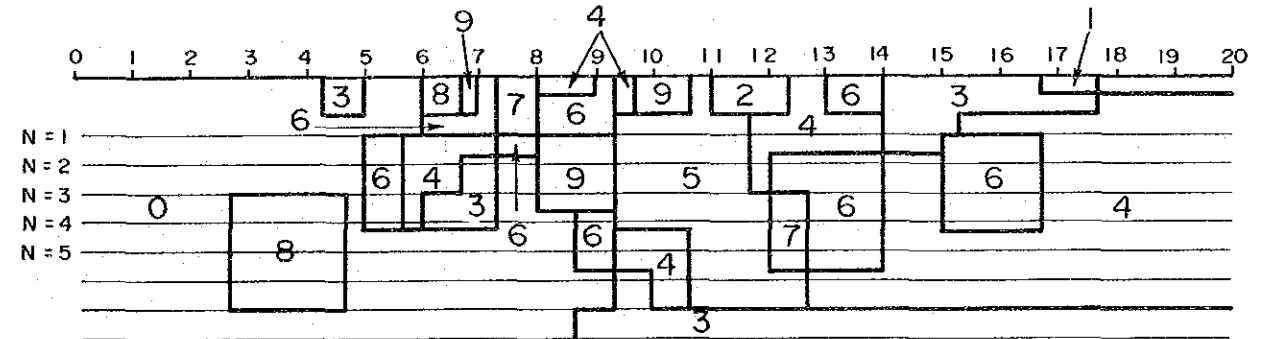
OBSERVED DATA PFE (%)



CALCULATED RESULTS PFE (%)



SIMULATED MODEL

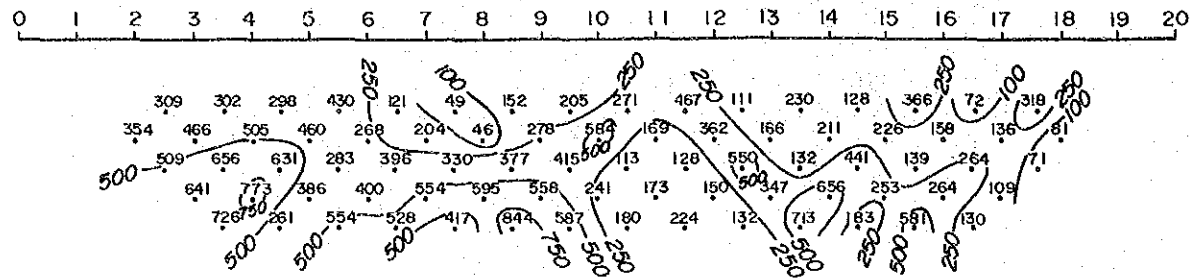


MODEL No,	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RESISTIVITY ($\Omega \cdot m$)	400	50	50	200	200	200	400	400	1000	1000
FREQUENCY EFFECT (%)	2.0	2.0	6.0	2.0	4.0	6.0	4.0	6.0	2.0	4.0

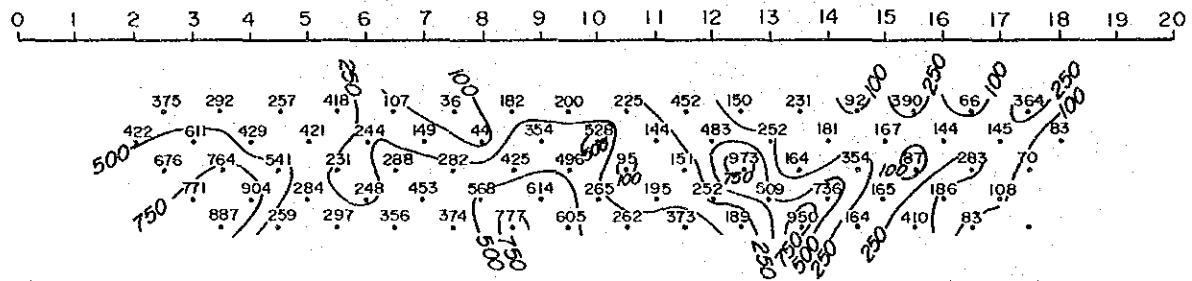
FIG. 2-3 (I) RESULTADO DE SIMULACION

LINE LL - 2

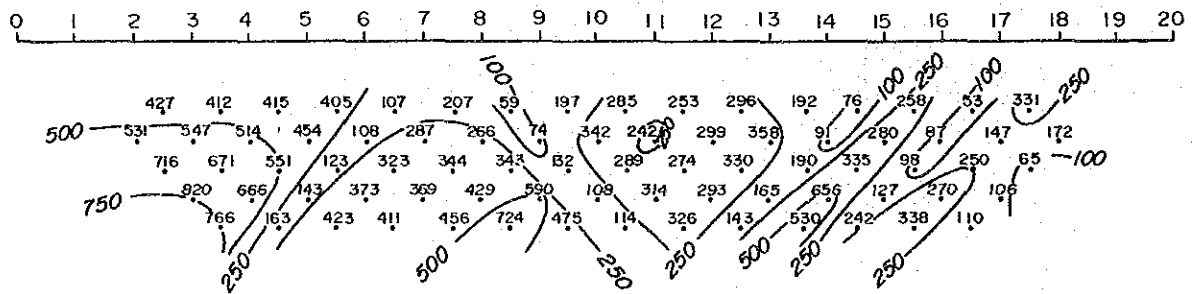
OBSERVED DATA AR ($\Omega \cdot m$)



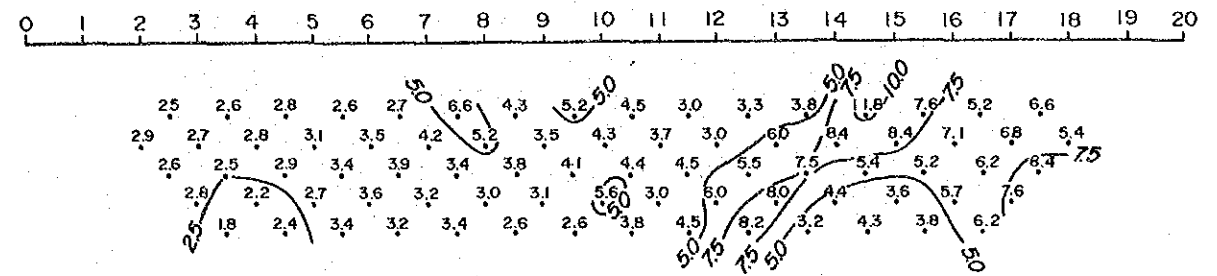
CORRECTED RESULTS AR ($\Omega \cdot m$)



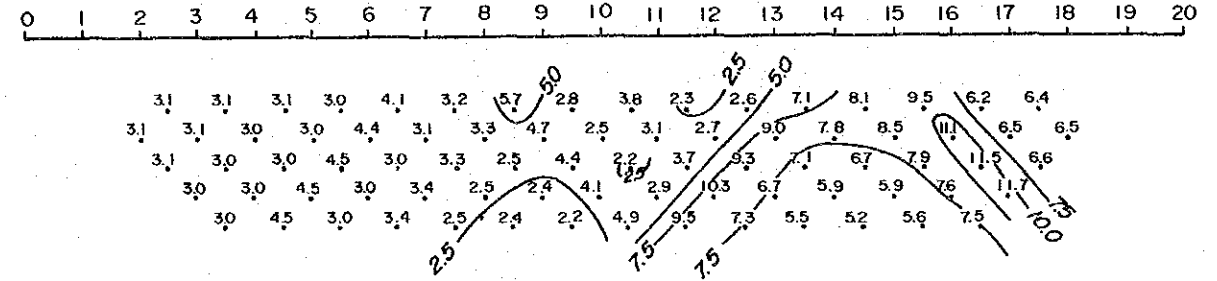
CALCLATED RESULTS AR ($\Omega \cdot m$)



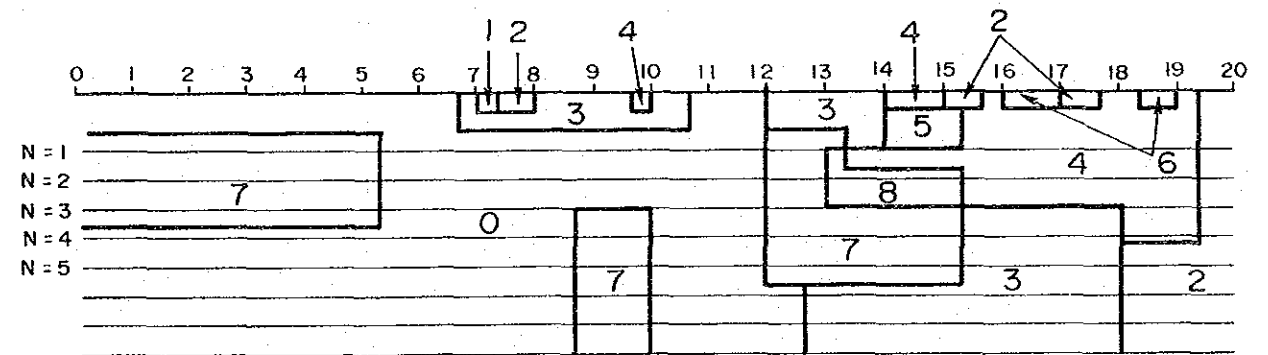
OBSERVED DATA PFE (%)



CALCULATED RESULTS PFE (%)



SIMULATED MODEL

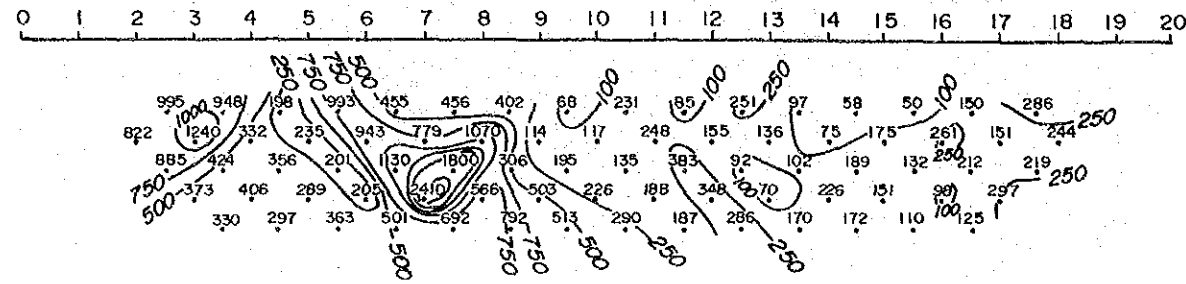


MODEL No,	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RESISTIVITY ($\Omega \cdot m$)	400	50	50	200	200	200	400	1000	1000	—
FREQUENCY EFFECCY (%)	3.0	3.0	6.0	3.0	6.0	15.0	6.0	3.0	6.0	—

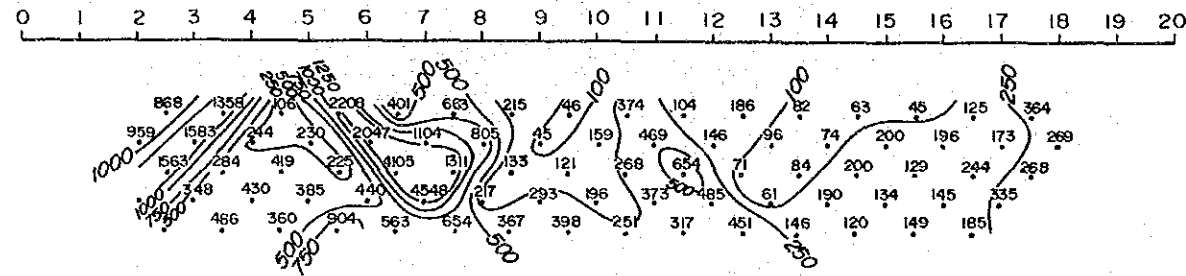
FIG. 2-3 (2) RESULTADO DE SIMULACION

LINE LL-4

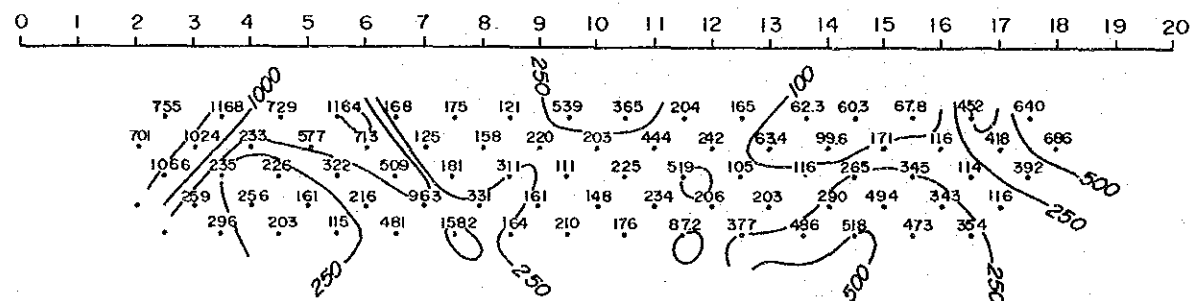
OBSERVED DATA AR ($\Omega \cdot m$)



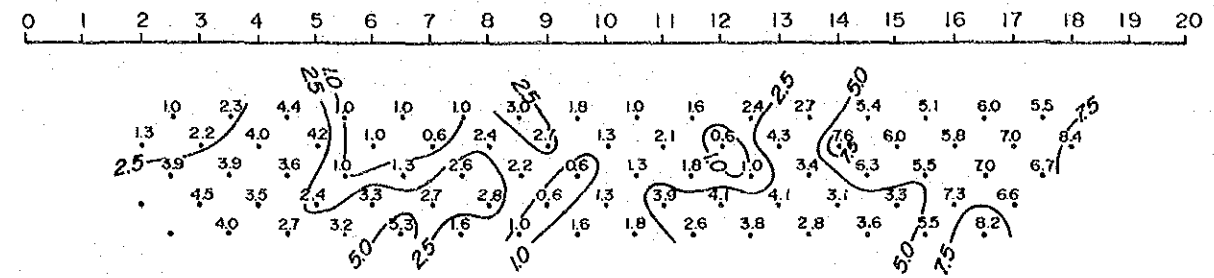
CORRECTED RESULTS AR ($\Omega \cdot m$)



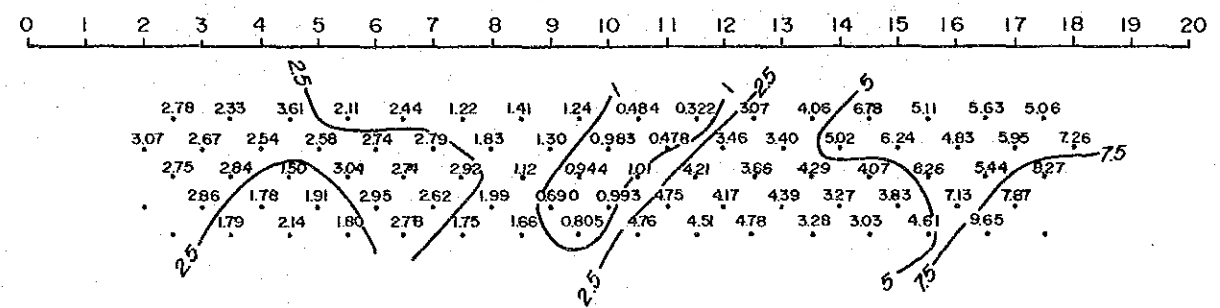
CALCLATED RESULTS AR ($\Omega \cdot m$)



OBSERVED DATA PFE (%)



CALCULATED RESULTS PFE (%)



SIMULATED MODEL

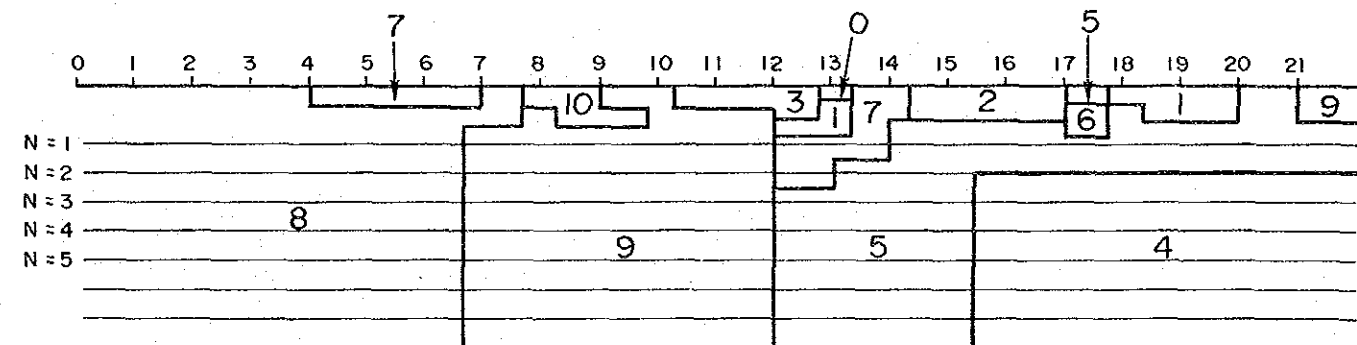
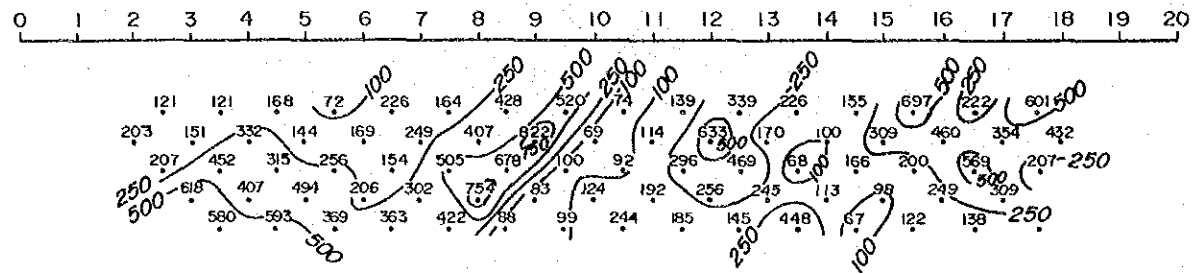


FIG. 2-3 (3) RESULTADO DE SIMULACION

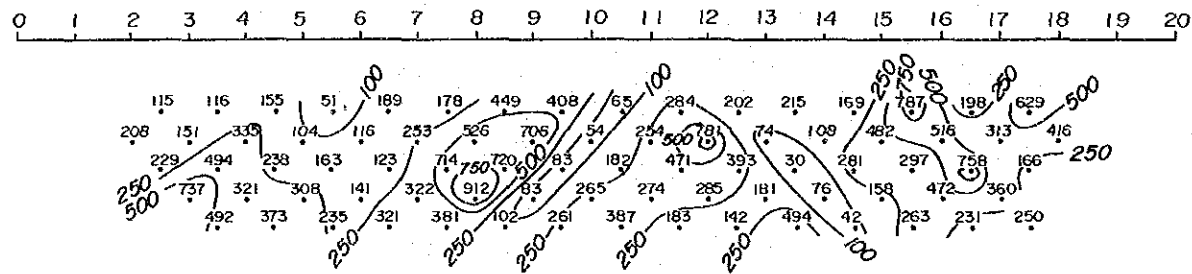
MODEL No,	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RESISTIVITY ($\Omega \cdot m$)	50	50	200	400	400	400	400	800	800	800	5000
FREQUENCY EFFECY (%)	1.0	5.0	1.0	1.0	10	5.0	8.0	1.0	3.0	5.0	3.0

LINE LL-7

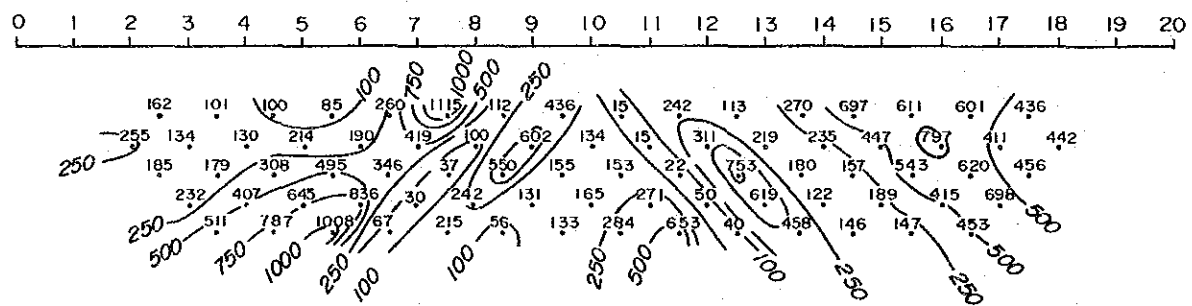
OBSERVED DATA AR ($\Omega \cdot m$)



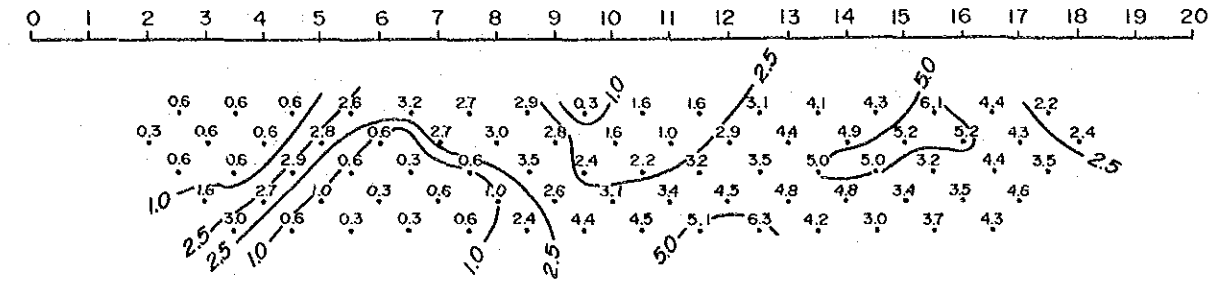
CORRECTED RESULTS AR ($\Omega \cdot m$)



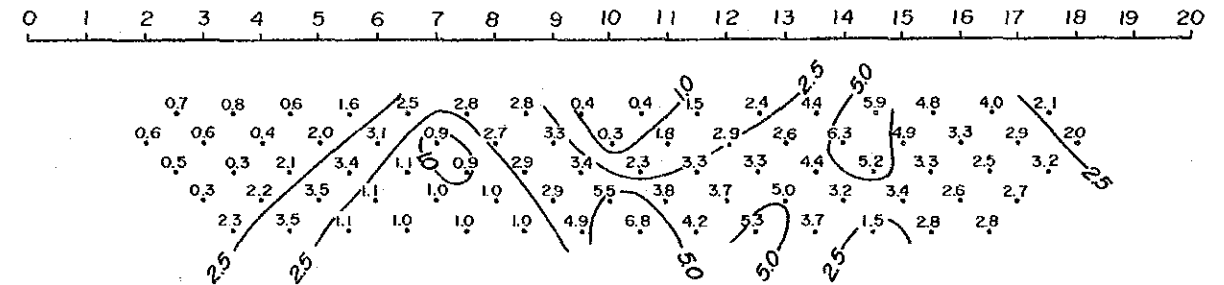
CALCLATED RESULTS AR ($\Omega \cdot m$)



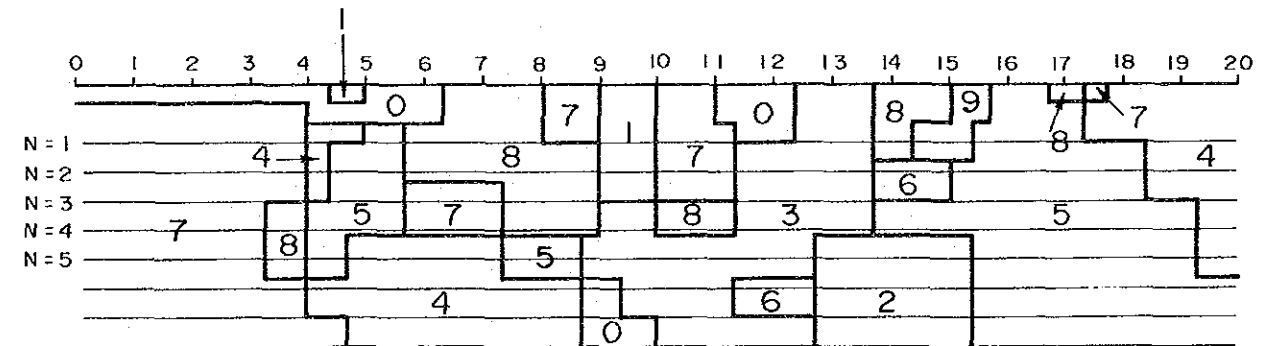
OBSERVED DATA PFE (%)



CALCULATED RESULTS PFE (%)

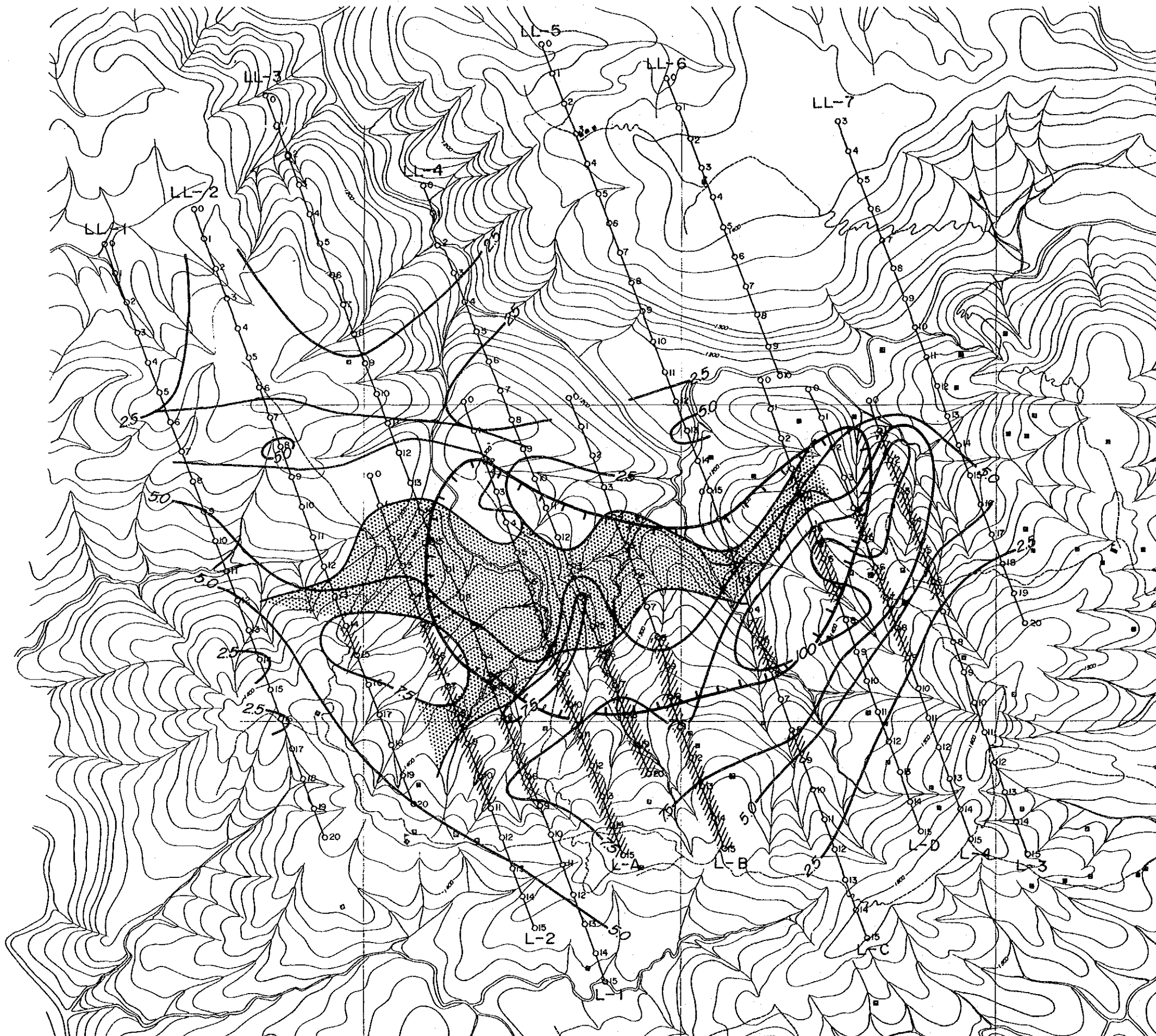


SIMULATED MODEL

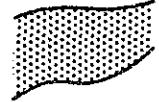

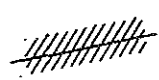

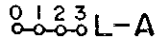
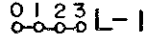


MODEL No,	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RESISTIVITY ($\Omega \cdot m$)	150	50	50	150	400	400	400	800	800	800
FREQUENCY EFFECY (%)	1.0	1.0	4.0	4.0	1.0	4.0	4.0	1.0	4.0	6.0

FIG. 2-3 (4) RESULTADO DE SIMULACION



Leyenda

-  Zona de PFE entre 7.5 y 2.5%, y de AR menos de 250 Ω·m
-  Zona alteración de silicificación y caolinización en superficie
-  Cuerpos causantes calculados mas de 10% de PFE
-  50 Isolíneas de PFE
-  0 1 2 3 L-A Líneas de SIP
-  0 1 2 3 L-I Líneas de IP

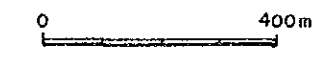


FIG. 2-4 RESULTADO DE GEOFISICA AREA DOMINICAL.

3. EXPLORACION POR PERFORACION EN EL AREA DOMINICAL

3.1. INTRODUCCION

3.1.1. OBJETIVO

Los resultados obtenidos en el área de Dominical, Cauca, durante la segunda fase del Convenio COLOMBO-JAPONES, utilizando Geología de superficie y Geofísica (IP-SIP) reveló la posibilidad de detectar un depósito del tipo Pórfido Cuprífero en dicha zona. Para comprobar su verdadera importancia, se programó la Tercera Fase, realizando exploración mediante perforaciones.

3.1.2. BOSQUEJO DE LA OPERACION

El grupo de la Misión Japonesa dedicado a esta operación estuvo compuesto por cuatro (4) miembros: El Dr. Y. Nagumo. Jefe de La Misión, y el Sr. N. Yamamoto. Jefe de Perforación los cuales salieron de Japón, con destino a Colombia, el 10 de junio de 1986. Los señores H. Simizu y H. Horishita. ingenieros de perforación, viajaron hacia Colombia el 9 de julio de 1986. El equipo de perforación se envió del Japón hacia Buenaventura, Colombia, vía marítima, el 17 de mayo de 1986, arribando el 5 de julio de 1986. El transporte de Buenaventura hasta el sitio denominado el Diviso, se realizó por camión, invirtiendo en ello cinco (5) días. Del Diviso hasta el sitio de trabajo (POZO, CJM-7) se invirtieron ocho (8) días, por medio de acarreo con caballo y jornaleros. El Pozo CJM-7 comenzó a perforarse el 20 de julio de 1986. Los miembros de la Misión Japonesa antes citados, permanecieron en Colombia hasta el 7 de enero de 1987, para un total de 207 días.

El período de perforación fue entre el 20 de julio de 1986 y el 13 de Diciembre de 1986, para un total de 147 días. La longitud total alcanzada por los seis (6) pozos perforados fue de 2,057,70 m. Una máquina TOM-3 se empleó en esta actividad con capacidad de 590 m. con diámetro NQ y 750 m. con diámetro BQ. Normalmente se emplearon tres (3) turnos de perforación cada día, de ocho (8) horas cada uno, conformado cada grupo por un perforador y tres (3) auxiliares. El sistema empleado en perforación fue el de "wire-Line" para una mejor recuperación y una mayor eficiencia.

El resumen operacional de cada uno de los pozos perforados es:

<u>POZO</u>	<u>LONGITUD PERFORADA (m)</u>	<u>LONGITUD DE NUCLEO (m)</u>	<u>% NUCLEO RECUPERADO</u>
CJM-6	351,50	344,70	98,1
CJM-7	351,00	339,25	96,7
CJM-8	351,00	349,75	99,6
CJM-9	351,20	348,40	99,2
CJM-10	351,50	340,90	97,0
CJM-11	301,50	290,80	96,5
TOTAL	2.057,70	2.013,80	97,9

3.1.3. DESCRIPCION ANALISIS DE LOS NUCLEOS

Todos los núcleos de los pozos de perforación fueron descriptos

teniendo en cuenta la litología, alteración hidrotermal y mineralización. Los resultados fueron descritos en formatos Geológicos con una escala de 1:200. Para cuantificar la mineralización de los núcleos, cada 15 m. se envió una muestra con una longitud de 2,0 m. cada uno, correspondiente a 1/2 del núcleo total. Cada una de estas muestras se analizó para los elementos Cobre, Molibdeno y Oro.

Además de estos análisis, se enviaron varias muestras de núcleos al laboratorio para realizar análisis adicionales. A continuación se enumeran cada uno de los análisis realizados:

- 1) Análisis Químicos de los núcleos para Au, Cu y Mo. 111 muestra
- 2) Observación microscópica de secciones delgadas 13 muestra
- 3) Observación microscópica de secciones pulidas 10 muestra
- 4) Análisis por difracción de Rayos X 27 muestra
- 5) Inclusiones fluidas y temperaturas de Homogenización 19 muestra

3.2. ACTIVIDADES DE PERFORACION

3.2.1. PREPARACION DE EQUIPOS Y SITIOS DE PERFORACION

La primera visita al área de trabajo para chequear las condiciones de transporte, campamento y ubicación de plataformas se realizó el 19 de junio de 1986. La preparación del camino para el transporte de la máquina de perforación y sus accesorios se realizó entre el 20 de junio y el 12 de julio de 1986. La longitud total de los caminos preparados por trabajadores ocasionales para llegar del Diviso al área de trabajo y a cada uno de los pozos, es de 16.440 m., con un ancho promedio de 2,0 m.

La máquina de perforación y sus accesorios se transporto de Buenaventura a Piedra Sentada en dos (2) camiones de 20 Toneladas cada uno. De Piedra Sentada al Diviso, en camión de 3 Toneladas. Del Diviso al área de trabajo, al hombro de trabajadores y a caballo.

Para la conducción del agua a los sitios de perforación fue necesario utilizar, en algunos sondeos, bomba y manguera de Polietileno de 1 1/2 pulgada, y en otros aprovechando la gravedad.

<u>POZO</u>	<u>SISTEMA DE AGUA</u>	<u>LONGITUD DE MANGUERA (m)</u>	<u>DIFERENCIA ALTURA (m)</u>	<u>QUEBRADA</u>
CJM-6	gravedad	500,00	+ 130,00	Gualero
CJM-7	bombeo	10,00	- 2,00	Custodia
CJM-8	bombeo	250,00	- 25,00	Custodia
CJM-9	gravedad	450,00	+ 105,00	Chontaduro
CJM-10	bombeo	250,00	- 60,00	Gualero
CJM-11	bombeo	120,00	- 30,00	Guadual

3.2.2. DESEMPEÑO EN PERFORACION

Para perforar la parte más externa de los suelos se emplearon brocas de Diamante de 131 mm. de diámetro. Al alcanzar las rocas duras se usó el "wire-Line", continuando la perforación con el tamaño HQ. Con el fin de proteger las paredes del pozo se insertó el casing. Posteriormente y para alcanzar la profundidad final se perforó con el tamaño BQ. Para facilitar la perforación se emplearon lodos en base a Bentonita.

- 1) CJM-6 Longitud Perforada: 351,50 m.
Longitud de Núcleo: 344,70 m.

Núcleo recuperado : 98,1%
Fecha de iniciación: septiembre 10, 1986
Fecha de terminación: septiembre 27, 1986

0,00 - 6,00 m.

El pozo se perforó hasta 6,00 m. con broca de diamante de 131 mm. Se colocó casing de 127 mm. y HW. Se perforó suelo color café-amarillento.

6,00 - 97,70 m.

Hasta 97,70 m. se perforó con broca de diamante HQ. Se instaló casing HW hasta 21,00 m. y NW hasta 97,70 m. La roca predominante es diorita.

97,70 - 252,10 m

Se alcanzó la profundidad de 252,10 m. con broca NQ. También se instaló casing BW hasta 252,10 m. La litología esta representada por diorita, arcillolitas y limolitas.

252,10 - 351,50 m.

Se alcanzó la profundidad final de 351,50 m. con broca de diamante BQ, sobrepasando la profundidad programada de 350,00 m. La roca predominante es diorita.

2) CM-7 Longitud Perforada: 351,00 m.
Longitud de Núcleo: 339,25 m.
Núcleo Recuperado: 96,7 %
Fecha de Iniciación: Julio 20, 1986
Fecha de terminación: Agosto 6, 1986

0,00 - 2,00 m.

La perforación del pozo se inició con broca de diamante de 131 mm. hasta 2,00 m. de profundidad, a través de roca meteorizada; se colocó casing de 127 mm. HW hasta esa profundidad.

2,00 - 21,00 m.

Se perforó con HQ hasta 21,00 m. cortando diorita y arcillolita; por mala condición del terreno se colocó casing de 127 mm. hasta 2,50 m. y luego casing HW hasta 21,00 m.

21,00 - 114,00 m.

Se perforó con HQ hasta 114,00 m. roca predominante es diorita verde oscuro con algo de zonas de arcillolita. También se colocó casing HW hasta 114,00 m.

114,00 - 264,00 m.

Se perforó con NQ hasta 264,00 m., encontrando principalmente diorita y limolita. Se colocó casing BW hasta 264,00 m.

264,00 - 351,00 m.

Se perforó con BQ hasta 351,00 m. Diorita es la roca más común. Se termina el pozo, pues ya se había alcanzado la profundidad programada de 350,00 m.

3) CJM-8 Longitud Perforada: 351,00 m.
Longitud de Núcleo: 349,75 m.
Núcleo Recuperado: 99,6 %
Fecha de Iniciación: Agosto 15, 1986
Fecha de Terminación: Agosto 30, 1986

0,00 - 2,00 m

La perforación del pozo se inició con broca de diamante de 131 mm. hasta 2,00 m. de profundidad, atravezando suelo color café-amarillento; se colocó casing 127 mm. y HW hasta esa profundidad.

2,00 - 24,50 m.

La perforación continuó hasta 24,50 m. a través de roca ígnea meteorizada, usando broca HQ. Fué necesario colocar casing HW y NW hasta 24,50 m.

24,50 - 81,00 m.

Se continuó la perforación con broca NQ hasta 81,00 m. de profundidad sobre roca ígnea. Fué necesario colocar casing NW hasta esa misma profundidad.

81,00 - 199,40 m.

Se alcanzó la profundidad de 199,40 m. con broca NQ, cortando roca ígnea y limolitas. También se colocó casing BW hasta 199,40 m. de profundidad.

199,40 - 351,00 m.

Se avanzó hasta 351,00 m. con broca BQ, atravezando roca diorítica y algo de limolitas. Se sobrepasó la profundidad programada de 350,00 m.

4) CJM-9 Longitud Perforada: 351,20 m.
Longitud del núcleo: 348,40 m.
Núcleo Recuperado: 99,2 %
Fecha de Iniciación: Octubre 7, 1986
Fecha de Terminación: Octubre 27, 1986

0,00 - 6,00 m.

La perforación del pozo se inició con broca de diamante de 131 mm. hasta 6,00 m., a través de suelo y roca meteorizada. Se colocó casing 127 mm. y HW hasta la profundidad de 6,00 m.

6,00 - 24,80 m.

Se continuó con broca HQ hasta 24,80 m. sobre roca dacítica parcialmente meteorizada. Se colocó casing HW y NW hasta la profundidad de 24,80 m.

24,80 - 81,00 m.

La perforación continuó, sobre roca dacítica, con broca NQ. Fué necesario colocar casing NW hasta 81,00 m. de profundidad.

81,00 - 217,60 m.

Con broca NQ se continuó sobre dacita porfirítica hasta 217,60 m. de profundidad. Se colocó casing BW hasta esa misma profundidad.

217,60 - 351,20 m.

Se avanzó hasta 351,20 m. de profundidad con broca BQ sobre roca dacítica. Se terminó el pozo pues ya se había alcanzado la profundidad programada de 350,00 m.

- 5) CJM-10 Longitud del Pozo: 351,50 m.
Longitud del Núcleo: 340,90 m.
Núcleo Recuperado: 97,0 %
Fecha de Iniciación: Noviembre 4, 1986
Fecha de Terminación: Noviembre 18, 1986

0,00 - 9,60 m.

Se inició el pozo con broca de diamante de 131 mm., cortando suelo café y roca meteorizada. Se instaló casing 127 mm. y HW hasta 9,60 m. de profundidad.

9,60 m - 26,40 m.

Se continuó perforando con broca de diamante HQ, sobre roca diorítica parcialmente meteorizada. Se colocó casing HW hasta 26,40 m. de profundidad.

26,40 - 102,00 m.

Se avanzó hasta 102,00 m. con broca HQ, cortando roca diorítica. Se colocó casing NW hasta 102,00 m.

102,00 - 219,00 m.

Se continuó con broca NQ hasta 219,00 m. encontrando roca diorítica. Casing BW se colocó hasta 219,00 m. de profundidad.

219,00 - 351,50 m.

Se avanzó hasta 351,50 m con broca BQ cortando roca diorítica. Se terminó el pozo pues ya se había alcanzado la profundidad programada de 350,00 m.

- 6) CJM-11 Longitud del Pozo: 301,50 m.
Longitud del Núcleo: 290,20 m.
Núcleo Recuperado: 95,0 %
Fecha de Iniciación: Noviembre 26, 1986
Fecha de Terminación: Diciembre 11, 1986

0,00 - 10,00 m.

Se comenzó este Pozo con broca de diamante de 131 mm. hasta 10,00 m. de profundidad, cortando suelo café-amarillento. Se instaló casing de 127 mm y HW hasta esa misma profundidad.

10,00 - 24,00 m.

Se continuó con broca HQ hasta 24,00 m., encontrando diorita meteorizada. Casing HW se instaló hasta 24,00 m. de profundidad.

24,00 - 114,00 m.

Se continuó con broca de diamante HQ hasta 114, 00 m. de profundidad, cortando principalmente roca diorítica. Fue necesario instalar casing NW hasta 114,00 m.

114,00 - 210,00 m.

Utilizando broca NQ, se avanzó hasta 210,00 m., encontrando diorita y algunos tramos de limolita. Casing BW se instaló hasta 210,00 m. de profundidad.

210,00 - 301,50 m.

Se avanzó hasta 301,50 m. con broca de diamante BQ, encontrando roca diorítica como principal constituyente. El pozo terminó después de alcanzar la profundidad programada de 300,00 m.

3.2.3 MOVILIZACION Y BODEGAJE

(1) Movilización

Los días empleados en la movilización del equipo en cada uno de los pozos son los siguientes:

CJM - 6	5 días
CJM - 7	4 "
CJM - 8	3 "
CJM - 9	4 "
CJM - 10	3 "
CJM - 11	3 "

TOTAL : 22 días

(2) Trasteo

Una vez terminado el Pozo CJM-11, se procedió a trasteo el equipo de Perforación hasta Bamboleo. Debido al fuerte invierno, fue necesario contratar veinte (20) trabajadores para mantenimiento del camino.

Días de trasteo: 8 días

Fecha y tiempo de trasteo de a Japón Buenaventura: ENERO 6, 1987

3.2.4. RESULTADOS DE LA PERFORACION

(1) Eficiencia de la perforación

Como se indica en A.3-10, y en relación con la profundidad total de perforación de 2,057,70 m; la longitud perforada por turno fue de 4,47 m/turno, mientras que el trabajo real de perforación fue de 6,55 m/turno.

La continuidad de perforación y el número de rotación de la broca se exhiben en la tabla siguiente:

Continuidad de Perforación	No. de rotaciones
Rocas duras 2,0 - 3,0 cm/min	400 - 500 r.p.m.
Rocas moderadas 3,0 - 4,0 cm/min.	300 - 400 r.p.m.
Rocas blandas 4,0 - 5,0 cm/min.	100 - 200 r.p.m.

(2) Recuperación de núcleos

Tal como se demuestra en A.3-10, se recuperaron 2.057,70 metros de núcleos de un total de 2.013,80 metros perforados. En consecuencia, el promedio de recuperación en todo el proyecto fue de 97.9%, muy aceptable para estos casos.

3.3. GEOLOGIA Y MINERALIZACION DE LOS SONDEOS

Los 6 pozos perforados en el año 1986 en el área Dominical se describen en la siguiente tabla:

TAB. 3-1 DATOS DE PERFORACION

No. Pozo	Coordenadas	Altura s.n.m. en m.	Profundi- dad en m.	Dirección	Objetivos
CJM-6	X= 728.494 Y=1027.967	1260	351.5	Vertical	Parte oeste de anomalía geológica y geoquímica. Anomalía débil SIP.
CJM-7	X= 728.400 Y=1027.540	1378	351.0	Vertical	Parte central de anomalía geológica y geoquímica. Anomalía débil SIP.
CJM-8	X= 728.745 Y=1027.390	1325	351.0	Vertical	Parte norte de anomalía geológica y geoquímica. Anomalía débil SIP.
CJM-9	X= 728.200 Y=1028.145	1330	351.2	Vertical	Parte external suroeste de la anomalía geológica y geoquímica. Anomalía fuerte SIP.
CJM-10	X= 727.890 Y=1027.736	1420	351.5	Vertical	Parte external sur de la anomalía geológica y geoquímica. Anomalía fuerte SIP.
CJM-11	X= 728.250 Y=1027.250	1365	301.5	Vertical	Parte oeste de la anomalía geológica y geoquímica. Anomalía media a fuerte SIP.

Todos los pozos perforados están localizados a una distancia mayor de 300 m. para estudiar tanto las anomalías geológicas y geoquímicas así como las geofísicas, las cuales están hacia el sur rodeando las anomalías anteriores.

Los pozos CJM-8, CJM-7 y CJM-10 están localizados a lo largo de la línea A del método SIP, mientras que el CJM-9 y el CJM-6 están ubicados 300 y 500 m respectivamente al este de la línea A, SIP, es decir, entre las líneas B y C del método SIP. El pozo CJM-11 está localizado en la parte más oeste de los sitios perforados a lo largo de la línea 2 del método IP.

La geología y mineralización de cada pozo perforado se describe a continuación:

CJM-6

0,0 - 12,0 m

Suelos carmelitos englobando fragmentos de roca porfídica parcialmente meteorizados.

12,0 - 214,3 m

Pórfido dacítico. Minerales félsicos euhedrales a subhedrales fácilmente reconocibles, tamaño de los granos de 5 a 10 mm de diámetro. La alteración es esencialmente silicificación conjuntamente con débil cloritización y esporádicamente argilización blanca. La piritización fuerte continuó a través de toda la roca en forma de relleno de diaclasas y diseminada. Pequeñas cantidades de calcopirita se pueden reconocer en las venillas de cuarzo-pirita-calcopirita.

214,3 - 224,4 m

Roca de grano fino, muy compacta, color carmelito a gris, texturalmente se asemeja a una roca de origen sedimentario. Se observan pequeñas cantidades de pirita en toda la roca.

224,4 - 351,5 m

Andesita porfídica, grano fino a medio y de color gris oscuro. Alteración profilitica caracterizada por la presencia abundante de epidota y clorita. La mineralización de pirita es abundante aunque en menor proporción que en el tramo anterior.

CJM-7

0,0 - 0,8 m

Zona de oxidación.

0,8 - 99,0 m

Pórfido dacítico. Debido a la fuerte alteración la textura y composición de la roca original fueron destruidas; sin embargo, esporádicamente, se observan remanentes de textura porfídica y de biotita euhedral, lo cual sugiere que la roca pudo haber sido un pórfido dacítico. La alteración está representada por silicificación hasta la profundidad de 50 m. Mientras que la argilización blanca prevalece entre los 50 y 99 m. Pirita y calcopirita son visibles en todo el trayecto, pero la cantidad de calcopirita decrece con la profundidad.

99,0 - 208,6 m

Pórfido andesítico y en menor proporción dacita porfídica. Se presenta alteración propilitica entre 99 y 127.6 m para luego pasar a silicificación con pequeñas zonas ricas en cloritización. Pirita, magnetita y pequeñas cantidades de calcopirita se observan en forma diseminada o en diaclasas.

- 208,6 - 211,6 m Drusa.
- 211,6 - 255,4 m Pórfido dacítico.
Debido a la alteración, la textura de la roca se presenta muy destruída.
Se observa alteración propilítica representada por débil silicificación en el tramo 211,6 a 225,0 m y de 225,0 a 254,4 m la alteración cambia a argilización blanca, localmente con manchas de limonita.
La mineralización está compuesta por pirita y en menor proporción por calcopirita.
- 255,4 - 263,0 m Roca color gris compacta, sedimentaria, grano fino, limolita.
Pirita es relativamente abundante.
- 263,0 - 351,0 m Esencialmente andesita porfídica y en menor proporción pórfido dacítico.
Predomina alteración propilítica en todo el trayecto perforado, localmente con pequeñas zonas argilizadas.
La mineralización de pirita y calcopirita disminuye substancialmente.
- CJM-8
0,0 - 19,8 m Suelo carmelito y amarillento proveniente de la descomposición de rocas ígneas.
- 19,6 - 85,6 m Pórfido andesítico. Grano medio a fino, textura porfídica con fenocristales euhedrales a subhedrales de feldespato.
La alteración se reconoce por débil silicificación en todo el trayecto y asociada además con argilización en el tramo comprendido entre 19,8 m a 34 m y con cloritización entre 34 m y 85,6 m.
Piritización es común rellenando diaclasas y diseminada.
La mineralización de cobre es muy poca.
- 85,6 - 103,4 m Arenisco compacta, color blanco y shale negro con laminación muy fina y buzando 30°. Se observan propiriticas confuntamente de pirita diseminada.
- 103,4 - 143,8 m Pórfido dacítico intruyendo rocas sedimentarias. La alteración consiste de una mezcla débil de cloritización, argilización y silicificación.
Igualmente, se observa muy poca piritización.
- 143,8 - 181,8 m Se presenta alternacia de lutitas, areniscas y areniscas conglomeráticas, las cuales muestran estratificación graduada, buzando entre 10° y 20°.
Piritización muy escasa.
- 181,8 - 197,4 m Pórfido dacítico, débilmente silicificado y con muy poca piritización.

- 197,4 - 206,6 m Intercalaciones de shale y areniscas de grano medio a grueso, débilmente mineralizadas con pirita.
- 206,6 - 351,0 m Pórfido andesítico, roca porfídica de grano medio. En el tramo perforado predomina alteración propilítica con muy poca piritización.
- CJM-9
0,0 - 21,0 m Suelos carmelitos con fragmentos parcialmente meteorizados de dacita porfídica.
- 21,0 - 115,8 m Pórfido dacítico, el cual está caracterizado por la presencia abundante de fenocristales de cuarzo y feldespato y en menor proporción cristales euhedrales de biotita.
La alteración consiste en una mezcla de silicificación y cloritización.
La pirita es relativamente abundante y esporádicamente se observa calcopirita. Igualmente, son relativamente abundantes las venillas de cuarzo con molibdenita.
- 115,8 - 260,0 m Pórfido andesítico. Roca ígnea, color gris oscuro, de grano medio a grueso.
La alteración consiste de una asociación de alteración propilítica y silicificación hasta los 180 m y esencialmente propilítica entre los 180 y 260 m.
Pirita es muy común, sin embargo, los minerales de cobre son muy escasos.
- 260,0 - 351,2 m Pórfido dacítico con alteración propilítica.
Mineralización de pirita es común en pequeñas cantidades.
- CJM-10
0,0 - 14,0 m Suelos carmelitos englobando cantos meteorizados de rocas ígneas.
- 14,0 - 33,6 m Pórfido andesítico de grano medio a fino. La meteorización continúa hasta los 23 m de profundidad, para pasar luego a una roca blanqueada por la alteración. Hasta los 23 m se presentan manchas de limonita.
Se observa pirita y en menor proporción calcopirita.
- 33,6 - 38,9 m Pórfido dacítico, débilmente cloritizado y silicificado.
La mineralización está compuesta por pirita y en menor proporción por calcopirita y hematita.
- 38,9 - 42,0 m Pórfido andesítico caracterizado por fenocristales de feldespato.
Cloritización muy fuerte con pequeñas cantidades de pirita diseminada.

- 42,0 - 50,0(?) m Pórfido dacítico débilmente silicificado y cloritizado para pasar a una roca fuertemente silicificada hasta tal punto que su límite no es muy claro.
La piritización es muy común.
- 50,0(?) - 69,6 m Pórfido andesítico.
La silicificación es muy abundante intercalada con argilización.
La pirita es bastante común, igualmente las venillas de cuarzo con molibdenita.
- 69,6 - 108,2 m Pórfido dacítico.
Predomina alteración propilítica con abundante pirita.
- 108,2 - 220,8 m Pórfido andesítico.
La silicificación predomina hasta la profundidad de 178,2 m; posteriormente la alteración propilítica se hace muy abundante.
La piritización continúa y las venillas de magnetita son abundantes, así como diseminada en las zonas de mayor alteración.
- 220,8 - 227,0 m Pórfido dacítico intruyendo al pórfido andesítico y a las rocas sedimentarias.
Alteración propilítica y piritización continúan.
- 227,0 - 232,6 m Arenisca de grano muy fino y color gris.
Pirita es relativamente abundante en la forma diseminada y rellenando diaclasas.
- 232,6 - 265,8 m Pórfido andesítico, de grano medio a fino con alteración propilítica y en menor cantidad silicificación y argilización.
La piritización es común.
- 265,8 - 276,8 m Roca muy silicificada, compacta, de origen sedimentario.
Pirita es muy común.
- 276,8 - 351,5 m Pórfido andesítico.
Silicificación fuerte continúa hasta los 292,0 m, para presentarse una mezcla de silicificación y argilización hasta los 312 m. La alteración cambia a argilización entre 312 - 340 m y posteriormente se presenta débil cloritización y silicificación.
La mineralización de pirita continúa en asociación de venillas de cuarzo y molibdenita.
- CJM-11
- 0,0 - 24,0 m Suelos carmelitos y amarillentos.
- 24,0 - 77,5 m Pórfido andesítico de grano medio. La meteorización continúa hasta la profundidad de 29,0 m, posteriormente se observa propilitización muy débil.
Piritización es muy común con venillas de cuarzo y molibdenita.

- 77,5 - 90,0 m Arenisca de grano fino.
Se observa disminución de pirita.
- 90,0 - 92,0 m Pórfido dacítico silicificado con pirita diseminada.
- 92,0 - 141,3 m Pórfido andesítico.
Alteración esencialmente propilítica con menores cantidades de silicificación y argilización.
La mineralización de pirita es muy común, sin embargo, los minerales de cobre son muy escasos.
- 141,3 - 156,4 m Areniscas de grano fino y color gris claro. Se observan pequeñas cantidades de pirita.
- 156,4 - 175,0 m Pórfido andesítico.
Predomina alteración propilítica con pequeñas cantidades de pirita.
- 175,0 - 179,3 m Arenisca con pirita diseminada.
- 179,3 - 279,0 m Pórfido andesítico. A la profundidad de 190,0 m la roca cambia gradualmente a pórfido dacítico.
Alteración propilítica predomina en asociación con carbonitización.
La presencia de pirita disminuyó.
- 279,0 - 283,9 m Lutita con pequeñas cantidades de pirita diseminada.
- 284,9 - 301,5 m Pórfido dacítico.
Silicificación y argilización son muy comunes.
Se observan pequeñas cantidades de pirita.

3-3-7 Resultados de la Perforación y Discusión General

Los siguientes hechos fueron revelados por los trabajos de perforación y se hizo la interpretación con los siguientes resultados:

(1) Geológica

La geología esta compuesta por la Formación Esmita, rocas dacíticas a granodioríticas y andesíticas a dioríticas. La Formación Esmita es Terciaria (Mioceno), compuesta por shales, limolitas, areniscas y conglomerados relativamente finos. Las rocas ígneas, anteriormente mencionadas, intruyen a la Formación Esmita presentando contactos afectados por las altas temperaturas a las profundidades de 103m y 143,8 m en el pozo CJM-8.

Las inter-relaciones entre dacita (Da) - granodiorita (Gd) y andesita (And) - diorita (Di) pueden resumirse en la siguiente forma:

- 1) Los cuerpos Da-Gd intruyen a las rocas And-Di a la profundidad de 220,8m en el pozo CJM-10.
- 2) Los cuerpos Da-Gd son intruidos por And-Di a la profundidad de 69.6m en el pozo CJM-10, y
- 3) Existencia de cambios transicionales a las profundidades de 190 m. en CJM-11 y 260 m. en CJM-9. Bajo el microscopio, tanto Da-Gd como And-Di son muy similares, es decir, ambas asociaciones muestran una textura porfídica y las constituyentes

principales son plagioclasa, cuarzo, hornblenda y en menor proporción apatito, zircón y minerales opacos.

Con base en los hechos anteriormente descritos y teniendo en cuenta la relación especial se sugiere que la Da-Gd y And-Di son de origen cognato.

(2) Alteración

Debido al clima subtropical a tropical la meteorización, en promedio alcanza a penetrar entre 20 y 30 m. dentro de la corteza terrestre. Iguarmente debido a la exuberancia de la vegetación así como al gran desarrollo de la capa vegetal fue imposible conocer en detalle la geología del área.

Sin embargo, durante 1986 se perforaron 6 sondeos y se construyeron muchos caminos para transportar equipos y materiales, lo cual facilitó enormemente la observación geológica conjuntamente con los afloramientos del área.

Igualmente, es notable la distribución zonal de la alteración en la roca de caja, el centro de la alteración corresponde a la anomalía geoquímica, la cual fue detectada en la primera fase de la exploración (1984).

El modelo de la alteración está compuesto por: una parte central que coincide con la anomalía geoquímica y está representada por una alteración blanca conformada por silicificación y caolinitización, correspondiendo a una argilización avanzada; ésta a su vez está rodeada por una alteración de color gris verde compuesta por clorita y epidota constituyentes típicos de una alteración propilítica.

De los 6 pozos perforados en esta fase, 4 se perforaron en la zona de alteración argilica avanzada de color blanco y los otros de sondeos se perforaron en la parte marginal sur de la zona con alteración blancuzca. De estos 6 pozos, en 5 de ellos se estableció que en profundidad se perforó alteración propilítica.

Se trituraron 27 muestras de rocas ígneas para ser analizadas por rayos x en los cuales se observó lo siguiente; sericita y minerales calcareos son de común observación conjuntamente con cuarzo y plagioclasa, mientras que los minerales máficos son muy escasos. Igualmente, se confirmó la no coexistencia de clorita y caolinita. Así mismo, los análisis de rayos x sugieren que la alteración propilítica es la más desarrollada y abundante, caolinita es muy común en la zona de alteración blancuzca en asociación con cuarzo; mientras que la clorita es el mineral más característico de la circundante alteración propilítica.

(3) Mineralización

El tipo de mineralización observado en los pozos de perforación corresponde al tipo pórfido cuprífero, sulfuros y óxidos se encuentran diseminados y relleno de diaclasas y están representados por pirita, calcopirita, molibdenita, magnetita y hematita. Bajo el microscopio se observó tetrahedrita a la profundidad de 81 m en el pozo CJM-7, 40,2 m en CJM-9 y a los 196,5 m y 306,5 m del pozo CJM-10; bornita a las profundidades de 46,3 m y 91,8 m del CJM-6, 81.0 m del pozo CJM-7, esfalerita a la profundidad de 46,3 m del CJM-6, a los 40,2 m y 201.0 m del pozo CJM-9 y a los 63,6 m y 196,5 m del pozo CJM-10.

La piritización es común y muy bien desarrollada en cristales euhédricos a anhédricos, diseminada y en agregados, alcanzando su más alta concentración del 5% del volumen de la roca. Calcopirita es menor de 1/10 del volumen de la pirita.

TAB. 3-2 COMPILACION DE ANALISIS QUIMICO DE NUCLEOS DE PERFORACIONES

Pozo No	Cantidad de muestra	Análisis (ppm)								Nota	
		Cu		Au		Mo		Prom.	Prom.		
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.				
CJM-6	23	32	1200	341	0.04	0.40	0.18	3	128	26	
CJM-7	23	17	2120	882	0.01	1.10	0.30	6	134	48	0 m ~ 225 m Cu min. max. Prom. 570 2120 1328 Au 0.14 0.74 0.33
CJM-8	11	5	1360	149	0.01	1.30	0.22	2	130	19	exclusion (max.) Prom. Cu max. (1360) 28 Au max. (1.3) 0.11
CJM-9	22	222	1060	473	0.01	0.34	0.12	9	152	40	
CJM-10	22	100	1160	507	0.08	0.74	0.19	7	121	42	
CJM-11	10	100	680	286	0.06	0.24	0.13	5	23	12	
Total	111	5	2120	488	0.01	1.30	0.20	2	152	35	

Molibdenita se encuentra siempre en venillas de cuarzo y en menor proporción en la forma de pequeños partículas asociadas con cristales de pirita y calcopirita.

Los núcleos fueron analizados químicamente para oro, cobre y molibdeno cada 15 o 30 m, cada muestra representó 2 m de longitud. Estos análisis revelaron que el Cu-Mo y el Au-Cu tienen un coeficiente positivo.

Los resultados de los análisis químicos están resumidos en la siguiente tabla 3-2.

El valor promedio de todas las muestras analizadas son las siguientes: Cu, 0,05%, Au 0,2 gr/t y Mo 0,004% y el tenor más alto en los pozos perforados fue Cu 0,13% y Au 0,33 gr/t desde la superficie hasta la profundidad de 225 m. en el pozo CJM-7. Este último tenor está muy lejos de ser de importancia económica.

(4) Temperatura de homogenización

Se prepararon 19 muestras de venas de cuarzo con minerales de mena con el fin de analizar las temperaturas de homogenización de algunas inclusiones fluidas. Se colectaron 3 muestras de cada pozo a excepción del CJM-7 en donde se recolectaron 4 muestras.

De las 19 muestras 11 de ellas contenían inclusiones polifase tales como: fases sólidas, líquidas y fases gaseosas; 3 muestras contenían las dos fases líquidas y gaseosas y 5 muestras, incluyendo las tres muestras del CJM-8, no contuvieron inclusiones fluidas.

El tamaño de las inclusiones varió de pocos micras hasta 40 μ con un promedio de 12 μ . En los granos de cuarzo fue común observar inclusiones circulares.

La medición de la temperatura de homogenización, la cual en este informe se expresa por la desaparición de la fase gaseosa, varía entre 258°C y un poco más de 490°C, la temperatura promedio, excluyendo las temperaturas mayores de 490°C fue de 390°C.

Las inclusiones fluidas de los sondeos mostraron rasgos característicos de las mineralizaciones del tipo pórfido cuprífero tales como: 1) Alta salinidad de los líquidos hidrotermales mineralizantes produciendo gran cantidad de cristales de sal. 2) relativamente alta temperatura de homogenización 3) los líquidos formadores de mena podrían haber alcanzado su estado de ebullición porque en una sección delgada se observó una inclusión polifase coexistiendo con una inclusión de dos fases sugiriendo estados inmiscibles de líquidos fumadores de menas.

La distribución de la temperatura de homogenización confirmó la forma de hongo de la alteración en donde las temperaturas son más altas en la parte más someras o cercanas a la superficie. Este modelo inverso de la temperatura coincide con el modelo de alteración, es decir, en la parte superior, la zona blancuzca de alteración cambia a la alteración propilítica marginal en la parte más inferior.

(5) Algunas consideraciones sobre la mineralización en relación con los resultados de la exploración geofísica

El modelo de la distribución horizontal de PFE (Efectos de Frecuencia) revelado por la exploración geofísica mediante los métodos SIP e IP es bastante armonico con el área geoquímicamente anómala. La zona de valores anómalos medios de PFE coincide con el área de anomalía geoquímica, la cual está circundada en su mitad sur por la zona con los valores más altos de PFE.

En general, cualquier depósito de pórfido cuprífero está rodeado por una zona de alta concentración de pirita la cual produjo una forma de "media luna" con la distribución de PFE. La forma de "media Luna" de PFE en esta región fue ocasionada por la erosión de su mitad norte. El hecho que el área mineralizada haya sufrido una fuerte erosión se presume por los siguientes observaciones: 1) La zonación de la alteración cambia de silicificación y caolinitización (argílica avanzada) en su parte superior o alteración propilítica en las zonas más profundas y 2) La temperatura de homogenización es más alta en su parte superficial.

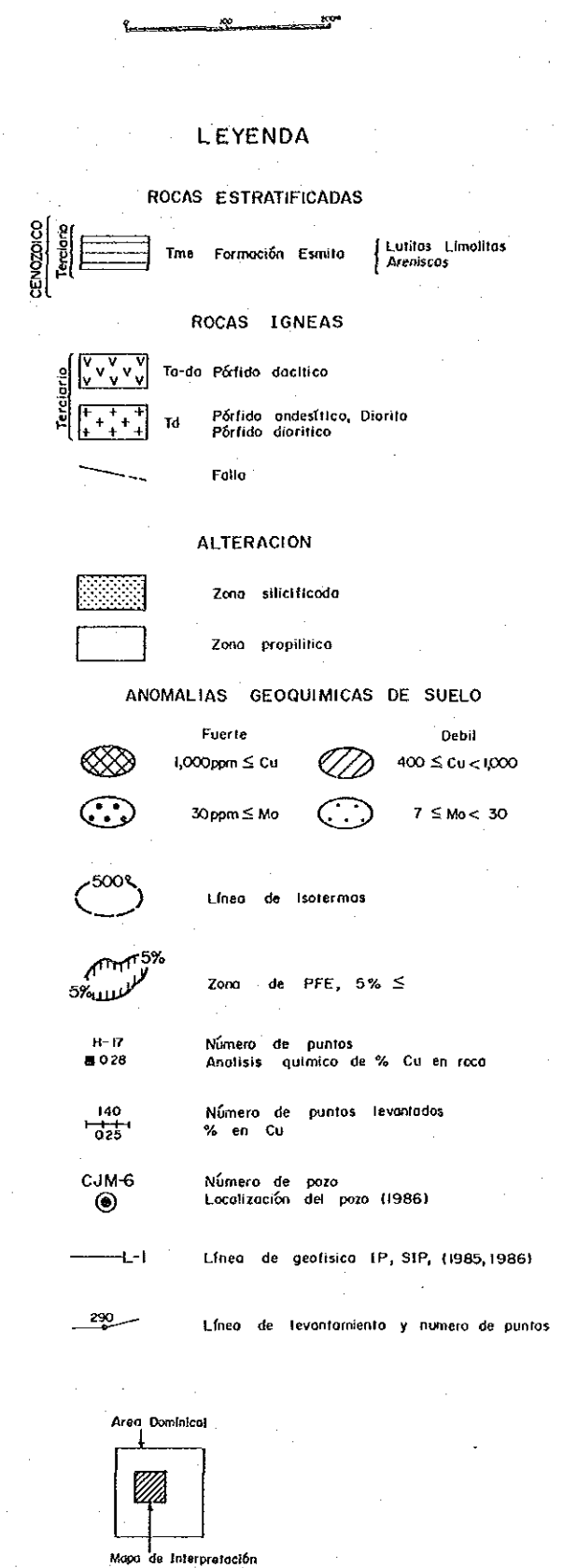
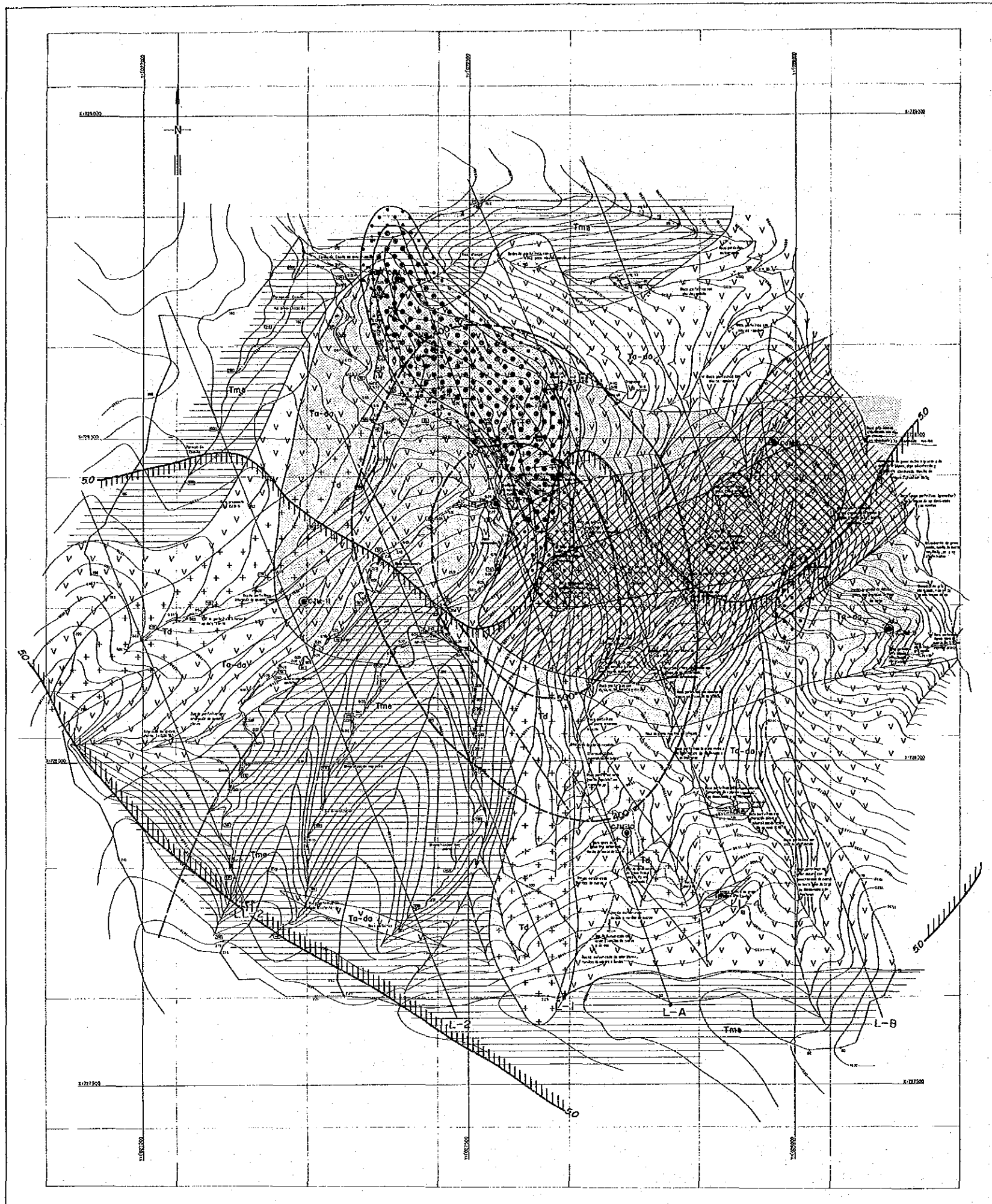


FIG. 3-1 MAPA DE INTERPRETACION AREA DOMINICAL

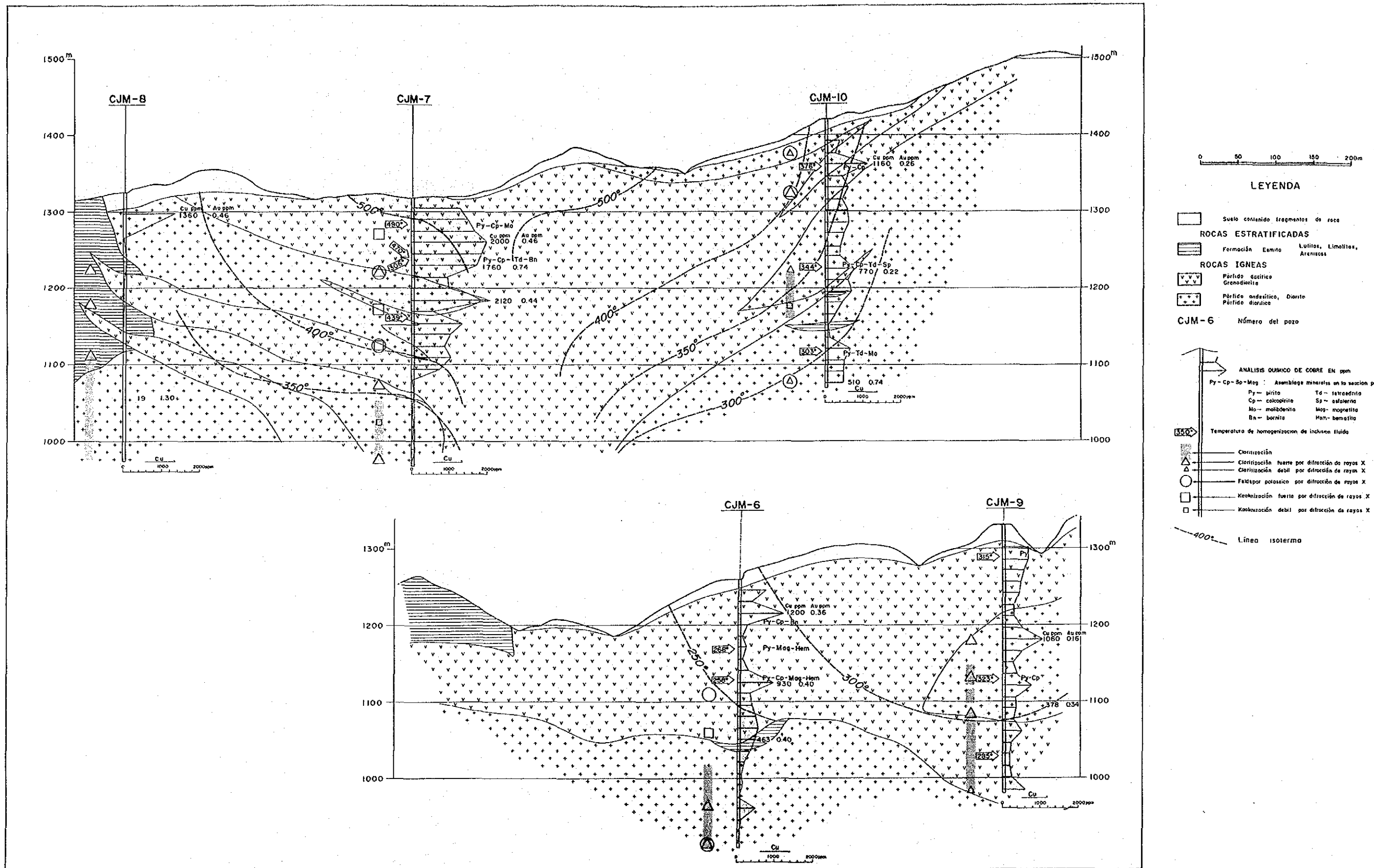


FIG. 3-2 (I) SECCION GEOLOGICA GENERALIZADA

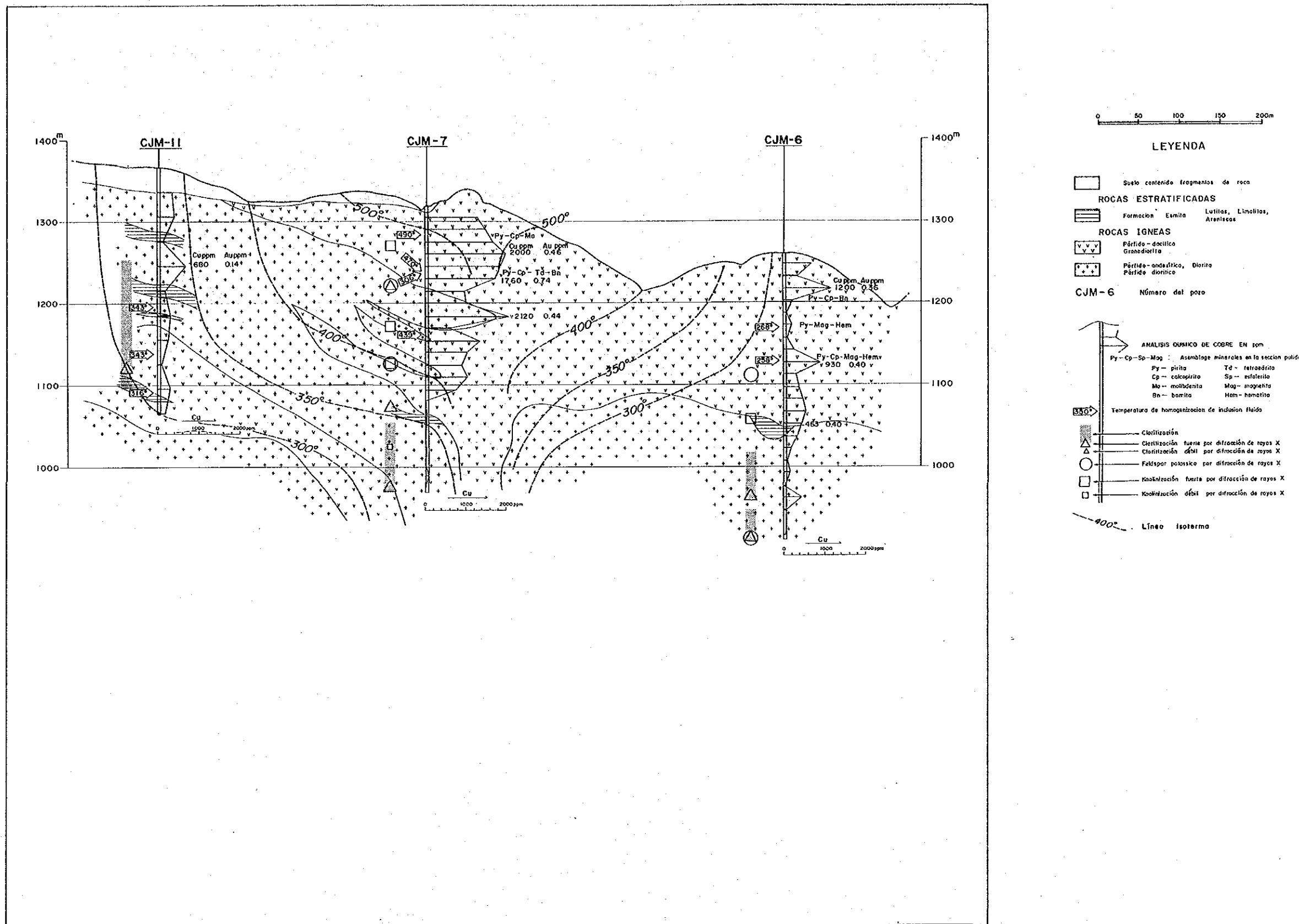


FIG. 3-2 (2) SECCION GEOLOGICA GENERALIZADA

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Con el trabajo adicional de prospección geofísica se completó el modelo de la zona geofísicamente anómala. En total se investigaron 13 líneas localizadas en un área de 2.5 km E-W y 2.5 en dirección N-S, incluyendo en su parte central el área geoquímicamente anómala.

El resumen de las conclusiones obtenidas mediante los métodos de prospección geofísica es el siguiente: Resistividad Aparente: la resistividad aparente muestra un modelo bandeado con una tendencia este-oeste, con las zonas de alta resistividad en los extremos norte y sur del área investigada. Esta tendencia este-oeste es oblicua a los contactos litológicos y la zona de baja resistividad podría estar reflejando los efectos de alteración y/o mineralización.

PFE: el modelo de distribución de PFE muestra una forma cercanamente circular cuando se toman valores por encima del 2%. El área con más del 5% de PFE ocupa cercanamente el centro de la circunferencia y toma una forma de "media luna" rodeando la zona geoquímicamente anómala en su extremo sur.

Así mismo, los trabajos de perforación revelaron lo siguiente:

- 1) Se comprobó en la roca encajante una distribución zonal de la alteración, de su parte más central hasta su parte marginal varía de silicificación más caolinitización a propilitización; en profundidad se observa la misma situación de argílica avanzada en superficie cambia a propilitica en profundidad.
- 2) La mineralización está representada por pirita diseminada o rellenando diaclasas y en menor proporción por calcopirita y molibdenita y con muy pequeñas cantidades de bornita y tetrahedrita.
- 3) El análisis de las inclusiones fluídas sugiere que la mineralización es del tipo pórfido cuprífero, con una actividad hidrotermal altamente salina y un estado de ebullición cuando criticizó.
- 4) La distribución de la temperatura de homogenización exhibe la forma del hemisferio inferior de un bombillo invertido, con las temperaturas más altas en la zona más superficial y su centro se localizo muy cerca al CJM-7. Este fenómeno conjuga muy bien con la asociación mineralógica detectada por los análisis de difracción de rayos X y por la inspección ocular, es decir, la caolinitización y la silicificación prevalecen en las partes más someras; mientras que la clorita y epidota predominan en las zonas más profundas en los diferentes sondeos.
- 5) Los análisis químicos de los núcleos de perforación mostraron en promedio 0,2 gr/ton de oro, 0,05% de Cu, 0,004% de Mo, siendo los valores más altos de 0,33 gr/t de oro y 0,13% de Cu desde la superficie hasta 225,0 m de profundidad en el CJM-7. Inclusive estos últimos tenores están lejos de ser económicamente importantes.

La solución mineralizadora en esta área fue formada a partir de un magma residual de un cuerpo granodiótico a diorítico englobando un contenido relativamente alto de oro y en menor proporción cobre y molibdeno. La zona de mayor mineralización se localiza muy cerca al sitio de perforación del CJM-7, en donde la distribución mineralógica

presenta la forma de un hongo. Esta asociación mineralógica fue erodada especialmente en su mitad norte y en su parte más superficial una vez que se formó y a través de un tiempo geológico bastante prudencial, presentandose la posibilidad de que se erosionó su parte más rica en metales.

4.2. RECOMENDACIONES

Se sugiere no continuar con los trabajos de exploración en el área de Dominical debido a su bajo tenor y a la erosión del depósito.

Las tácticas exploratorias aplicadas en esta región son muy efectivas en la delineación de blancos exploratorios y en el juzgamiento de la importancia económica del proyecto. Empleando la misma estrategia con técnicas exploratorias avanzadas y refinadas, se podrá explorar otras áreas desconocidas pero con grandes posibilidades económicas.

REFERENCIAS

- CANDELA P.A., and HOLLAND H.D. (1986)
 A Mass Transfer Model for Copper and Molybdenum in Magmatic Hydrothermal Systems: The Origin of Porphyry-Type Ore Deposits
 ECONOMIC GEOLOGY AND THE Bulletin of The Society of Economic Geologists Vol. 81 January-February, 1986 No. 1.
- Eastoe C.J. and Eadington P.J. (1986)
 HIGH-TEMPERATURE FLUID INCLUSIONS AND THE ROLE OF THE BIOTITE GRANODIORITE IN MINERALIZATION AT THE PANGUNA PORPHYRY COPPER DEPOSIT, BOUGAINVILLE, PAPUA NEW GUINEA Vol. 81, 1986, pp. 478-483.
- NAGANO K., TAKENOUCI S., IMAI H., and SHOJI T. (1977)
 Fluid Inclusion Study of the Mamut Porphyry Copper Deposit, Sabah, Malaysia
 Mining Geology, 27, 201-212, 1977.
- SHAVER S.A. (1986)
 ELEMENTAL DISPERSION ASSOCIATED WITH ALTERACION AND MINERALIZATION AT THE HALL (NEVADA MOLY) QUARTZ MONZONITE-TYPE PORPHYRY MOLYBDENUM DEPOSIT, WITH A SECTION ON COMPARISON OF DISPERSION PATTERNS WITH THOSE FROM CLIMAX-TYPE DEPOSITS
 Journal of Geochemical Exploration, 25 (1986)81-98
 Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam-Printed in The Netherlands.
- TAKENOUCI, S. (1978)
 Fluid Inclusions and Ore-forming Fluids of Porphyry Copper Deposits.
 (Mining Geology), 28, 117-130, 1978.
- TAKENOUCI, S. (1980)
 Preliminary Studies on Fluid Inclusions of the Santo Tomas II (Philex) and Tapian (Marcopper) Porphyry Copper Deposits in the Philippines.
 Reprinted from GRANITIC MAGMATISM AND RELATED MINERALIZATION (S. Ishihara and S. Takenouchi, editors)
 Mining Geology Special Issue, No. 8, 1980 Published by The Society of Mining Geologists of Japan.
 Nihon Kogyo-Kaikan Bldg., Ginza 8-5-4, Chuo-ku, Tokyo 104 Japan.
- TOEODORE T.G., HOWE S.S., BLAKE D.W. and WOTRUBA P.R. (1986)
 GEOCHEMICAL AND FLUID ZONATION IN THE SKARN ENVIRONMENT AT THE TOMBOY-MINNIE GOLD DEPOSITS, LANDER COUNTY, NEVADA
 Journal of Geochemical Exploration, 25 (1986) 99-128
 Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam-Printed in The Netherlands