

MINISTERIO DE ECONOMIA Y OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS  
SECRETARIA DE MINERIA DE LA NACION  
DIRECCION NACIONAL DEL SERVICIO GEOLOGICO  
DELEGACION REGIONAL PATAGONIA SUR

INVESTIGACION GEOFISICA  
POLARIZACION INDUCIDA  
AREA RIO PINTURAS  
PROVINCIA DE SANTA CRUZ

LIC. RAFAEL A. GONZALEZ  
DELEGACION REGIONAL COMAHUE  
OP.GEOF. ENRIQUE CHAGARAY  
DELEGACION LA RIOJA

MAYO 1994

## **INDICE**

### **I - INTRODUCCION**

- 1.1 Presentación**
- 1.2 Objetivo**
- 1.3 Volumen de tareas**
- 1.4 Instrumental**
  - 1.4.1 Polarizacion Inducida**
- 1.5 Consideraciones preliminares a la interpretación**
  - 1.5.1 Alcance del término anomalía**
  - 1.5.2 Limitaciones de los resultados por la técnica operatoria utilizada**
  - 1.5.3 Penetración**

### **II - RELEVAMIENTO POLARIZACION INDUCIDA**

- 2.1 Metodología de trabajo**
  - 2.2.2 Disposición de electrodos**
  - 2.2.3 Frecuencia utilizada en la medición**
- 2.3 Método de procesamiento de los resultados obtenidos**
  - 2.3.1 Ecuación indicativa y forma de expresión**
  - 2.3.2 Efecto de Frecuencia, Resistividad Aparente, Factor Metálico**
- 2.4 Procesamiento de datos**
- 2.5 Conclusiones Recomendaciones**

## **I- INTRODUCCION**

### **1.1 Presentación**

El presente trabajo de investigación geofísica en el área del Río Pinturas, Provincia de Santa Cruz, se realizó a solicitud de la Delegación Regional Patagonia Sur, con sede en la ciudad de Comodoro Rivadavia, Provincia de Chubut.

La comisión estuvo integrada por el Lic. Rafael A. González de la Delegación Regional Comahue y el Operador Geofísico Enrique Chagaray de la Delegación La Rioja.

### **1.2 Objetivo**

Consistió en efectuar el relevamiento del área situada entre el Río Pinturas y Arroyo 17 con una extensión aproximada de algo más de 1 Km<sup>2</sup>, con el propósito de confirmar la continuidad de la estructura en profundidad, cuyo rumbo es Noroeste-Sudeste.

El método geofísico utilizado en el presente estudio fue el de *Polarización Inducida (IP)*.

### **1.3 Volumen de tareas**

- Polarización Inducida: 2,8 Km de perfiles
- Lecturas cada 25 y 50 metros

### **1.4 Instrumental**

#### **1.4.1 Polarización Inducida**

- Transmisor
  - Yokohama Electronics Lab. modelo LF-82AB
  - Voltaje de entrada 90 - 130 V AC
  - Frecuencia 45 a 480 Hz
  - Voltaje de salida 100 a 800 V
  - Corriente de salida 0.2 a 2.0 Amp.
  - Frecuencias 0.1 a 3.0 Hz
- Receptor
  - Yokohama Electronics Labs modelo 7505 VB
  - Voltaje de entrada 1 a 1000 mV, 10 V
  - Frecuencia 0.1 a 3.0 Hz
  - Alimentación eléctrica baterías de 9 V (2)
  - Generador eléctrico a nafta Robin-Shindawa
  - Potencia - Voltaje 2 Kw, 115 V
  - Frecuencia 400 Hz
  - Electrodo de corriente y potencial
  - Barras de acero inoxidable

## **1.5 Consideraciones preliminares a la interpretación**

### **1.5.1 Alcances del término anomalía**

Se hace necesario destacar algunos aspectos operativos que distorsionan o enmascaran situaciones de campo. Es de señalar que este enmascaramiento no es producto del método sino de la técnica operatoria y permite más de una interpretación de resultados, el que solamente mediante el control geológico puede definir una aproximación a la interpretación correcta.

Es por este motivo que sustituyo la palabra anomalía por distorsión, entendiéndolo que el término anomalía debe usarse para cuando es posible una interpretación global con los datos geológicos, geoquímicos, geofísicos mediante una correlación o concordancia de estos.

No siempre es posible pero a efectos de evitar la tendencia de utilizar la palabra anomalía como sinónimo de concentración metálica y pensar que la geofísica brinda una información acabada del problema y una sola posibilidad de interpretación es que se prefiere el uso del término "distorsión".

### **1.5.2 Limitaciones de los resultados por la técnica operatoria utilizada.**

La calidad de la información del relevamiento resulta de aplicar una técnica operatoria que brinde sensibilidad de registro ajustada al problema específico a resolver, no siempre es factible lograr resultados "puros"; es muy frecuente encontrar interferencias, generalmente de comportamiento

aleatorio que producen enmascaramiento con las consiguientes dificultades de interpretación.

### **1.5.3 Penetración**

El tema de la penetración o supuesta profundidad de de investigación es un concepto muy controvertido. El planteo del problema en el supuesto de tener un terreno homogéneo e isótropo es determinar hasta que profundidad penetra la corriente; para dar una respuesta a esto hay que considerar dos parámetros interrelacionados: *Frecuencia y Conductividad*.

## **II - RELEVAMIENTO POLARIZACION INDUCIDA**

### **2.1 Metodología de trabajo**

El fenómeno de polarización Inducida se funda en el hecho de que las rocas contienen electrólitos y sus iones transportan corrientes eléctricas. En caso de existir partículas minerales metálicas en la roca, las cargas ionicas se acumulan en los límites partícula-electrolito (las cargas positivas por donde ingresa la corriente y las negativas hacia donde fluye). Esta carga crea una tensión que se opone al paso de las corrientes eléctricas; se dice que las partículas se hallan polarizadas.

Existen dos modos para medir el fenómeno de Polarización Inducida: 1) Método "*Dominio de Tiempo*" que propone observar el período de transición por las ondas de pulsación. 2) Método "*Dominio de Frecuencia*", que propone observar cambios en el valor de la resistividad, medida con la frecuencia de

corrientes distintas. La cantidad o volumen que indica el efecto IP, es mostrada por la cargabilidad (M) (Milisegundos) en el primer método, y por el Efecto de Frecuencia (FE) (%) en el segundo.

En el presente estudio se utilizó el método "Dominio de Frecuencia".

### 2.2.2 Disposición de electrodos

En la exploración eléctrica, se emplean diversas disposiciones de electrodos; en este caso particular se utilizó la disposición *dipolo-dipolo* ya que la misma es menos afectada por la influencia electromagnética. (Fig.1).

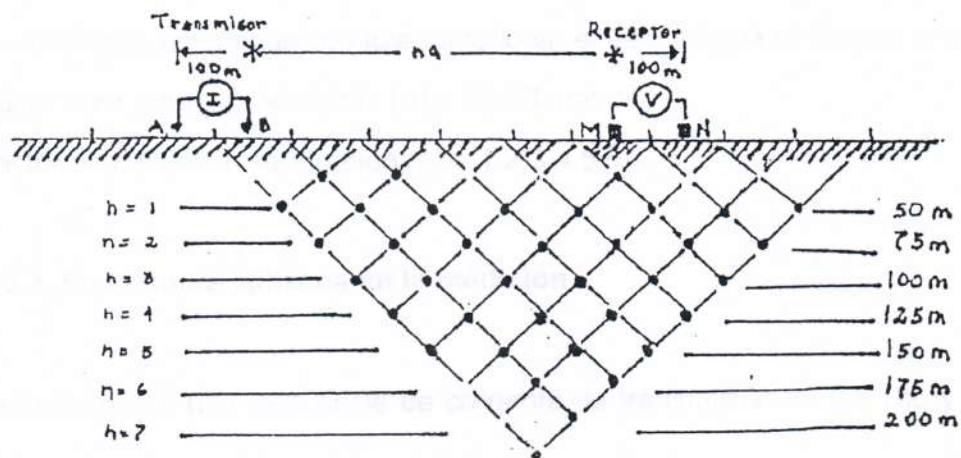


Fig 1 Disposición Dipolo-Dipolo

En el tipo de disposición utilizada en el Método "*Dominio de Frecuencia*", se hace circular una corriente alterna de dos frecuencias distintas entre un par de electrodos **A y B**, separados el uno del otro por distancia de polos (**a**); se mide la diferencia de potencial entre otro par de electrodos **M y N**, separados igualmente por distancia de polos (**a**) y ubicados a la distancia (**na**) desde el punto central de los electrodos **A y B**. Así se obtiene el valor **EF** (*Efecto de Frecuencia*).

En la práctica, la medición se repite, haciendo cambiar las ubicaciones de cada dipolo-dipolo a lo largo de la línea de medición, del mismo modo que aumentando el valor (**n**), dicho valor es el factor de la distancia que separa los polos.

Se menciona a continuación lo adoptado en el estudio que se llevara a cabo:

Distancia o longitud del dipolo (**a**) = 25-50 metros.

Factor de distancia, separación (**n**) = 1,2,3,4,5,6,7.

### **2.2.3 Frecuencia utilizada en la medición**

Se trabajó con una frecuencia de corriente de transmisión de 0.3 Hz. y 3.0 Hz.

## **2.3 Método de procesamiento de los resultados obtenidos**

### **2.3.1 Ecuación indicativa y forma de expresión**

De las mediciones efectuadas en el campo se obtienen los valores que se detallan a continuación:

Corriente de transmisión (**I**), Diferencia de potencial de recepción (**V**) y Efecto de Frecuencia (**EF**). De los valores (**I**) y (**V**) se obtiene el correspondiente a la Resistividad Aparente (**R.a**)

### 2.3.2 Efecto de Frecuencia

La siguiente ecuación define al Efecto de Frecuencia (EF):

$$EF = \frac{DC - AC}{AC} \times 100 (\%)$$

Donde:

AC = Resistividad Aparente (ohmios-m) por 3.0 Hz.

DC = Resistividad Aparente (ohmios-m) por 0.3 hz.

### Resistividad Aparente (RA)

La Resistividad aparente queda definida por la ecuación que se enuncia a continuación:

$$EF = K \frac{V}{I} \quad (\text{ohmios-m})$$

Donde:

**K** = Factor de la disposición dipolo-dipolo

**V** = Diferencia de potencial (**V**) entre los electrodos a 0.3 Hz

**I** = Corriente de Transmisión (amperio)

Debido a que todas las líneas de medición son rectas, se obtuvo en este caso, el valor k, factor de disposición dipolo, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$K = n(n+1)(n+2) a \pi$$

donde:

n = Factor de la distancia de separación de polos (de 1 a 7)

a = Distancia de polos (50, 25 m).

### **Factor Metálico**

El Factor Metálico es definido por la siguiente ecuación:

$$FM = \frac{EF}{Ra} \times 1000$$

## **2.5 Procesamiento de datos**

El equipo suministra los datos que configuran los dos parámetros fundamentales del método, el *Efecto de Frecuencia (EF)* y la *Resistividad Aparente (RA)*, obteniéndose luego por relación matemática entre ambos parámetros un tercero denominado *Factor Metálico (FM)*.

Es dable acotar que resulta imprescindible ser extremadamente cauto con el manejo de éste último parámetro, por cuanto existe una marcada tendencia a asimilarlo con "presencia de mineral".

Partiendo de la premisa que a un alto valor de **EF** le corresponde uno bajo de **RA** y viceversa; al ser el **FM** una relación entre ambos parámetros el mismo será alto para altos valores de **EF** y bajo para bajos valores de **EF**.

De los tres valores, **EF**, **RA** y **FM**, que se obtienen mediante los cálculos descritos en párrafos precedentes se indican solo los de **EF** y **RA** en los planos de perfiles denominados pseudosecciones, elaborados según el método de trazado de la disposición dipolo-dipolo de uso generalizado.

No se incluyen las gráficas correspondientes a **FM** por considerarlas redundantes de las de **EF**. No obstante, es necesario aclarar que estos valores no representan en todos los casos la cantidad o volumen físico de un cuerpo mineral metalífero en el punto trazado.

#### **2.4. Procesamiento de Datos**

Una vez realizados los cálculos correspondientes estos se pasan a los Perfiles (pseudosecciones), que darán una visión en conjunto de la situación en profundidad; se adjunta un perfil geológico para cada caso específico.

##### **Perfil " A "**

Presenta a partir del punto A0 hacia el oeste una zona de baja Resistividad bien delimitada ( $R_a < 100 \text{ Ohm.m}$ ), que es acompañado de valores de Efecto de Frecuencia mayores a 5%, a más del 7%, en niveles de profundidad relativa superiores a 50 metros; lo que indica perfectamente la

estructura localizada en superficie entre los puntos : 1E , A0 y 1W., presentando un suave buzamiento hacia el oeste.

### **Perfil " B "**

Se observa una zona central de baja Resistividad ubicada entre los puntos 1E, B0 y 1W , con valores menores a 100 (Ohm.m), acompañada por un Efecto de frecuencia mayor al 4% ; presentando una zona central con valores de 5% y 6%, en una profundidad aproximada de unos 75 a 100 metros; esta conjunción de factores está indicando que la estructura presenta un buzamiento suave hacia el oeste, comprobado en superficie.

### **Perfil " C "**

Este perfil fue realizado al sur de la estructura, en la margen derecha del Río Pinturas, el comportamiento de los valores de Resistividad presentan una disarmonía en todo su conjunto, ya que no se observa un marcado corte entre una alta y baja resistividad, sino que son bolsones con una tendencia hacia el oeste entre los puntos C0, 1W y 2W, y en profundidad. Si agregamos los valores de Efecto de frecuencia que presentan en su conjunto una armonía, se observan dos zonas, una de bajo EF y otra de alto. La curva de corte de 4% aparece a una profundidad estimada de 70 m.(n=3). En la gráfica que se adjunta del perfil en cuestión se observa una marcada amplitud en toda su extensión.

La curva correspondiente a los valores mayores que el 6% aparece por debajo de la mencionada en el párrafo precedente, ubicada entre los puntos 1W a 4W, a una profundidad mayor a 70 metros (n=4 a n=7).

Del análisis global, entre la disarmonía de los valores de Resistividad y la armonía de los de Efecto de frecuencia se observa un acompañamiento de ambos tanto en profundidad como hacia el oeste.

Del estudio realizado surge la posibilidad del desplazamiento de la estructura hacia el oeste, probablemente debido a una falla sobre el Río Pinturas.

### **Perfil " D "**

Este perfil está ubicado en el centro de la estructura, cuerpo central (planicie del Arroyo 17); el mismo consta de tres zonas de baja resistividad localizadas entre los puntos :

D0 y 1W

2E y 3E

0,1E y 2E

La primera presenta un sector hacia el oeste bien delimitado de baja Resistividad  $< 50$  (Ohm.m) , las dos siguientes ostentan características muy similares entre ellas,  $R_a < 50$  Ohm.m), rodeadas de valores de  $R_a$  que van desde  $>50$  a  $<100$  (Ohm.m), entre los puntos 1W a 4E. Encontrándose entre los puntos 1W a 1E una zona de valores mayores a 100 (Ohm.m); probablemente la mencionada distorsión se deba al relleno del Arroyo 17 más el agua que se observa en las trincheras.

Los valores de Efecto de frecuencia se presentan de una forma más ordenada tanto en sentido horizontal como vertical, delimitados por la curva de  $>4\%$  (de  $n=2$  a  $n=7$ ) entre los puntos 2W a 3E; pero con epicentro entre los puntos 1W a 1E ( $n=5$  a  $n=6$ ); sumados a los valores de  $R_a$  indicaría que

la estructura se presenta con un buzamiento vertical a subvertical hacia el este, lo cual es chequeado en superficie.

### **Perfil " E "**

La realización de este perfil de rumbo noroeste-sudeste sobre la estructura, tuvo como objetivo determinar la continuidad de la misma tanto en extensión como en profundidad. El dipolo utilizado en esta ocasión fue de 50 metros.

El punto más extremo al sur fue el punto A0, pasando por B0,y D0, culminando sobre el Arroyo 17 en el noroeste.

La Resistividad aparente presentan en toda la extensión del perfil valores menores a 40 (Ohm.m), con dos núcleos menores a 20 (Ohm.m) localizados entre los puntos 1S, E0 y 1N, en los niveles (n=2 a n=6) que son coincidentes con la estructura visible en superficie en el Arroyo 17, con un buzamiento suave hacia el oeste.

Los valores de Efecto de frecuencia son de comportamiento homogéneo, encontrándose dos zonas mayores al 4%.

La primera de ellas se ubica entre los puntos 1S a 1N y en principio correspondería a la estructura.

Con respecto a la segunda, de valores similares a los enunciados precedentemente, no descartan la presencia de la estructura en profundidad, a pesar de que existe una franja intermedia de valores menores que puedan deberse a la presencia de cobertura en superficie

## **2.5 Conclusiones y Recomendaciones**

De la investigación geofísica realizada por el método de Polarización Inducida he rescatado los siguientes aspectos que merecen ser mencionados:

1) Aproximadamente se ejecutaron un total de 20 lecturas de chequeo tanto para Resistividad como para Efecto de frecuencia, donde la diferencia de a pares de los valores es ínfima:

Por ej: EF(%)	2.5, 2.6	3.5, 3.6
	3.6, 4.0	2.7, 2.7
Ra( .m)	95, 96	98, 100
	89, 90	77.5, 77

2) Las condiciones electricas en profundidad no mejoran por lo cual se estima que la estructura (mineralizada) visible no posee mayor potencia, perfiles A, B, D y E.

A pesar de que los datos obtenidos no sean contundentes , de la observación de campo que realizara oportunamente, me inclino a pensar que la estructura visible podría llegar a constituir una apòfisis de un cuerpo mayor, esto es viable solamente para el perfil C.

Este análisis se basa en lo siguiente: la seudo sección del perfil C presenta valores de RA y EF muy desplazados al oeste, los cuales se deberían a una falla sobre el Río Pinturas o a que hay un cuerpo (estructura) de dimensiones diferentes; hecho que se corroboraría con lo observado en las trincheras del margen derecho del Río Pinturas, donde el cuerpo adquiere mayor amplitud en el lecho.

Es imprescindible destacar que esta interpretación no es para nada definitiva, ya que se observa presencia de aguas (Río Pinturas, Arroyo 17), cubierta de basaltos y relleno moderno, los que de alguna manera pueden llegar a enmascarar los datos obtenidos.

Para estar en condiciones de elaborar una análisis más objetivo y preciso, es indispensable compatibilizar los estudios llevados a cabo con aquellos otros que existieran del área en cuestión, de manera de globalizar un único criterio.

3) Sería de suma importancia poder realizar algunas perforaciones a diamantina, con una profundidad mínima entre los 75 a 100 metros, ubicadas de en los siguientes puntos:

Perfil A : punto 1W - 2W, sobre margen izquierda del Río Pinturas. Perforación vertical, o sino inclinada hacia el sudeste con 75° entre los puntos 3W-4W

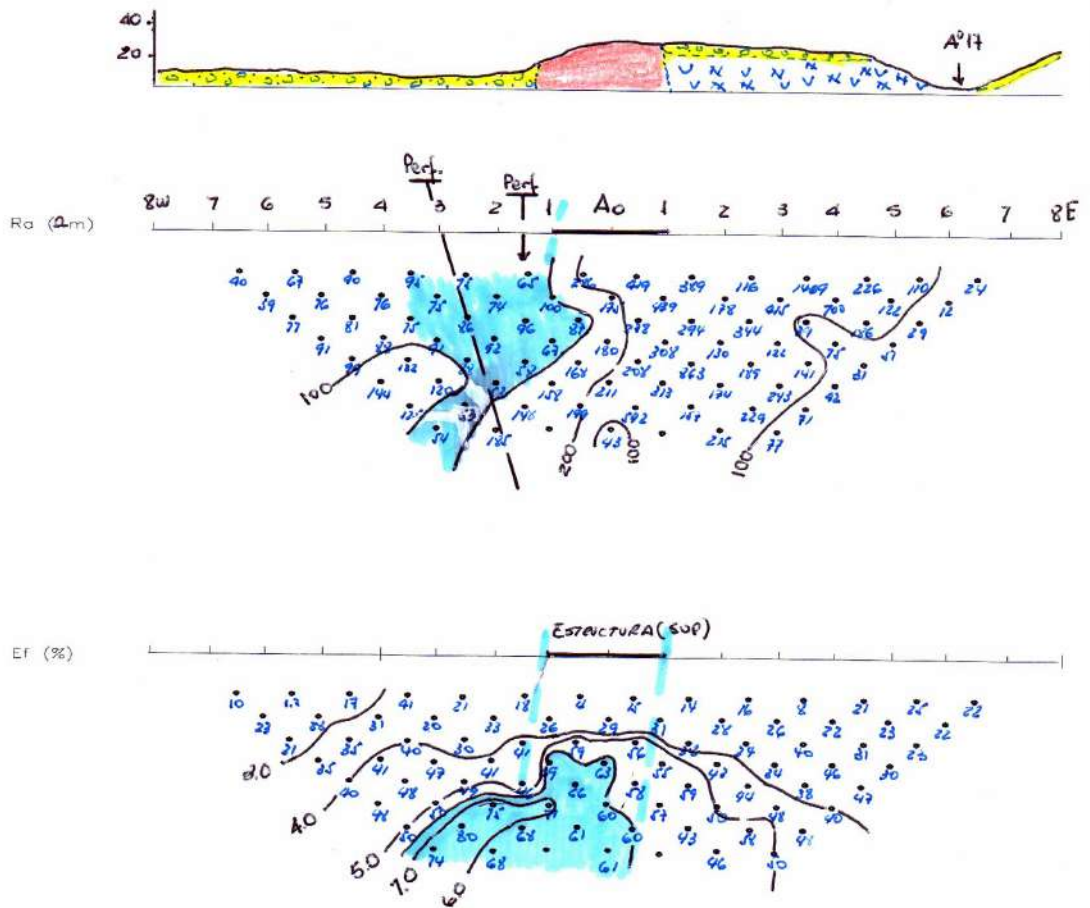
Perfil C : punto 3W - 4W, lugar bastante difícil debido a la cubierta de material de relleno y basaltos. Perforación vertical.

Perfil E : punto D0 - 1S, planicie del Arroyo 17. Perforación vertical.



Lic. RAFAEL ALBERTO GONZALEZ  
DELEGACION REGIONAL COMAHUE

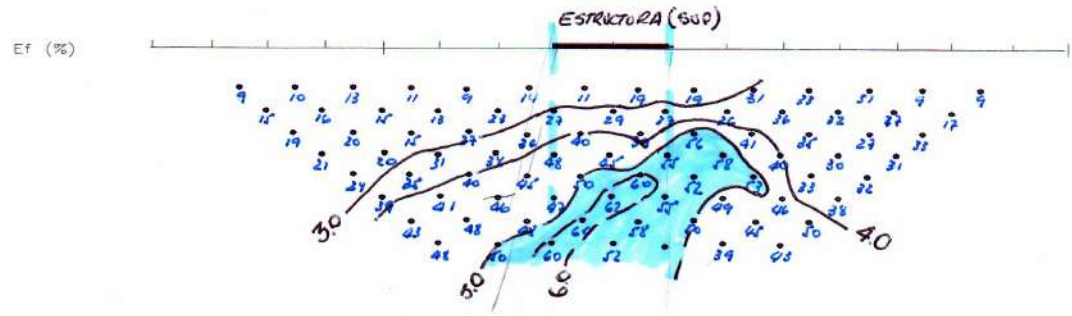
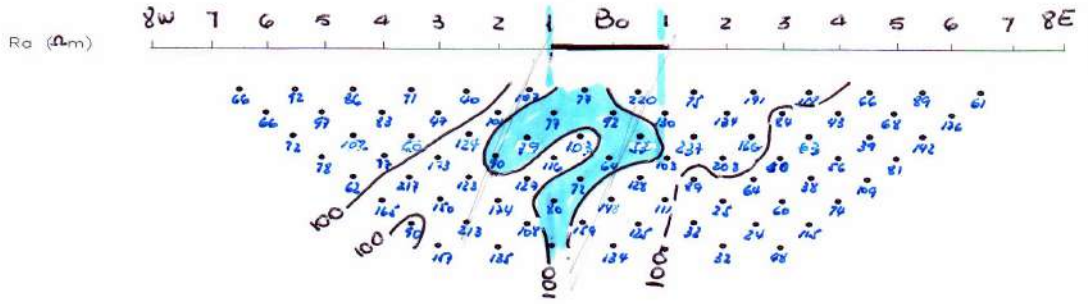
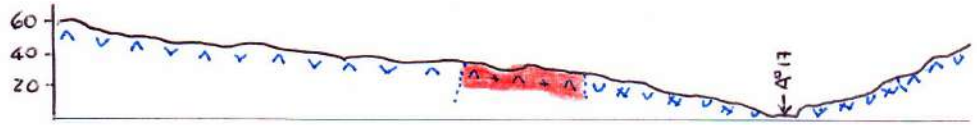
SECRETARIA DE MINERIA DE LA NACION  
 DIRECCION NACIONAL DEL SERVICIO GEOLOGICO  
 DELEGACION REGIONAL PATAGONIA SUR



AREA RIO PINTURA  
 PERFIL: A  
 DIPOLO: 25 m.  
 ESCALA: 1:

Punto de medicion 4  
 Punto de expresion y resultado 16  
 Isocurva de resultado 40  
 Efecto de Frecuencia > 40 %  
 Resistividad Aparente < 100 Ohm.m  
 Factor Metalico —

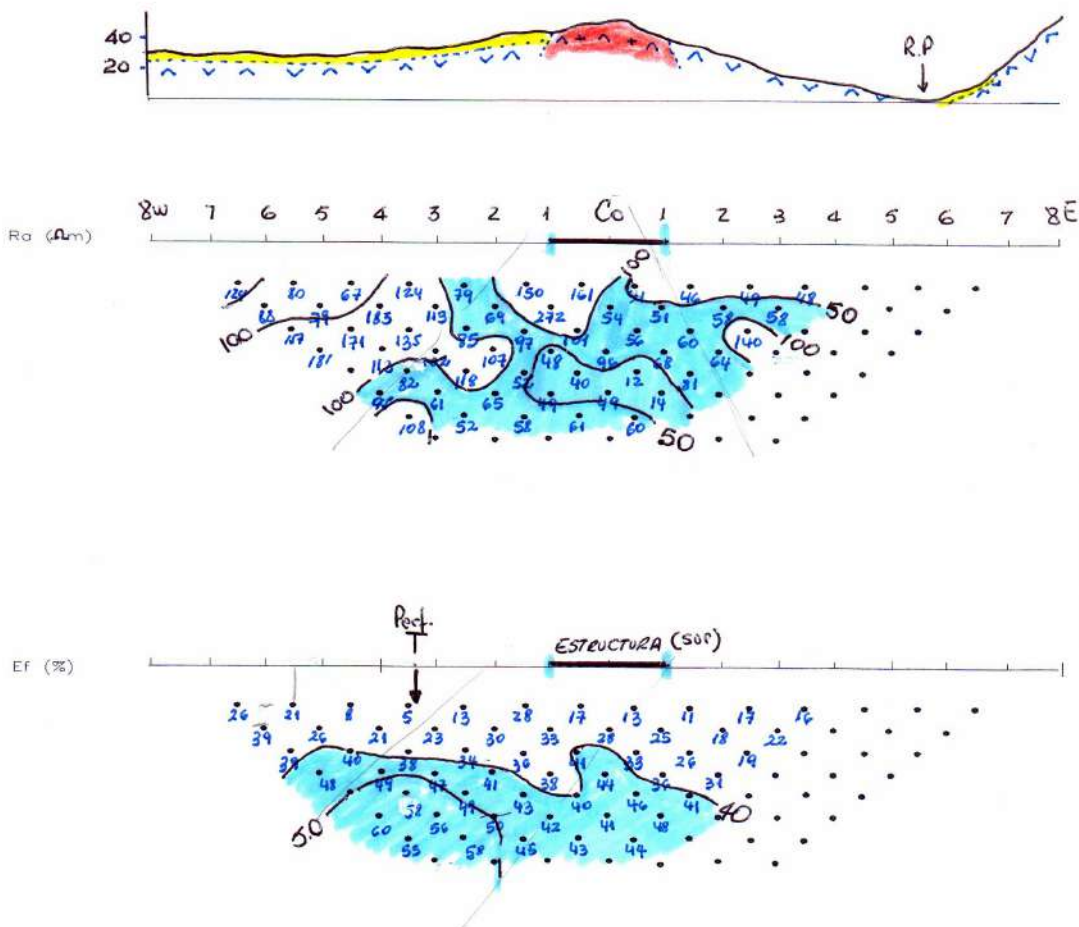
SECRETARIA DE MINERIA DE LA NACION  
 DIRECCION NACIONAL DEL SERVICIO GEOLOGICO  
 DELEGACION REGIONAL PATAGONIA SUR



AREA RIO PINTURA  
 PERFIL: B  
 DIPOLO: 25 m.  
 ESCALA: 1:

Punto de medición 4  
 Punto de expresión y resultado 1  
 Isocurva de resultado 50  
 Efecto de Frecuencia > 4.0 %  
 Resistividad Aparente < 100 Ohm.m  
 Factor Metálico ———

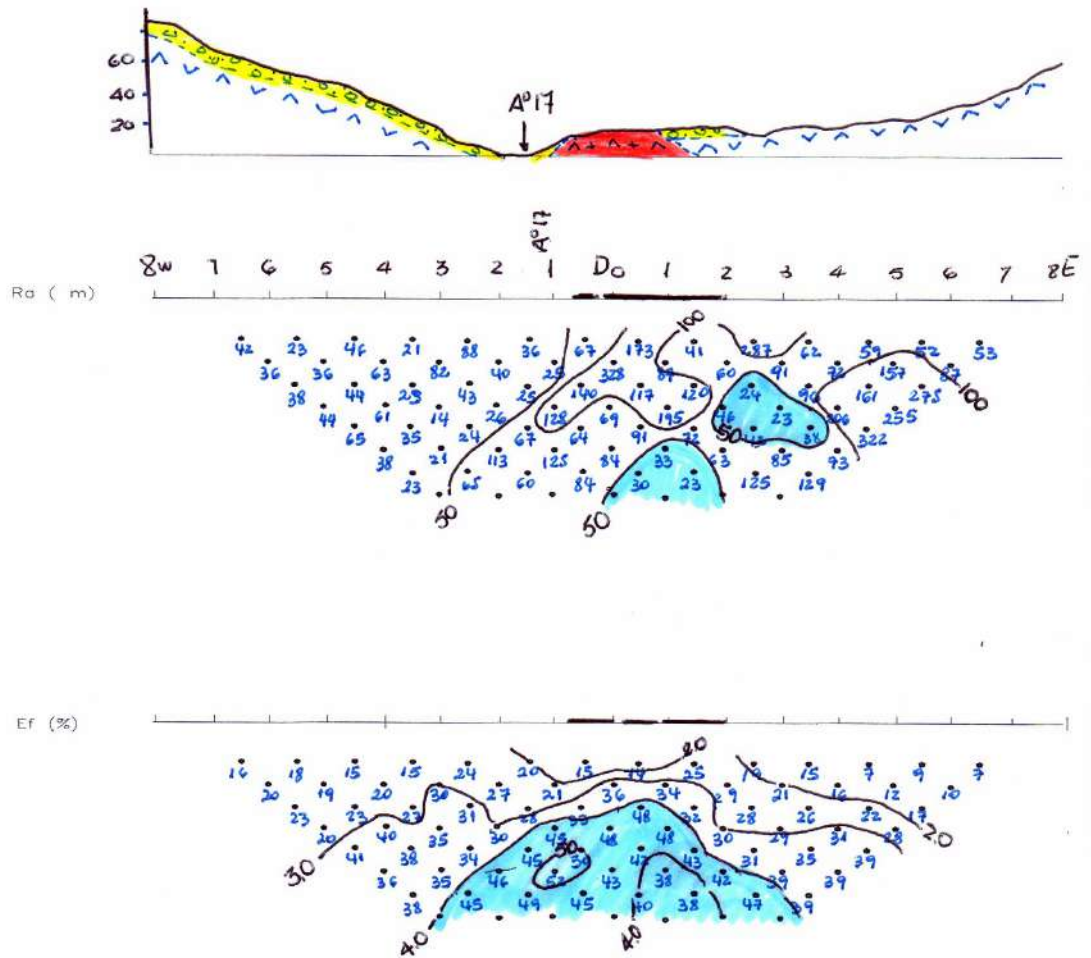
SECRETARIA DE MINERIA DE LA NACION  
 DIRECCION NACIONAL DEL SERVICIO GEOLOGICO  
 DELEGACION REGIONAL PATAGONIA SUR



AREA RIO PINTURA  
 PERFIL: C  
 DIPOLO: 50 m  
 ESCALA: 1:

Punto de medicion 4  
 Punto de expresion y resultado 1  
 Isocurva de resultado ~ 40  
 Efecto de Frecuencia > 4.0 %  
 Resistividad Aparente < 100 Ohm.m  
 Factor Metalico \_\_\_\_\_

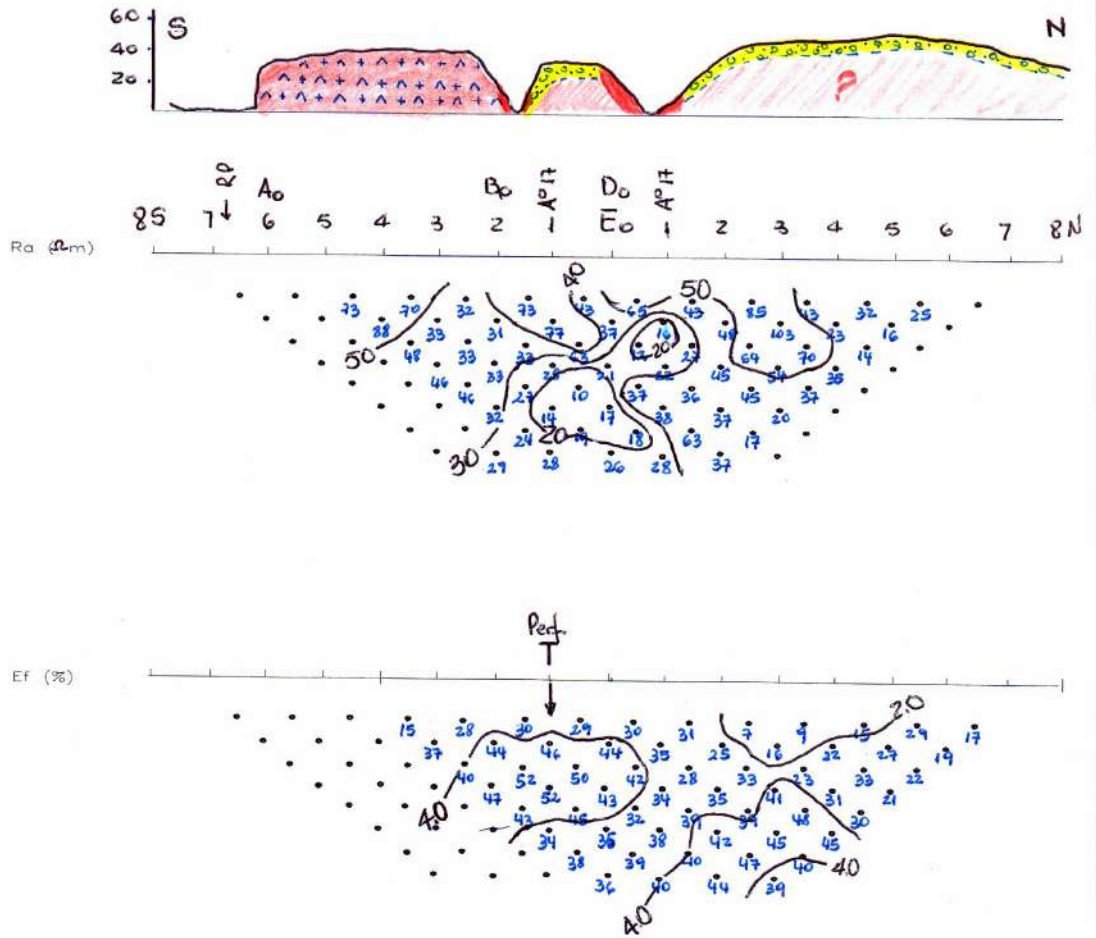
SECRETARIA DE MINERIA DE LA NACION  
 DIRECCION NACIONAL DEL SERVICIO GEOLOGICO  
 DELEGACION REGIONAL PATAGONIA SUR



AREA RIO PINTURA  
 PERFIL: D  
 DIPOLO: 25 m  
 ESCALA: 1:

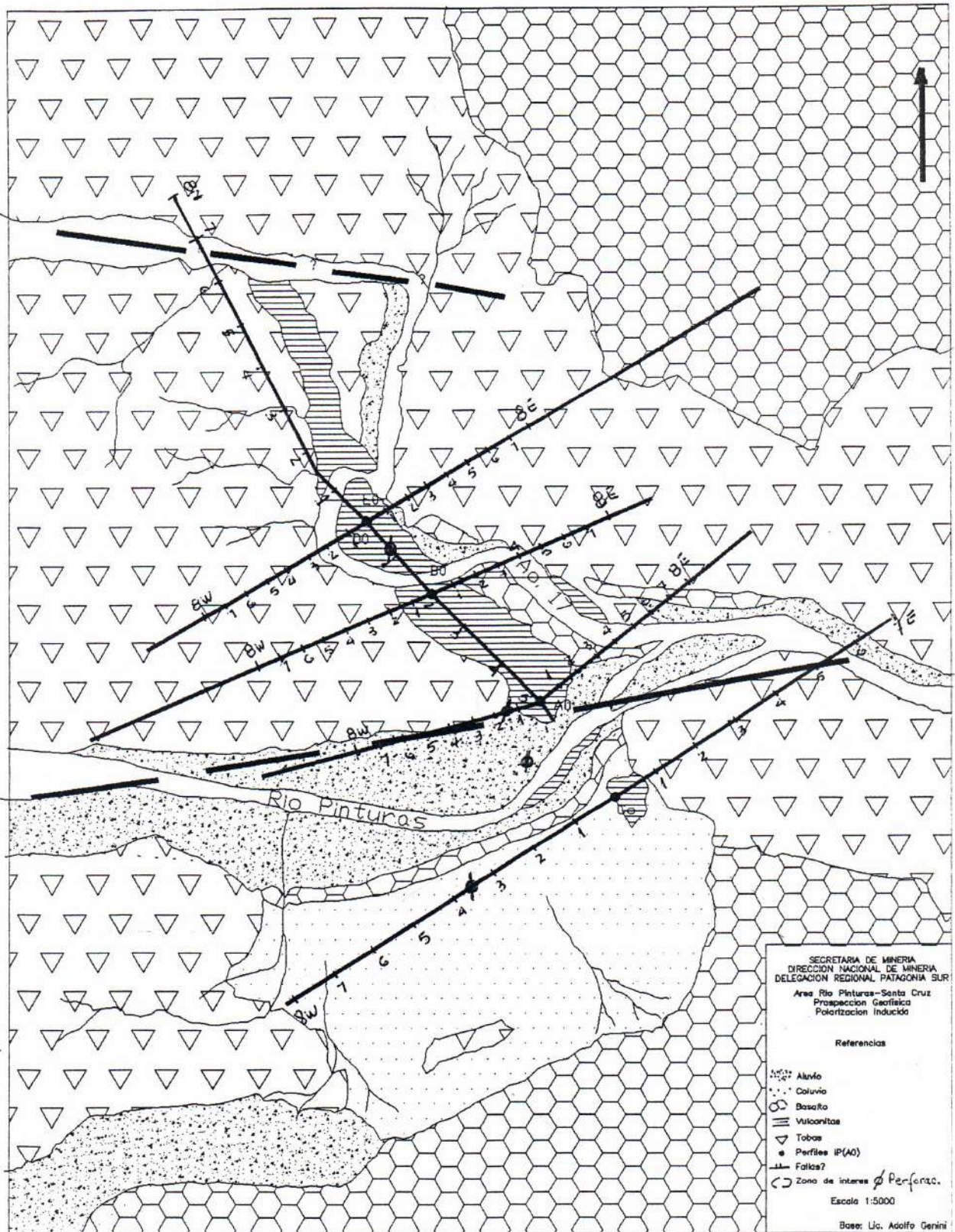
Punto de medición ↑  
 Punto de expresion y resultado ●  
 Isocurva de resultado ~ 4.0  
 Efecto de Frecuencia > 4.0 %  
 Resistividad Aparente < 100 Ohm.m  
 Factor Metalico —

SECRETARIA DE MINERIA DE LA NACION  
 DIRECCION NACIONAL DEL SERVICIO GEOLOGICO  
 DELEGACION REGIONAL PATAGONIA SUR



AREA RIO PINTURA  
 PERFIL: E  
 DIPOLO: 50m  
 ESCALA: 1:

Punto de medicion 4  
 Punto de expresion y resultado 50  
 Isocurva de resultado ~ 4.0  
 Efecto de Frecuencia > 4.0 %  
 Resistividad Aparente < 100 Ohm.m  
 Factor Metalico ———



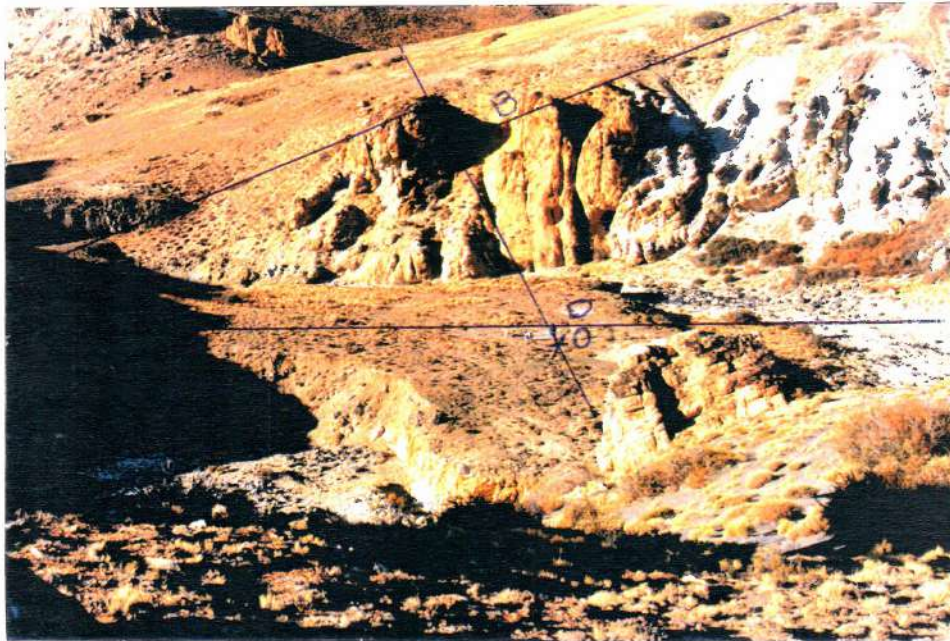


Foto N° 1: Vista de Perfiles Geofísicos IP.  
Perfiles B, D (Este-Oeste). Perfil E (Norte-Sur)



Foto N° 2. Otra vista mostrando la ubicación de los distintos Perfiles de IP.  
Perfiles C, A, B y D (Este-Oeste) perpendiculares al cuerpo.  
Perfil E (Norte-Sur) a lo largo del cuerpo.



Foto N° 3: Vista panorámica del Perfil A de IP. Perpendicular al cuerpo.  
Perfil Este-Oeste.



Foto N° 4: Perfil B. Ala Oeste. Punto Central sobre cuerpo.



Foto N° 5: Equipos de Polarización Inducida (Tx)  
Transmisor. Yokohama Elect. Labs.

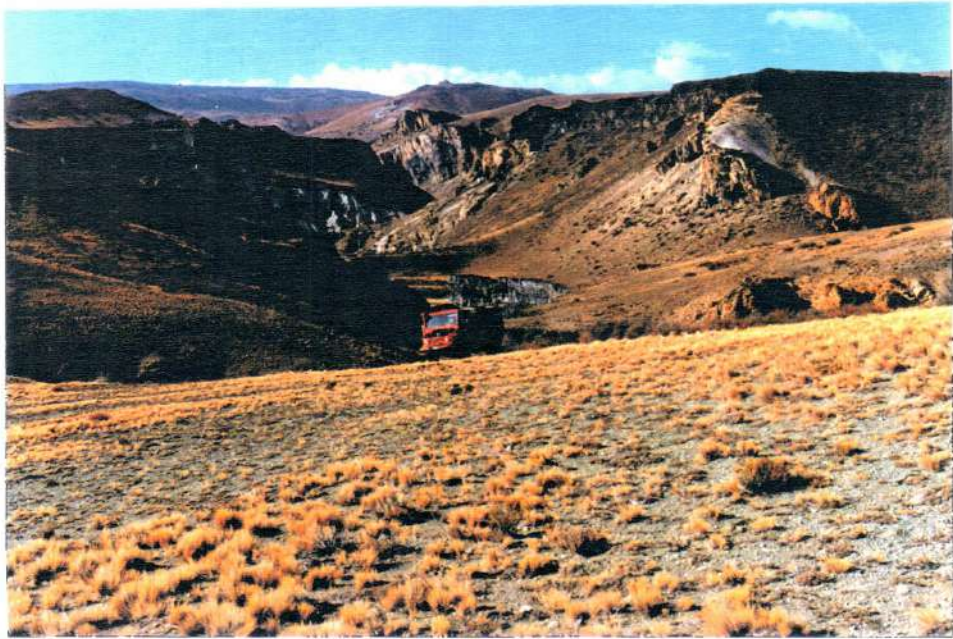


Foto No 6: Vista del Area Río Pinturas y acceso a zona de trabajo.

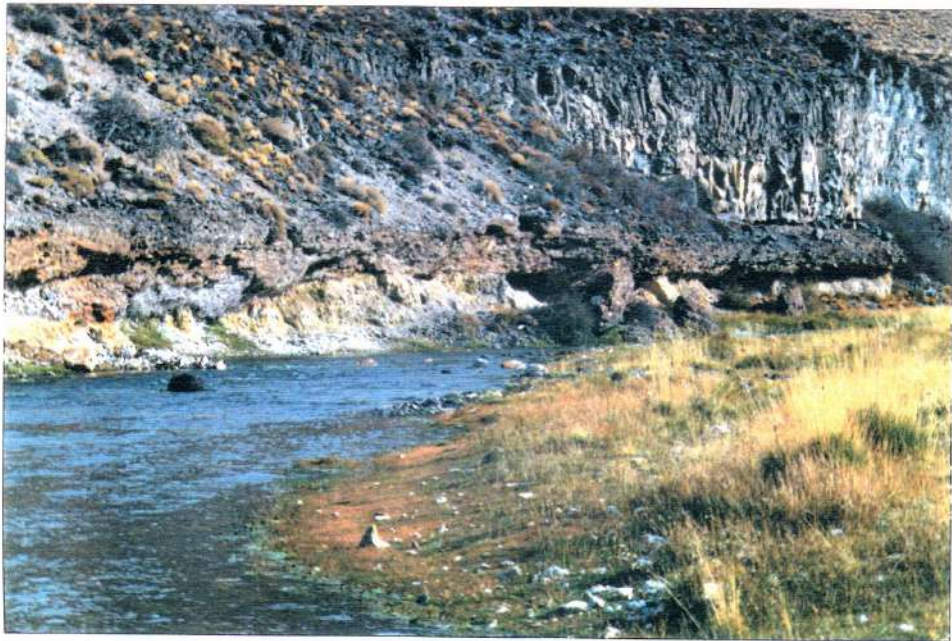


Foto No 7: Cubierta Basáltica de espesor considerable, a nivel de agua se observa cuerpo mineralizado. Por encima de Basaltos se encuentra Perfil C de Polarización Inducida (Este-Oeste).

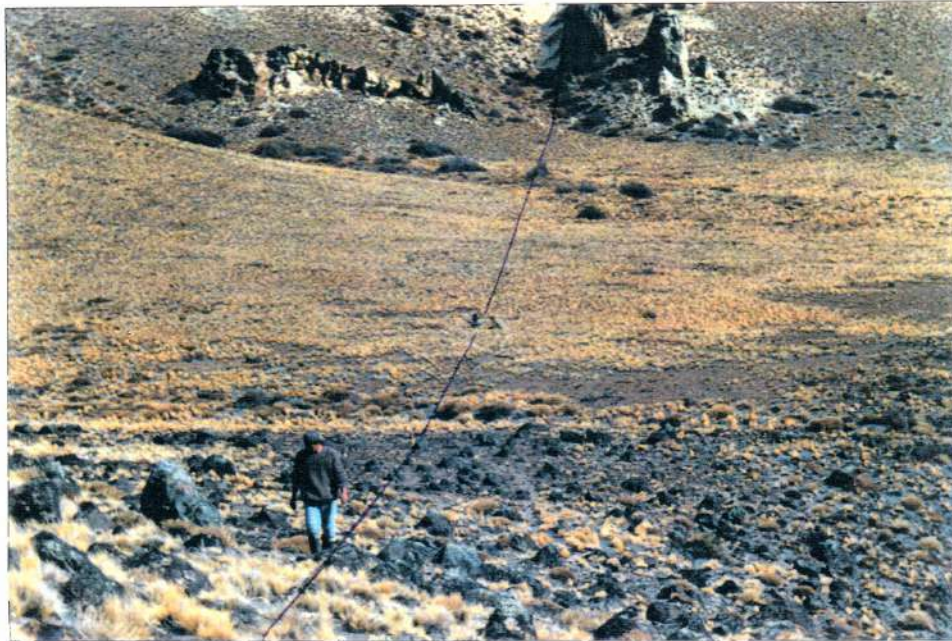


Foto No 8: Vista Oeste Perfil C. Sobre Basalto

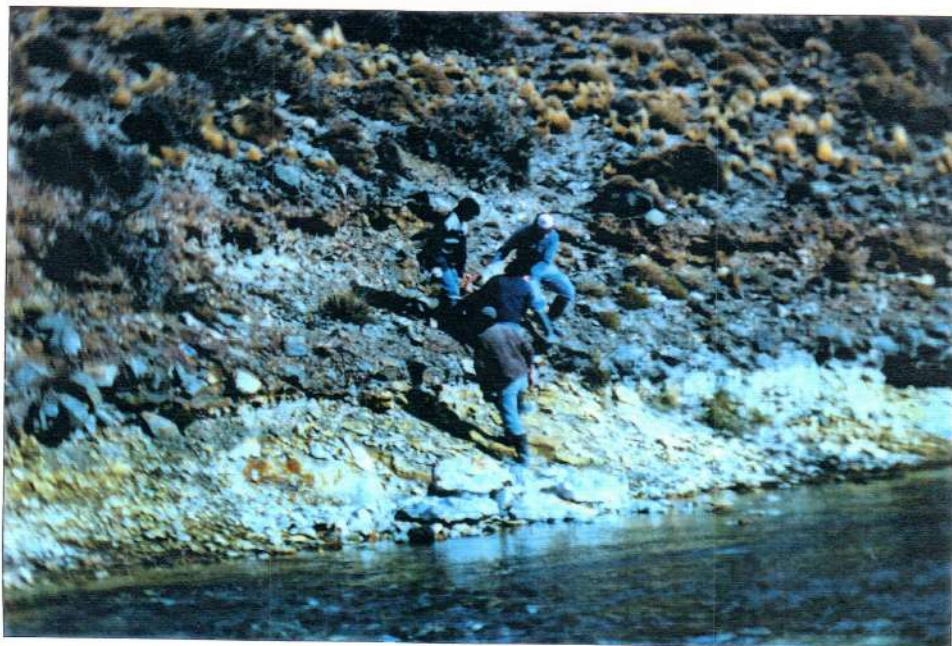


Foto No 9: Traslado de Equipos. Sobre Río Pinturas



Foto N° 10: Campamento Base. Ubicado sobre Ruta Nacional 40 y Río Pinturas.