



INSTITUTO DE INVESTIGACION DE RECURSOS NATURALES

INFORME N° 27

**ESTUDIO
GEOQUIMICO
DEL
DRENAJE
EN LA
REGION
TRANSANDINA
DE AISEN**

Jorge Oyarzún

1966

SANTIAGO-CHILE

01628

1.000
1628
c. 1

INSTITUTO DE INVESTIGACION DE RECURSOS NATURALES
CORFO



ESTUDIO GEOQUIMICO DEL DRENAJE EN LA
REGION TRANSANDINA DE AISEN

Jorge Oyarzún M.

1966

Santiago - Chile

1628c.1

I N D I C E

	PAG.
1.- RESUMEN	1
2.- INTRODUCCION	2
3.- ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO	5
3.1.- Muestreo, Preparación y Análisis	6
3.2.- Tratamiento Estadístico de los Resultados	7
3.3.- Significado de Diferencias entre Valores Medios	8
3.4.- Análisis Gráfico de la Dispersión de los valores	9
4.- VALORES MEDIOS Y MEDIDAS DE DISPERSION	11
4.1.- Generalidades	11
4.2.- Valores de la Mediana	12
4.3.- Valores de la Media	12
4.4.- Valores de la Desviación Standard-Umbrales	13
4.5.- Significado de la diferencia entre los Valores Medios	14
5.- CURVAS DE DISPERSION	18
6.- VALORES DEL MOLIBDENO	22
7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	23
BIBLIOGRAFIA	25
ANEXOS	26 a 3

1.- RESUMEN

El estudio tuvo por finalidad obtener un índice del grado de mineralización de diferentes zonas de la Región Transandina de Aisén, así como establecer algunas áreas de interés para futuros estudios detallados.

Comprendió el muestreo de sedimentos de 240 arroyos y ríos menores y su análisis por cobre, cobre soluble, cinc y molibdeno.

El trabajo incluye un mapa Metalométrico, que expresa graficamente los valores de concentración sobre la base cartográfica 1 : 250.000 del Instituto Geográfico Militar, reducida a 1 : 500.000 para comodidad de la publicación.

Las muestras fueron clasificadas en tres grupos principales, que comprenden un total de siete sub-grupos, de acuerdo con su procedencia. Estos fueron comparados entre sí, a través de métodos estadísticos y de gráficos de dispersión.

El estudio concluyó que la concentración media de cobre es significativamente mayor en las muestras de las zonas de Lago Gral. Carrera y Lago Cochrane. Las de Lago Gral. Carrera son también significativamente mayores en cinc.

Ambas zonas presentan muchas manifestaciones minerales, incluyendo dos yacimientos importantes (de plomo-cinc y de cobre). Corresponden a rocas graníticas y metamórficas, en contraste con las de más al norte, en las que predominan las rocas volcánicas.

El muestro de sedimentos demostró reunir condiciones especialmente adecuadas a la región de Aisén, por lo que se recomienda su uso en futuras prospecciones.

Se adjunta una lista de áreas o puntos de mayor interés para estudios posteriores.

2.-INTRODUCCION.-

Con el propósito de obtener un índice del grado de mineralización de diferentes áreas de la región transandina de Aisén, que sirviera de orientación a trabajos posteriores más detallados, se programó un estudio geoquímico para la temporada 1965 - 1966.

El estudio comprendió el muestreo de sedimentos en 240 arroyos y ríos menores y su análisis por cobre, cobre soluble, cinc y molibdeno.

Los métodos geoquímicos de prospección de yacimientos minerales han sido empleados sólo recientemente en el país. Sin embargo, su uso por los principales institutos geológicos y compañías mineras extranjeras, data ya de varios decenios y adquiere cada vez mayor importancia.

La prospección geoquímica se basa en el hecho de que la proximidad de un yacimiento puede ser detectada por una concentración anormal de ciertos elementos en las rocas, suelos, sedimentos, aguas o vegetación de sus alrededores. La anomalía geoquímica puede tener su origen en los procesos de mineralización, los que afectan normalmente un área varias veces mayor que el yacimiento mismo, o en la dispersión secundaria debida a la meteorización y erosión de las rocas mineralizadas.

En un estudio regional como el efectuado en Aisén, el muestreo del drenaje es el método más adecuado, ya que permite obtener, mediante un número relativamente pequeño de muestras, valores representativos de extensas áreas, cuyo acceso es a menudo difícil.

El muestreo del drenaje puede comprender tanto el agua como los sedimentos. La toma de muestras de agua presenta algunas dificultades en el caso de Aisén, ya que el volumen de muestras necesario significa problemas en el transporte, que generalmente es a caballo y por senderos accidentados.

Por otra parte, las condiciones fisiográficas, en especial el clima, no permiten esperar que los procesos de oxidación y disolución de los metales sean importantes. Esto, unido a las abundantes aguas procedentes de los deshielos que tienden a disminuir la concentración de los elementos por dilución, y favorecen valores de pH neutros, y por tanto, la precipitación de varios elementos, incluyendo el

cobre, hace poco prometedor el muestreo de las aguas.

Bowes y Knowles (1) y Joubin (6), efectuaron muestreo de agua en Aisén, con carácter experimental. Aunque esos autores señalan la aplicabilidad del método en las condiciones de Aisén, los resultados obtenidos fueron sólo regulares. De 56 muestras tomadas por Joubin, 12 dieron resultados positivos para cinc, 5 para cobre y ninguno para plomo. Incluso 3 muestras tomadas a unos 800 m. de distancia de la mina de cobre, cinc-plomo, de Ñiriguao, dieron resultados negativos para el cobre y el plomo, detectándose sólo el cinc.

En los sedimentos, en cambio, es posible detectar incluso las partículas de mineral inalterado y los valores son menos dependientes de la movilidad de los elementos en la fase acuosa, aspecto de especial importancia en el caso del cobre y del plomo.

Los minerales de mayor ocurrencia en Aisén son los sulfuros de cobre, plomo, cinc y molibdeno. Estos se presentan generalmente asociados, en especial el plomo con el cinc. La asociación facilita la prospección ya que el análisis del cinc, puede dar un buen índice de la presencia de yacimientos de plomo, elemento de baja movilidad.

En la interpretación de los valores obtenidos por el presente estudio, deben considerarse varios factores.

Aunque las muestras fueron tomadas de modo uniforme, recogiendo sedimento cubierto por agua y de la orilla, sus valores dan sólo la composición de un punto del río y en un momento determinado. A pesar de que la composición de los sedimentos presenta menos variaciones en el tiempo que la de las aguas, sus valores pueden ser afectados por la selección, según peso específico, que tiende a producir el agua corriente.

De ahí que cada valor puede considerarse representativo del río muestreado sólo desde el punto de vista estadístico. Por lo demás esta es la situación normal en casi todos los tipos de

(1) 1960. Reconnaissance for Uranium in the Aisén Area.

(6) 1963. Aisén Mineral Exploration project.

investigación.

Los ríos mayores no fueron muestreados, porque sus características no son favorables desde el punto de vista de este estudio. En efecto, al drenar áreas extensas, las posibles fuentes de anomalías tienden a diluirse en el gran volumen de sedimentos que transportan. Además los procesos de selección por la corriente se ven acentuados, depositándose distintas facies de sedimentos y por consiguiente, es mayor la posibilidad de obtener resultados poco representativos.

El muestreo fué ejecutado por tres personas, (F. Lillo, A. Lahsen y J. Oyarzun), que tenían además la responsabilidad de efectuar estudios de geología y geomorfología. Debido a la extensión y a las dificultades que presenta el transporte, no fué posible muestrear todos los ríos que interesaban.

La toma de muestras se efectuó en las siguientes fechas: entre Niriguao y Río Ibañez, del 1° al 23 de diciembre. Río Cisnes, del 16 al 26 de enero. Lago Gral. Carrera, del 7 de febrero al 15 de marzo. Lago Cochrane-Río Chacabuco, del 10 de febrero al 2 de marzo.

Los puntos de muestreo fueron marcados en las cartas 1 : 250.000 del I.G.M. Varios arroyos no aparecen en esas cartas y debido a que el recubrimiento fotográfico no es adecuado, no siempre se logró su ubicación exacta.

Con las concentraciones determinadas se confeccionó un Mapa Metalométrico escala 1 : 500.000, el que se anexa a este informe.

Considerando que este informe corresponde a un conjunto con estudios de geología, geomorfología, clima, vegetación y suelos, hemos omitido la descripción de esos aspectos de la región estudiada.

3.- ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO.-

Geoquímica del cobre y del cinc. (1)

El cobre presenta concentraciones promedio de 70 pp (partes por millón), en las rocas ígneas, de 20 ppm. en los suelos. En las aguas dulces su rango normal es de 0.2 a 30 ppb. (partes por billón).

Su carácter geoquímico es calcófilo; se presenta asociado con Pb-Zn; Mo, Ag, Au y Sb, en depósitos de sulfuros. También con Ni-Pt y con Co-As.

Los minerales primarios de cobre son la calcopirita, bornita, minerales complejos con As-Sb-S, todos inestables a la meteorización; los secundarios son sulfuros, óxidos, carbonatos básicos, sulfatos y silicatos.

En la fase acuosa está como Cu^+ y Cu^{++} iónico, y en materia orgánica soluble.

El cobre es un nutriente importante de las plantas. Algunas son buenas indicadores de la presencia de mineralización de cobre.

La movilidad del cobre es alta, si el pH es inferior a 5.5 baja, a valores de pH neutros o alcalinos. También está afectada por la coprecipitación del cobre con limonita y por su sorción en la materia orgánica y en las arcillas.

El cinc tiene una concentración promedio de 80 ppm. en las rocas ígneas y de 50 ppm. en los suelos, y un rango normal de 1 a 200 ppb. en las aguas.

Su carácter geoquímico es también calcófilo, se presenta asociado con Cu, Pb, Ag, Au, Sb, As, y Se en los yacimientos minerales.

Su mineral primario de mayor importancia es la blenda o esfalerita, que es inestable a la meteorización; como minerales secundarios pueden citarse los sulfatos, carbonatos y silicatos hidratados.

(1) Tomado de Hawkes y Webb (1962) "Geochemistry in Mineral".

La fase acuosa del cinc corresponde a Zn^{++} iónico; también está en algunos organismos flotantes y en la materia orgánica.

El cinc es un nutriente esencial para casi todas las plantas; las algas en los ríos y lagos absorben una gran parte del cinc disuelto en el agua. Sobre cierta concentración es venenoso para la mayoría de las plantas.

Su movilidad es alta, limitada por la actividad de los organismos y por la coprecipitación con limonita;

3.1.- Muestreo, Preparación y Análisis.-

El muestreo se efectuó en bolsas de tela, tomando aproximadamente 200 grs. de sedimentos. No fue necesario secar las muestras, ya que la tela favorece la eliminación de la humedad.

En el laboratorio se tamizaron a -80 mallas, que es la fracción más conveniente para este tipo de trabajos, quedando listas para su análisis.

En prospección geoquímica la precisión absoluta no es esencial, ya que el interés radica en distinguir las áreas de mayor y menor concentración. Los métodos colorimétricos satisfacen este requerimiento, con precisiones de una o dos decenas por ciento.

El método denominado "cobre total", consiste en un ataque inicial de la muestra con HNO_3 en caliente. La solución así obtenida se analiza a pH 2-3, mantenido con buffer, agregándole ditizona en benzol y agitando. La cantidad de metal se determina por el color del ditizonato formado, comparando con una serie standard.

El buffer contiene citrato de amonio, para acomplejar otros metales (Mg, Hg, Au), así como hidrocloreuro de hidroxilamina, para evitar la oxidación de la ditizona.

La precisión del método es de 10% en trabajos de rutina, dentro de un rango de valores de 5 a 4.000 ppm.

El método detecta todo el cobre contenido en la muestra, excepto el incluido en los silicatos.

El método del "cobre soluble" o "cobre frío", elimina el ataque con ácido, tratándose la muestra directamente con buffer y ditizona. El cobre soluble, denotado por el símbolo $c \times Cu$, corresponde al de fácil extracción y por lo tanto, no incluye el contenido en sulfuros o en otras sales poco solubles.

La precisión del método es de 25%, dentro de un rango de 0 a 500 ppm..

El procedimiento de análisis para "cinc total" es idéntico al descrito para el "cobre total", excepto que el buffer se prepara con tiosulfato de sodio y acetato de sodio, ajustando el pH a 6-6.5.

La precisión es similar a la del "cobre total", dentro de un rango de 5 a 1,500 ppm..

Cuando se señale una concentración de cobre o cinc, debe entenderse la obtenida por el método total. La obtenida por el análisis en frío se indica como cobre soluble o " $c \times Cu$."

Los análisis de cobre y cinc fueron ejecutados por el Centro de Metalurgia de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

3.2.- Tratamiento Estadístico de los Resultados.

Valor de Fondo y Anomalía Geoquímica: La abundancia normal de un elemento en medios no contaminados por mineralización, se denomina "valor de fondo", que no corresponde a una cifra determinada, sino más bien a un rango de valores.

El valor de fondo depende de varios factores, entre ellos el tipo de roca predominante y el clima; este último, por su control en los procesos naturales de concentración y lixiviación. De ahí que al efectuar una prospección geoquímica, sea necesario estimar el valor de fondo para cada área, ya que su contraste con los valores anormales o anomalías geoquímicas, señalará las áreas de mayor interés.

Las anomalías geoquímicas pueden corresponder a valores altos, o anomalías positivas y a valores bajos, o anomalías negativas. Aunque ambas tienen valor en la interpretación el interés se concentra generalmente en las anomalías positivas.

El procedimiento empleado normalmente, para fijar el valor de fondo, consiste en darle un valor arbitrario, generalmente el de la mediana, es decir, de aquella cifra que divide el número de observaciones, ordenadas de menor a mayor, en dos partes iguales.

Las fluctuaciones normales de valor de fondo, que pueden no estar relacionadas a la presencia de mineralización, se determinan estadísticamente, fijando el umbral de los posibles valores anormales en dos desviaciones standard.

La desviación standard muestra la dispersión de los valores individuales alrededor de la media de una distribución dada. Su cálculo se efectúa determinando entre cada valor del grupo y el de la media aritmética y elevando esa diferencia al cuadrado. La suma de los valores así obtenidos se divide por el número de muestras considerado y se extrae la raíz cuadrada del cociente.

La estimación de valor de fondo y del umbral puede también ser efectuada visualmente, estudiando los gráficos de concentración, y en todo caso, la interpretación incluye siempre un factor personal, constituyendo la estadística sólo un dato auxiliar.

3.3.- Significado de Diferencias entre Valores Medios.-

Con el objeto de estimar si las diferencias entre los valores medios de concentración para distintas áreas tienen un nivel de significación suficiente, se recurrió al análisis estadístico.

Establecido los valores de la desviación standard para cada grupo de muestras, éstos se dividen por la raíz cuadrada del número de muestras o, tratándose de grupos pequeños, de ese número menos uno, En esa forma se obtiene el "error standard" (E.S.).

Strictamente, "Standard error estimate" = $\frac{SD}{\sqrt{n}}$ o $\frac{SD}{\sqrt{n-1}}$

El paso siguiente consiste en obtener el cociente entre la diferencia de las medias y el E.S. de la diferencia, según la ecuación:

$$\frac{\text{Diferencia}}{\text{E.S. Diferencia}} = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{(\text{E.S. } \bar{X}_1)^2 + (\text{E.S. } \bar{X}_2)^2}}$$

$F = \frac{X_1 - X_2}{\text{E.S. Diferencia}}$
Tad + 1.5 + 1.5
Standard

El valor obtenido corresponde a la desviación relativa para la diferencia, valor que permite, recurriendo a la curva normal standard, obtener la probabilidad (P), de que la diferencia se deba sólo al azar.

La región comprendida entre la probabilidad 0,01 y 0,05, se considera una zona límite de significación. Si el valor de P es mayor de 0,05, las medias no se consideran significativamente diferentes.

Cabe señalar que el término "azar" no tiene, en este caso, el mismo significado que cuando se arroja una moneda, sino que debe considerarse como el conjunto de las causas que no han podido todavía, identificarse.

3.4.- Análisis Gráfico de la Dispersión de los Valores.-

Se ha comprobado que la distribución de los valores en algunos fenómenos geológicos sigue la ley normal. Esto significa que no son los valores, sino sus logaritmos los que están distribuidos normalmente, y por lo tanto, la curva de frecuencia es asimétrica para los valores y simétrica para sus logaritmos.

Aunque algunos autores objetan la validez de este principio, la mayoría de los estudios parecen confirmarlo, incluso los efectuados en Chile por A. de Grys (4).

Basados en el principio de Log-Normalidad, Tennant y White (7), señalan un método bastante adecuado para el tratamiento de los datos de una prospección geoquímica.

(4) 1964. Copper Distribution Patterns in Chile.

(7) 1959. Study of the Distribution of Some Geochemical Data.

El método consiste en poner los porcentajes acumulativos de las concentraciones en papel logarítmico de probabilidades, dividiendo los valores en clases, y colocando el límite superior de cada clase como ordenadas contra los porcentajes, como abscisas.

Si se obtiene una línea recta, la distribución es Log-Normal. La recta es de pendiente suave si el rango de valores es estrecho y más inclinada si la dispersión es mayor, lo que puede resultar de variaciones bruscas en el aporte de metal o de localizaciones favorables para su concentración sobre distancias cortas.

Una relación directa entre la distribución de dos metales en un mismo ambiente se traduce en líneas paralelas, esto significa que las distribuciones son similares, pero las medias difieren.

Una distribución mixta, en la que una anomalía se superpone al valor de fondo, se refleja en el cambio de la pendiente de la línea.

El modelo de distribución de un metal varía con el ambiente ya que depende no sólo de la concentración de los metales, sino también de los agentes implicados en la dispersión (químicos, físicos o ambos).

En áreas mineralizadas, la distribución tiende a ser compleja, por efecto de la superposición de dispersiones de distinto origen y pueden obtenerse no sólo variaciones en la pendiente de la recta sino también líneas en forma de S.

El método recién descrito es muy apropiado para distinguir anomalías significativas cuando es necesario tratar una gran cantidad de datos.

4.- VALORES MEDIOS Y MEDIDAS DE DISPERSION.-

4.1.- Generalidades.-

Con la finalidad de estudiar la relación entre los valores determinados en las muestras y la zona de la cual éstas procedían, se las dividió en tres grupos principales.

El primero incluyó 34 muestras recolectadas en Alto Cisnes, cuya geología comprende principalmente rocas efusivas, jurásicas y terciarias, intrusiones graníticas y depósitos cuaternarios relativamente extensos. El clima de la zona es estepario; la precipitación anual es inferior a 400 mm. que cae como nieve en invierno y en lluvias torrenciales de corta duración, en verano. La erosión eólica es muy activa.

El segundo grupo consideró muestras de la zona comprendida entre Ñiriguso y Lago Gral. Carrera. En ella predominan los afloramientos de rocas efusivas jurásicas y cretácicas; menor extensión tienen los de las lutitas y areniscas marinas del Titoniano-Neocomiano. Se presentan también algunos intrusivos de carácter diorítico. El clima es transandino con precipitaciones anuales del orden de 1.000 mm..

Las muestras, que alcanzan a 120 se dividieron en 4 subgrupos considerados de norte a sur, con el fin de analizar la evolución de los valores y poder comparar grupos de un número similar.

Se agregó también un grupo de 7 muestras de afluentes del río Chacabuco el que no se consideró en los estudios estadísticos.

El tercer grupo incluye las muestras de la zona occidental del Lago Gral. Carrera, y las de Lago Cochrane. La geología comprende rocas metamórficas, graníticas y tipos intermedios.

El clima es transandino en Lago Gral. Carrera y Transandino-estepario en Cochrane.

Las 66 muestras se dividieron en 2 subgrupos, el primero de Lago Carrera y el segundo de Cochrane.

Las 10 muestras de afluentes del río Aisén, correspondientes a la zona del Batolito se dejaron fuera del estudio estadístico dado su pequeño número. Se indican, sin embargo, sus valores medios.

Se empleó la siguiente simbología para indicar los distintos grupos de muestras: Cisnes (C). Ñiriguao-Lago Carrera (SE-1 a SE-4). Lago Carrera-Cochrane (MG-1 y MG-2). Río Chacabuco (SE-Ch) y río Aisén (G).

4.2.- Valores de la Mediana.

La mediana presenta valores uniformes para todos los subgrupos, en los que se refiere al cobre, al cobre soluble y a su razón.

Respecto al cinc, se obtuvo un claro aumento desde C a MG-1, descendiendo el valor en MG-2. Su máxima coincide con el distrito minero de Lago Carrera.

El valor de fondo, estimado como igual a la mediana es de 25 ppm. para el cobre y de 50 ppm. (C) a 90 ppm. (MG-1), para el cinc.

4.3.- Valores de la Media.

Los del cobre están comprendidos entre 24 ppm. (SE-4) y 38 (MG-2). Este último valor resalta respecto a los demás, que son inferiores a 32 ppm. En Cochrane (MG-2), se conocen varias mineralizaciones de cobre, cuyo interés económico no ha sido aún evaluado.

El valor más alto de cobre frío (exceptuando SE-Ch, que no se consideró en estas comparaciones), se determinó en MG-1 (Lago Carrera), al igual que la razón más alta de cobre soluble a cobre total.

Esta razón indica la importancia relativa del cobre captado de las aguas por los sedimentos, respecto al cobre

residual que éstos incluyen. El nivel del 5% separa el predominio del cobre de uno u otro origen, correspondiendo los valores inferiores a esa cifra al predominio del cobre residual.

Es de interés el hecho de que los valores más bajos de la razón correspondan a las zonas de Cisnes y Cochran (7,5% y 7% respectivamente). En efecto, ambas se caracterizan por un clima más seco que las otras, por lo que los procesos de disolución deben ser menos activos. De ahí que la importancia relativa del cobre residual deba ser mayor que en las otras zonas, lo que concuerda con los resultados obtenidos. (SE-1 a MG-1 tienen valores de la razón bastante parejos, comprendidos entre 10,4% para SE-4 y 12% para MG-1).

Respecto al cinc, es notorio el alto valor de 107 ppm. obtenido para MG-1 lo que concuerda con el mayor valor de la mediana. Igual coincidencia se tiene para el valor más bajo (Cisnes) con 57 ppm.

Más adelante se discutirá el nivel de significación que presentan las diferencias entre los valores de la media, desde un punto de vista estadístico.

4.4.- Valores de la Desviación Standard-Umbrales.

La desviación standard mide el grado de dispersión de los valores individuales con respecto a la media de una distribución dada. Si la desviación standard es alta, mayor será el grado de dispersión.

Al fijar el umbral, esto es, aquel valor que puede estimarse como límite de las fluctuaciones normales del valor de fondo, se debe considerar la dispersión de los valores y por lo tanto, la desviación standard.

Siguiendo a Hawkes y Webb (5), se ha fijado el umbral como la media + 2 desviaciones standard. Solo los valores mayores de esa cifra deben considerarse, estadísticamente, como posibles anomalías.

(5) 1962 "Geochemistry in Mineral Exploration".

Esto no significa, sin embargo, que todos los valores inferiores al umbral carezcan de importancia. Por el contrario, es recomendable investigar también otros valores altos cuya relación con los de las muestras vecinas presente cierto interés.

La mayor dispersión de los valores de cobre se determinó en MG-2 y la menor en SE-2. Esta situación es idéntica para el cinc, lo que probablemente está ligado a la distribución de la mineralización.

4.5.- Significado de la Diferencia entre los Valores Medios.

El concepto del "nivel de significación" de la diferencia entre la media de dos conjuntos ha sido explicado en capítulo anterior, así como el método para establecerlo. En consecuencia, se pasará a exponer directamente los resultados obtenidos.

Como límite de significación se ha considerado el valor de $P=0,01$. De acuerdo con este criterio se llega a las siguientes conclusiones:

Cobre.- Son significativamente mayores las medias de los subgrupos:

- C, con respecto a SE-4
- MG-1, con respecto a SE-1, SE-2 y SE-4
- MG-2, con respecto a SE-2 y SE-4

Cinc.- Son significativamente mayores las medias de los subgrupos:

- SE-1, SE-3, SE-4 y MG-1, con respecto a C.
- MG-1, con respecto a SE-1 y SE-2.

Razón cobre soluble/cobre. Las medias de los subgrupos C y MG-2 son significativamente menores que las de los otros subgrupos.

Es interesante la coincidencia de los valores más altos de cobre con la zona de rocas metamórficas y graníticas de Lago Carrera y Cochrane; la de Lago Carrera presenta

igualmente los mayores valores de cinc. Cisnes se observa significativamente inferior en cinc, mientras los valores de cobre y cinc, para toda la zona correspondiente a las series efusivas mesozoicas (Ñiriguao-Lago Carrera), no presentan diferencias significativas.

Respecto a la razón cobre soluble/cobre, los valores obtenidos concuerdan con las condiciones climáticas de las zonas respectivas, como se ha señalado anteriormente.

Valor de la Mediana de las Concentraciones en ppm.

	Cu	c x Cu	$\frac{c \times Cu}{Cu} \times 100$	Zn
C	25	2	8	50
SE-1	25	2	8	60
SE-2	25	2	8	60
SE-3	25	2	8	75
SE-4	25	2	8	80
MG-1	25	2	8	90
MG-2	25	2	8	75
G	25	2	8	60
SE-Ch	25	4	8	75

Valor de la Media de las Concentraciones en ppm.

	Cu	c x Cu	$\frac{c \times Cu}{Cu} \times 100$	Zn
C	30	2,3	7,5	57
SE-1	26	2,8	10,9	76
SE-2	25	2,6	10,5	68
SE-3	28	3,3	11,6	87
SE-4	24	2,5	10,4	81
MG-1	31	3,7	12,0	107
MG-2	38	2,1	7,0	81
G	29	2,6	7,5	69
SE-Ch	32	4,9	17,1	79

Valor de la Desviación Standard

	Cu	$\frac{C \times Cu}{Cu} \times 100$	Zn
C	12,0	4,6	24,9
SE-1	4,6	5,0	25,1
SE-2	0,0	4,3	18,9
SE-3	9,8	9,7	42,8
SE-4	2,9	3,5	30,0
MG-1	10,8	6,5	59,1
MG-2	27,6	3,8	60,2

Valor del Umbral en ppm.

	C	SE-1	SE-2	SE-3	SE-4	MG-1	MG-2
Cu	54	35	-	48	30	53	93
Zn	107	126	106	173	141	225	201

Valor del Error Standard.

	Cu	$\frac{e \times Cu}{Cu} \times 100$	Zn
C	2,09	0,80	4,33
SE-1	0,87	0,94	4,73
SE-2	0,00	0,81	3,57
SE-3	1,85	1,83	8,08
SE-4	0,51	0,62	5,31
MG-1	1,82	1,10	9,98
MG-2	5,31	0,73	11,58

Significado de la Diferencia entre Valores Medios

(1) Niveles de Probabilidad en %

Cobre

	C	SE-1	SE-2	SE-3	SE-4	MG-1
C						
SE-1	8					
SE-2	2	27				
SE-3	48	33	11			
SE-4	0,6	5	5	4		
MG-1	73	1	0,1	25	0,01	
MG-2	18	3	1	8	0,9	21

Cinc

	C	SE-1	SE-2	SE-3	SE-4	MG-1
C						
SE-1	0,3					
SE-2	5	18				
SE-3	0,1	24	3			
SE-4	0,05 ₋₃	48	5	53		
MG-1	4x10 ⁻³	0,5	0,02	24	2	
MG-2	5	69	29	67	-	9

Razón Cobre Soluble / Cobre

	C	SE-1	SE-2	SE-3	SE-4	MG-1
C						
SE-1	0,6					
SE-2		75				
SE-3			58			
SE-4				54		
MG-1					21	
MG-2	65					1x10 ⁻⁴

(1) La región comprendida entre $P=1\%$ y $P=5\%$ corresponde a la zona límite de significación. Si $P=1\%$ o menor, las medias se consideran significativamente diferentes. Si P es mayor de 5% no se otorga valor a su diferencia.

5.- CURVAS DE DISPERSION

De acuerdo a lo señalado en 3.4. indicaremos a continuación las características principales de los gráficos obtenidos para el cobre y el cinc.

Para obtener una apreciación de conjunto, y basada en un número suficiente de muestras, se consideraron los tres grupos principales: C, SE y MG.

Cobre: se obtuvo rectas casi coincidentes para C y SE; la de C con pendiente ligeramente superior. Este resultado corresponde a una distribución Log-Normal simple, con una dispersión algo mayor en C.

La línea obtenida para MG presenta forma de S, siendo sus extremos paralelos y el tramo medio de mayor pendiente. Esta forma corresponde a una distribución compleja, probablemente relacionada con la mineralización que afecta a la Zona de rocas metamórficas y graníticas. Las dos inflecciones están en las 45 y 120 ppm.

Cinc: Los tres grupos de muestras dieron líneas en forma de S, por lo que probablemente todos incluyen algunas conectadas con áreas mineralizadas. Las inflecciones coinciden con las siguientes concentraciones:

C: 50 y 90 ppm, SE: 100 y 140 ppm, MG: 100 y 160 ppm.

Las inflecciones tienen bastante interés, ya que permiten separar los valores correspondientes a dispersiones de distinto origen, y por lo tanto, detectar los límites de los valores anómalos.

Las líneas fueron trazadas estimativamente. Las correspondientes al cobre ofrecen relativamente menos seguridad, debido al menor número de puntos de referencia.

PORCENTAJES ACUMULATIVOS POR CLASES

Cobre

C (Cisnes)

<u>Clases (ppm.)</u>	<u>Frecuencias</u>	<u>% Acumulativo</u>
11-20	1	2,8
21-30	25	76,5
41-50	6	94,0
51-60	2	100,0

SE-1 a SE-4 y SE-Ch

<u>Clase (ppm.)</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>% Acumulativo</u>
11-20	3	2,4
21-30	118	95,2
41-50	4	98,3
51-60	2	100,0

MG-1 y MG-2

<u>Clases (ppm.)</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>% Acumulativo</u>
11-20	1	1,6
21-30	46	73,5
31-40	1	75,0
41-50	14	97,0
111-120	1	98,2
131-140	1	100,0

Cinc

C (Cisnes)

<u>Clases (ppm.)</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>% Acumulativo</u>
21-30	4	11,8
41-50	22	76,5
71-80	4	88,2
81-90	2	94,0
91-100	1	97,0
151-160	1	100,0

SE-1 a SE-4 y SE-CH

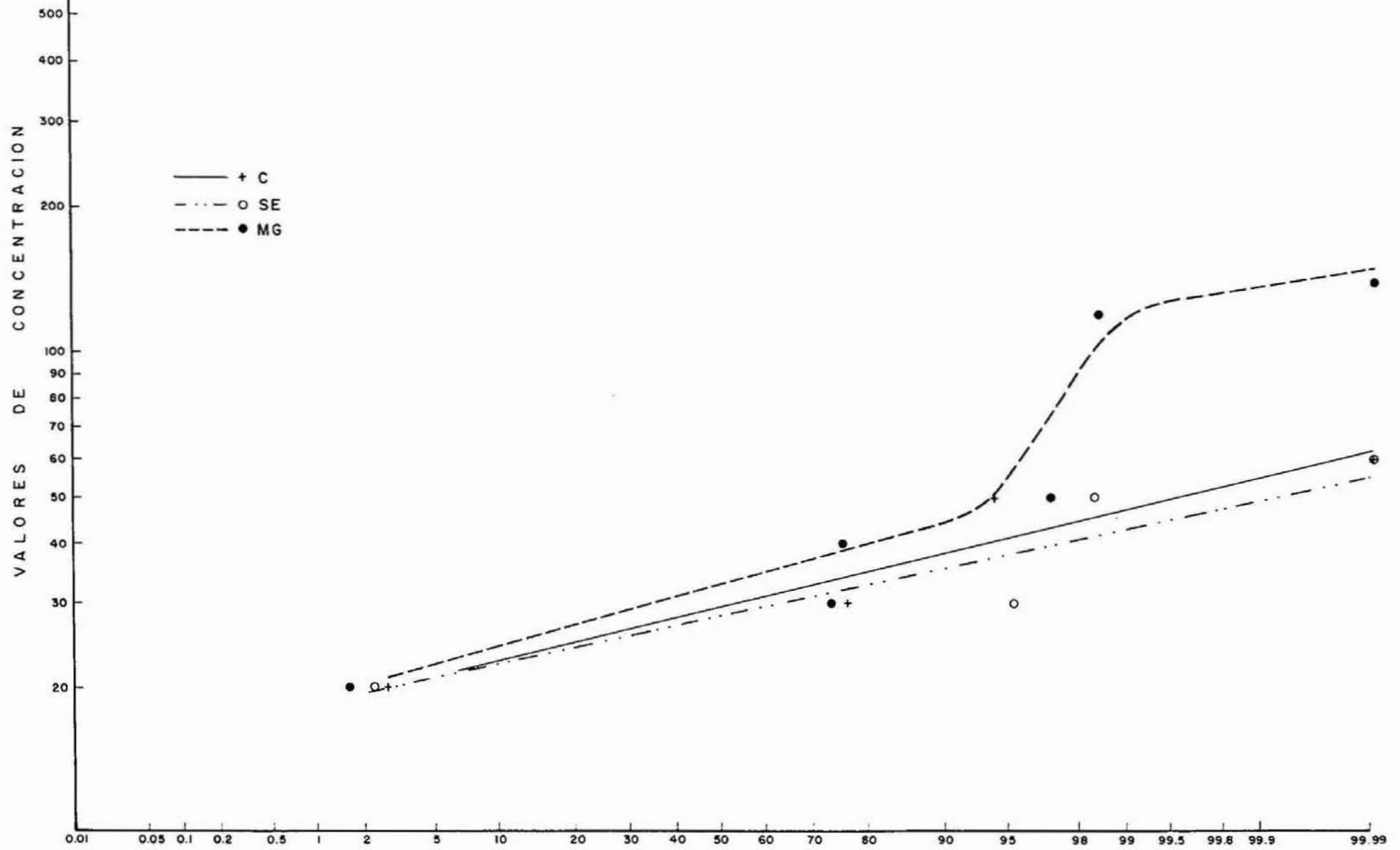
<u>Clase (ppm.)</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>% Acumulativo</u>
21-30	1	0,8
41-50	15	12,6
51-60	38	42,6
71-80	25	62,1
81-90	32	87,5
91-100	8	94,0
101-120	1	95,0
121-130	1	95,5
131-140	1	96,0
141-150	3	98,4
171-180	1	99,3
291-300	1	100,0

MG-1 y MG-2

<u>Clases (ppm.)</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>% Acumulativo</u>
21-30	2	3,1
41-50	13	23,4
51-60	3	28,2
71-80	16	53,1
81-90	15	76,6
91-100	2	79,6
121-130	1	81,2
141-150	3	86,0
151-160	4	92,2
171-180	1	93,6
191-200	1	95,2
211-220	1	97,0
341-350	2	100,0

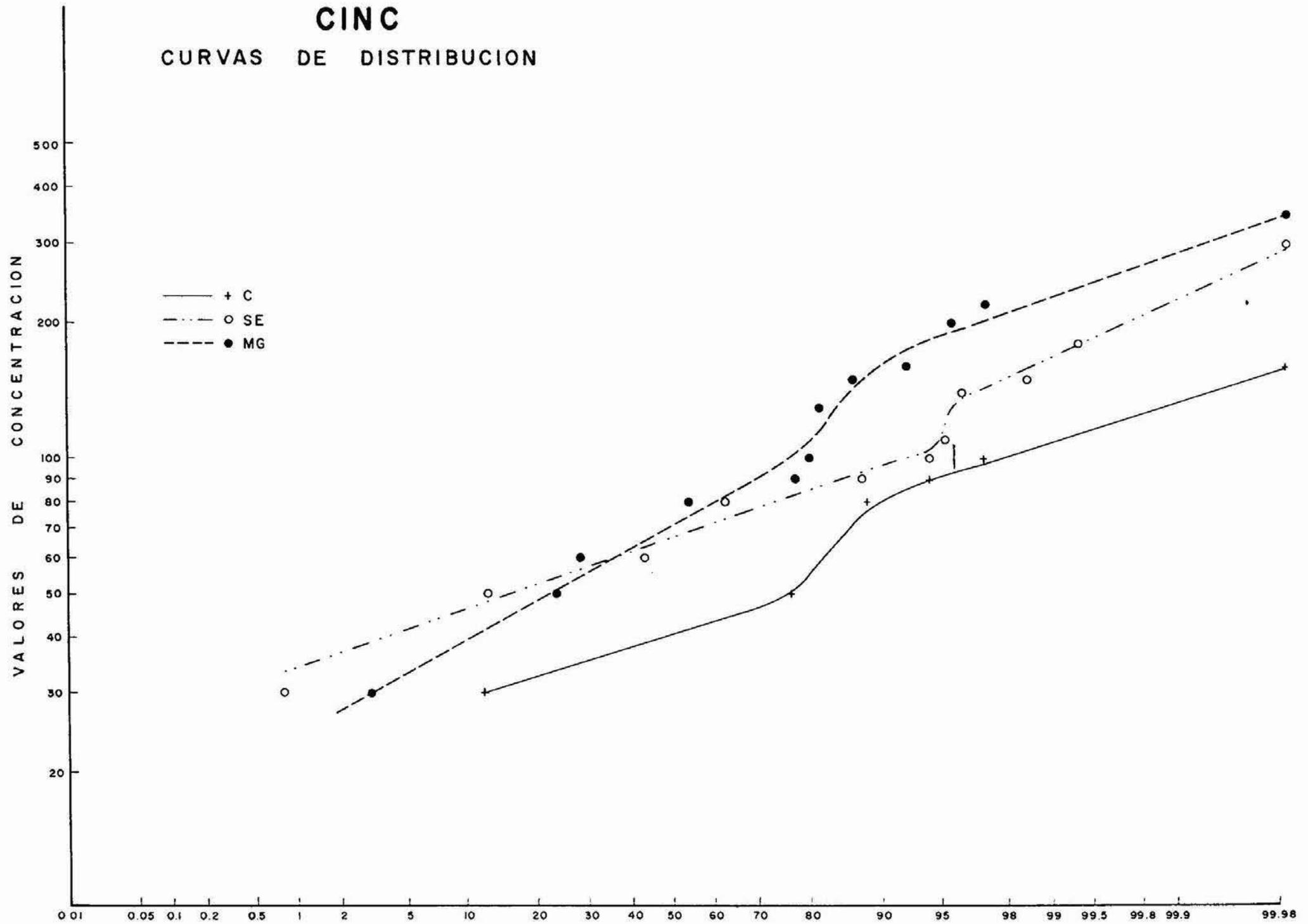
COBRE

CURVAS DE DISTRIBUCION



CINC

CURVAS DE DISTRIBUCION



VALORES DEL MOLIBDENO.

La mayor parte de los valores está comprendida entre 11 y 40 ppm., cifras que aparecen muy exageradas si se las compara con las dadas por la literatura (al menos por un factor de 10). Sin embargo los resultados relativos concuerdan bien con los datos geológicos (presencia de mineralizaciones) y dado que no se dispuso de tiempo para solicitar la verificación de los análisis, se decidió incluirlos provisoriamente en el trabajo, asignándoles un valor comparativo.

Las muestras anómalas provienen de la zona de Cisnes (en la cual se conocen varias mineralizaciones de Mo sin importancia económica) y de la ribera NE del Lago General Carrera. Estas últimas presentan el mayor interés y es conveniente estudiar en detalle el área correspondiente.

<u>Nº muestra</u>	<u>Grado de Interés</u>
C-19 y 20	Relativo
C-24	Relativo (Mineralización conocida)
SE- 95,96,97	Alto

7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

A través de los distintos análisis de los resultados, desde el punto de vista estadístico, gráfico y del examen de la muestra, se llega a resultados bastante coincidentes.

Es notoria la mayor concentración de cobre en las zonas de Lago Carrera y de Cochrane, y de cinc en la de Lago Carrera. En éstas se conocen muchas manifestaciones minerales, además de los principales yacimientos (Mina Silva y Las Chivas en Lago Carrera).

La conveniencia de efectuar estudios detallados en ellas es evidente, sobre todo, si se considera que desde el punto de vista minero incluyen extensas áreas inexploradas, en especial en Cochrane.

Respecto a las otras zonas, los resultados no son favorables. Sin embargo, existen muestras aisladas o grupos de muestras de bastante interés, cuya lista se incluye a continuación.

Los resultados obtenidos concuerdan bien con las áreas de mineralización conocida. En consecuencia, el muestreo de sedimentos constituiría un método adecuado a las condiciones de Aisén, y se recomienda su uso en futuros estudios.

Las determinaciones de cobre o cinc en frío pueden ser una ayuda valiosa en estudios detallados. En efecto, permitirían determinar en terreno la variación de los valores y ubicar así las fuentes de anomalías.

PUNTOS DE MAYOR INTERES

<u>Sub-Grupo</u>	<u>Determinación</u>	<u>Valores sobre el umbral.</u>	<u>Valores bajo el umbral, pero de interés</u>
C	Cu	4,16	
	(1) c x Cu	31	
	Zn	25	11
SE-1	Cu	9	8
	Zn	5,19	
SE-2	Cu		39
	Zn	33	
SE-3	Cu	85, 86, 90	
	c x Cu	84,90	
	Zn	90	
SE-4	Zn	92, 102	91, 93, 99
MG-1	Cu	34	12
	c x Cu	13, 27, 29, 34	1, 4, 12, 28, 30, 32, 3
	Zn	26, 34, 35	
MG-2	Cu	46, 65	58
	c x Cu		58
	Zn	57	52, 62, 65
(1) G	Cu	1	
(1) SE-Ch	Cu		127, 128
	c x Cu	124	127, 128
	Zn		127

(1). Los valores de umbral para los sub-grupos G y SE-Ch, así como para todos los c x Cu son sólo estimativos

BIBLIOGRAFIA CITADA

- (1) Bowes W.A. y Knowles P.H. 1960
Reconnaissance for Uranium in the Aisén Area
U.S. Atomic Energy Commission, en cooperación
con el Instituto de Investigaciones Geológicas.
- (2) De Grys A. 1961
"Prospección Preliminar de Suelos y Sedimentos
en Areas Seleccionadas de Chile Central"
Ed. Universitaria - Santiago.
- (3) De Grys A. 1962
"Variaciones Estacionales del Contenido de Co-
bre en algunas Corrientes Andinas de Chile Central"
Instituto de Geofísica y Sismología (U.de Chile)
Publicación N°25.
- (4) De Grys A. 1964
"Copper Distributions Patterns in Chile"
Econ. Geol. Vol. 59, pág. 636 - 646.
- (5) Hawkes H.E. y Webb J.S. 1962
"Geochemistry in Mineral Exploration"
Ed. Harper and Row. Nueva York.
- (6) Joubin F.R. y Veltheim V. 1963
"Aisén Mineral Exploration Project"
Naciones Unidas y el Instituto de Investiga-
ciones Geológicas.
- (7) Tennant C.B. y White M.L.
"Study of the Distribution of some Geochemical Data"
Econ. Geol. Vol. 54, pág. 1281 -1290.

CONCENTRACIONES EN PARTES POR MILLON DE COBRE (Cu), COBRE SOLUBLE

(c x Cu) Y CINCO (Zn) EN LOS SEDIMENTOS.

Muestras de la Zona Oriental de Cisnes (C).

	Cu	c x Cu	$\frac{c \times Cu}{Cu} \times 100$	Zn
Mediana	25	2	8	50
Media	30	2,3	7,5	57
Umbral	54			107
N°	Cu	c x Cu	$\frac{c \times Cu}{Cu} \times 100$	Zn
1	50	2	4	75
2	25	2	8	50
3	50	2	4	50
4	60	1,2	2	50
5	25	1,2	4,8	50
6	25	1,2	4,8	25
7	25	2	8	50
8	20	2	10	90
9	25	2	8	50
10	25	2	8	50
11	25	1,2	4,8	100
12	25	1,2	4,8	50
13	25	1,2	4,8	75
14	50	2	4	50
15	50	2	4	50
16	60	2	3,3	25
17	25	2	8	50
18	25	2	8	50
19	25	2	8	50
20	25	2	8	75
21	25	2	8	50
22	25	2	8	50
23	25	3	12	50
24	25	2	8	75
25	25	2	8	160
26	50	2	4	50
27	25	2	8	50
28	25	2	8	90
29	25	2	8	50
30	25	2	8	50
31	50	15,2	30,4	50
32	25	2	8	50
33	25	2	8	25
34	25	2	8	25

Muestras de la Zona con predominio de Rocas Efusivas Mesozoicas
Comprendida entre Ñiriguao y Lago General Carrera

Las muestras están divididas en 4 grupos, de Norte a Sur (SE-1 a SE-4).

	SE-1			
	Cu	c x Cu	$\frac{c \times Cu}{Cu} \times 100$	Zn
Mediana	25	2	8	60
Media	26	2,8	10,9	76
Umbral	35			126

N°	Cu	c x Cu	$\frac{c \times Cu}{Cu} \times 100$	Zn
1	25	6	24	90
2	25	2	8	90
3	25	2	8	90
4	25	2	8	90
5	25	2	8	150
6	25	2	8	60
7	25	2	8	90
8	25	2	8	60
9	50	2	4	80
10	25	4	16	60
11	25	2	8	60
12	25	2	8	50
13	25	4	16	60
14	25	2	8	60
15	25	4	16	60
16	25	2	8	90
17	25	2	8	60
18	25	4	16	75
19	25	6	24	150
20	25	4	16	60
21	25	4	16	90
22	25	2	8	50
23	25	4	16	90
24	25	2	8	90
25	25	2	8	50
26	25	2	8	60
27	25	2	8	60
28	25	2	8	60
30	25	2	8	60

SE-2

	Cu	c x Cu	$\frac{c \times Cu}{Cu} \times 100$	Zn
Mediana	25	2	8	60
Media	25	2,6	10,5	68
Umbral	-			106

N°	Cu	c x Cu	$\frac{c \times Cu}{Cu} \times 100$	Zn
31	25	4	16	60
32	25	4	16	60
33	25	4	16	140
34	25	2	8	75
35	25	2	8	75
36	25	2	8	60
38	25	2	8	60
39	25	4	16	90
40	25	2	8	60
41	25	6	24	55
42	25	4	16	90
43	25	2	8	80
44	25	4	16	90
45	25	2	8	50
46	25	2	8	50
47	25	2	8	60
48	25	4	16	50
49	25	2	8	75
50	25	2	8	60
51	25	2	8	60
52	25	2	8	75
53	25	2	8	60
54	25	2	8	60
55	25	2	8	60
56	25	2	8	60
57	25	2	8	50
58	25	2	8	60
60	25	2	8	75
61	25	2	8	60

FE-3

	Cu	o x Cu	$\frac{o \times Cu}{Cu} \times 100$	Zn
Mediana	25	2	8	75
Media	26	3,3	11,6	87
Subsal.	49			173

Nº	Cu	o x Cu	$\frac{o \times Cu}{Cu} \times 100$	Zn
62	25	2	8	75
63	25	2	8	60
64	25	2	8	60
65	25	2	8	60
66	25	2	8	60
67	25	2	8	60
68	25	2	8	75
69	25	2	8	75
70	25	4	16	75
71	25	2	8	60
72	25	4	16	60
73	25	2	8	85
74	25	2	8	100
75	25	2	8	90
76	25	2	8	90
77	25	2	8	100
78	25	4	16	75
79	25	2	8	100
80	25	4	16	95
81	25	2	8	100
82	25	2	8	75
83	25	2	8	90
84	25	15	60	90
85	60	6	10	75
86	60	6	10	100
87	30	2	6,7	90
88	25	4	16	75
89	25	2	8	90
90	50	8,8	17,6	300

SM-4

	Cu	c x Cu	$\frac{c \times Cu}{Cu} \times 100$	Zn
Mediana	25	2	8	80
Media	24	2,5	10,4	81
Umbral	30			141

Nº	Cu	b x Cu	$\frac{b \times Cu}{Cu} \times 100$	Zn
1	25			
91	25	4	16	100
92	25	2	8	180
93	25	2	13,3	110
94	15	2	8	90
95	25	2	8	90
96	25	2	8	90
97	25	2	8	50
98	25	2	8	90
99	15	2	13,3	125
100	25	2	8	75
101	25	4	16	50
102	25	2	8	150
103	25	2	8	60
104	25	2	8	90
105	25	2	8	90
106	25	2	8	90
107	25	2	8	90
108	15	2	13,3	50
109	25	2	8	100
110	25	2	8	75
111	25	2	8	90
112	25	4	16	90
113	25	4	16	75
114	25	4	16	50
115	25	4	16	60
116	25	4	16	25
117	25	4	16	80
118	25	2	8	75
119	25	2	8	50
120	25	2	8	75
121	25	2	8	60
122	25	2	8	60
123	25	2	8	50

Muestras de la Zona con Predominio de Rocas Metamórficas y Graníticas de Lago Gral. Carrera (MG-1) y Lago Cochrane (MG-2).

MG-1

	Cu	c x Cu	$\frac{c \times Cu}{Cu} \times 100$	Zn
Mediana	25	2	8	90
Media	31	3,7	12	107
Umbral	53			225

N°	Cu	c x Cu	$\frac{c \times Cu}{Cu} \times 100$	Zn
1	25	4	16	150
2	25	4	16	90
3	25	2	8	75
4	25	2	8	200
5	50	5	16	75
6	25	6	24	90
7	50	2	4	90
8	50	2	4	50
9	25	2	8	90
10	25	4	16	90
11	15	4	26,7	90
12	40	8	20,5	160
13	50	12	24	90
14	25	2	8	75
15	25	2	8	90
16	25	2	8	90
17	25	2	8	90
18	25	2	8	90
19	25	2	8	75
20	25	2	8	60
21	25	4	16	50
22	25	2	8	75
23	25	2	8	50
24	25	2	8	50
26	50	2	4	350
27	25	8,8	17,6	60
28	25	4	16	100
29	50	12,8	25,6	75
30	25	6	24	155
31	25	2	8	90
32	25	2	8	160
33	50	4	8	180
34 (1)	180	10	5,6	3.200
35	50	4	8	220
36	25	2	8	75
37	25	2	4	90
38	25	4	4	150

(1). Valores erráticos, eliminados en las determinaciones estadísticas. Corresponde a una muestra de las cercanías de la Mina Silva

M7-2

	Cu	c x Cu	$\frac{c \times Cu}{Cu} \times 100$	Zn
Mediana	20	2	8	75
Media	38	2,1	7	81
Umbral	93			201
N°	Cu	c x Cu	$\frac{c \times Cu}{Cu} \times 100$	Zn
39	25	2	8	75
40	25	2	8	50
41	50	2	4	50
42	25	4	16	75
43	50	1,2	2,4	75
44	25	2	8	75
45	25	2	8	25
46	120	2	1,7	50
47	50	1,2	2,4	50
48	25	2	8	50
49	25	2	8	90
50	25	2	8	50
51	50	2	4	60
52	25	2	8	100
53	25	4	16	75
54	25	1,2	4,8	50
55	25	2	8	50
56	25	2	8	25
57	25	4	16	350
58	50	4	8	75
59	25	1,2	4,8	50
60	25	1,2	4,8	75
61	25	1,2	4,8	125
62	25	2	8	150
63	50	2	4	75
64	25	2	8	75
65	140	2	1,4	160
66	25	2	8	90

Muestras de Afluentes del Río Aisén (G).

	Cu	c x Cu	$\frac{c \times Cu}{Cu} \times 100$	Zn
Mediana	25	2	8	60
Media	29	2,6	7,5	69

N°	Cu	c x Cu	$\frac{c \times Cu}{Cu} \times 100$	Zn
1	60	4	6,7	90
2	25	2	8	60
3	25	2	8	60
4	25	2	8	60
5	25	2	8	50
6	25	4	16	75
7	25	2	8	90
8	25	2	8	55
9	25	2	8	90
10	25	4	16	60

Muestras de la Parte con Rocas Efusivas

Mesczajcas de Río Chacabuco (SE-ch)

	Cu	c x Cu	$\frac{c \times Cu}{Cu} \times 100$	Zn
Mediana	25	4	8	75
Media	32	4,9	17,1	79

	Cu	c x Cu	$\frac{c \times Cu}{Cu} \times 100$	Zn
124	25	14	56	90
125	25	6	24	75
126	25	2	8	50
127	50	4	8	100
128	50	4	8	75
129	25	2	8	75
130	25	2	8	90



VALORES DE CONCENTRACION DEL MOLIBDENO

(en ppm)

N°	Mo	N°	Mo	N°	Mo
C- 1	22	SE-13	35	SE-63	12
2	30	14	F	64	26
3	20	15	30	65	12
4	28	16	13	66	18
5	54	17	30	67	27
6	36	18	32	68	26
7	38	19	24	69	31
8	48	20	27	70	33
9	21	21	37	71	15
10	22	22	20	72	41
11	56	23	22	73	32
12	50	24	31	74	19
13 (1)	F	25	13	75	21
14	35	26	34	76	31
15	39	27	30	77	24
16	26	28	31	78	31
17	23	30	15	79	15
18	32	31	29	80	18
19	61	32	51	81	27
20	61	33	27	82	24
21	15	34	18	83	14
22	35	35	42	84	40
23	52	36	24	84	40
24	143	38	5	85	31
25	22	39	39	86	30
26	31	40	26	87	13
27	20	41	18	88	30
28	50	42	32	89	15
29	32	43	30	90	14
30	26	44	20	91	21
31	40	45	26	92	17
32	44	46	31	93	8
33	25	47	40	94	29
34	38	48	44	95	112
		49	25	96	70
SE- 1	29	50	30	97	98
2	F	51	F	98	28
3	17	52	22	99	11
4	21	53	47	100	40
5	28	54	21	101	54
6	38	55	24	102	18
7	52	56	20	103	48
8	47	57	18	104	48
9	17	58	26	105	39
10	6	60	38	106	33
11	23	61	39	107	14
12	34	62	35	108	15

(1). Faltó analizar

Nº	Mo	Nº	Mo
SE-109	13	MG- 42	32
110	16	43	12
111	21	44	27
112	16	45	32
113	12	46	12
114	26	47	52
115	26	48	29
116	8	49	42
117	21	50	21
118	46	51	13
119	7	52	24
120	11	53	9
121	35	54	28
122	31	55	37
123	21	56	28
		57	24
MG- 1	32	58	12
2	15	59	19
3	38	60	18
4	53	61	7
5	18	62	18
6	12	63	28
7	24	64	18
8	10	65	24
9	47	66	14
10	8		
11	19	G 1	19
12	38	2	26
13	51	3	33
14	14	4	21
15	44	5	31
16	30	6	29
17	35	7	43
18	21	8	30
19	41	9	16
20	37	10	32
21	9		
22	26	SE-ch-124	11
23	17	125	11
24	7	126	8
26	F	127	19
27	39	128	27
28	15	129	21
30	14	130	52
31	9		
32	52		
33	56		
34	24		
35	17		
36	24		
37	6		
38	12		
39	F		
40	28		
41	38		

MAPA METALOMETRICO DE LA REGION TRANSANDINA DE AISEN

CONCENTRACIONES DE COBRE, COBRE SOLUBLE, ZINC, Y MOLIBDENO
 BASADO EN EL MAPA METALOGENICO DE CHILE (C. RUIZ F 1965) Y EN RECONOCIMIENTOS DEL IREN

JORGE OYARZUN M.

CHILE
 INSTITUTO DE INVESTIGACION DE RECURSOS NATURALES - CORFO

ESCALA GRAFICA
 1:500.000



O C E A N O P A C I F I C O

A R G E N T I N A
 R E P U B L I C A



LEYENDA

LAS CONCENTRACIONES, EN PARTES POR MILLON (PPM),
 ESTAN DISTRIBUIDAS EN CUATRO INTERVALOS

	1º Int.	2º Int.	3º Int.	4º Int.
COBRE (Cu)	15 - 30	31 - 50	51 - 100	> 100
COBRE SOLUBLE (CxCu)	2 - 3	3,1 - 5	5,1 - 10	> 10
ZINC (Zn)	25 - 60	61 - 90	91 - 150	> 150
MOLIBDENO (Mo)	5 - 40	41 - 60	61 - 100	> 100

CADA INTERVALO SE INDICA POR EL RADIO
 DE LA SECCION CIRCULAR, Y SU POSICION
 SEÑALA EL ANALISIS AL CUAL CORRESPONDE

Zn (2º Int.) Cu (1º Int.)
 Cx Cu (3º Int.) Mo (4º Int.)
 F : Indica que faltó analizar.

YACIMIENTOS METALIFEROS

- Cu ●
- Pb-Zn ▲
- Mo ◆

LOS DISTINTOS GRUPOS DE MUESTRAS
 SE INDICAN CON LOS SIMBOLOS C, SE etc.