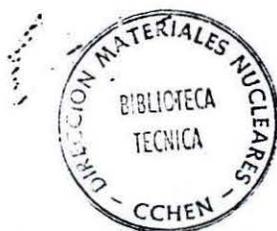




PROSPECCION GEOQUIMICA DE URANIO EN SEDIMENTOS DE DRENAJE  
DEL AREA TALCA-CAUQUENES  
(5 P.N.U.D.)



R.L. Moxham  
Geólogo  
N.U.

P. Valenzuela O.  
Geólogo  
C.CH.E.N

Santiago, Diciembre de 1978.

## I N D I C E

### I.- INTRODUCCION

- 1.1.- General .
- 1.2.- Ubicación y Accesos
- 1.3.- Geomorfología y Drenaje
- 1.4.- Método de Trabajo
- 1.5.- Participantes
- 1.6.- Geología Regional

### II.- TRATAMIENTO DE LOS DATOS E INTERPRETACION

- 2.1.- Generalizadades
- 2.2.- Uranio
- 2.3.- Radiometría
- 2.4.- Relación entre Uranio y Radiometría
- 2.5.- Cobre
- 2.6.- Zinc
- 2.7.- Plata
- 2.8.- Plomo
- 2.9.- Cobalto
- 2.10.- Manganeso

### III.-DISTRIBUCION ESTADISTICA Y ESPACIAL DE LOS ELEMENTOS CONSIDERADOS.

- 3.1.- Abundancia y Parámetros Estadísticos
- 3.2.- Zonación Geoquímica

### IV.- CONCLUSIONES

V.- RECOMENDACIONES

VI.- REFERENCIAS

## Índice de Figuras.

Fig N1: Mapa de Ubicación y Cobertura.

Fig N2: Parámetros Estadísticos de Elementos Analizados en Sedimentos de Drenaje.

## Mapas fuera de Texto.

N 1: Mapa de Anomalías de Uranio.

N 2: Mapa de Anomalías Radiométricas en Sedimentos de Drenaje.

N 3: Anomalías Geoquímicas de Ag-Cu-Zn-Pb en Sedimentos de Drenaje.

N 4: Mapa de Sectores Anómalos.

1.- INTRODUCCION.-

1.1.- GENERAL.-

El área Talca-Cauquenes, conocida como área 5 P.N.U.D. (Programa Naciones Unidas para el Desarrollo), fue uno de los lugares seleccionados por el Proyecto de Exploración de Uranio en Chile y propuesto como tal en el Documento del Proyecto avalado por la Agencia Internacional de Energía Atómica y la Comisión Chilena de Energía Nuclear.

De acuerdo con el plan general de exploración se realizó en esta área una prospección geoquímica a gran escala como parte de la evaluación general de potencial radiactivo.

El presente estudio geoquímico de multielementos se llevó a cabo teniendo en cuenta los siguientes objetivos :

- 1) investigar la distribución de uranio en materiales de drenaje, como también su radiactividad y detectar zonas de concentraciones anómalas.
- 2) detectar las unidades litológicas y/o estructurales que presenten la mayor fertilidad relativa para la ocurrencia de uranio.
- 3) investigar la distribución de otros metales de interés potencial económico.
- 4) investigar las posibles relaciones que existan entre el uranio y los patrones de distribución de otros elementos.

1.2.- UBICACION Y ACCESOS.-

El área Talca-Cauquenes (5. P.N.U.D.) cubre una superficie de aproximadamente  $1.300 \text{ Km}^2$  y está ubicada fundamentalmente en la Cordillera de la Costa entre las latitudes de Curicó y Chillán ( $39^\circ - 45'$  y  $36^\circ 30'$  de latitud sur), abarcando partes de las VI, VII y

VIII Regiones. su límite occidental está dado por la línea de costa y el oriental corresponde al margen este de la Cordillera de la Costa, es decir a la interface de desarrollo de la Depresión Central, que generalmente coincide con el trazado de la Carretera Panamericana.

Esta área comprende la totalidad o parte de las siguientes hojas topográficas de escala 1:50.000 del sistema cartográfico nacional (I.G.M.)

- Llico (347222)
- Hualañé (347133)
- Ranguil (347132)
- Putú (357214)
- Curepto (357211)
- Gualleco (357144)
- Villa Prat (357141)
- Constitución (357213)
- Pichaman (357212)
- Penciahue (357143)
- Talca (357142)
- Chanco (357231)
- Empedrado (357224)
- Sauzal (357221)
- Melozal (357134)
- San Javier (357131)
- Curanipe (357232)
- Cauquenes (357223)
- Pichibelco (357222)
- Villa Seca (357133)
- Cobquecura (367244)
- El Guanaco (367241)
- Coronel de Maule (367214)
- Pocillas (367211)

- Vegas de Itata (367243)
- Quirihue (367242)
- Ninhue (367213)
- San Nicolás (367212)

Los nombres de las hojas topográficas, a modo de referencia están indicadas en la Fig. N°1.

Los accesos al área y las rutas interiores son por lo general buenos, aunque caminos secundarios interiores no son transitables durante los meses de lluvia. La Carretera Panamericana queda ubicada inmediatamente al este del área y a partir de ella se bifurcan numerosos caminos que permiten el acceso a los sectores costeros durante todo el año. De estas rutas cabe destacar las siguientes:

- Ruta Curicó- Hualañé- Licanten- Iloca por la ribera norte del río Mataquito.
- Ruta Licantén- Curepto- Gualleco- Pencahue- Talca.
- Ruta San Javier- Constitución
- Ruta Constitución - Chanco - Cauquenes
- Ruta Parral - Cauquenes
- Ruta Cauquenes - Quirihue
- Ruta Chillán - Quirihue- Coelemu

Fuera de estas rutas principales para la realización del muestreo geoquímico se han utilizado numerosas huellas y caminos madereros.

También existen algunas zonas de difícil acceso, las cuales quedan reflejadas en los mapas por su baja densidad de muestreo. Estas zonas se ubican por lo general en la divisoria de aguas de la Cordillera de la Costa, específicamente en las hojas topográficas Llico Pichaman, Constitución, Empedrado, Curanipe. El Guanaco y Coronel del Maule.

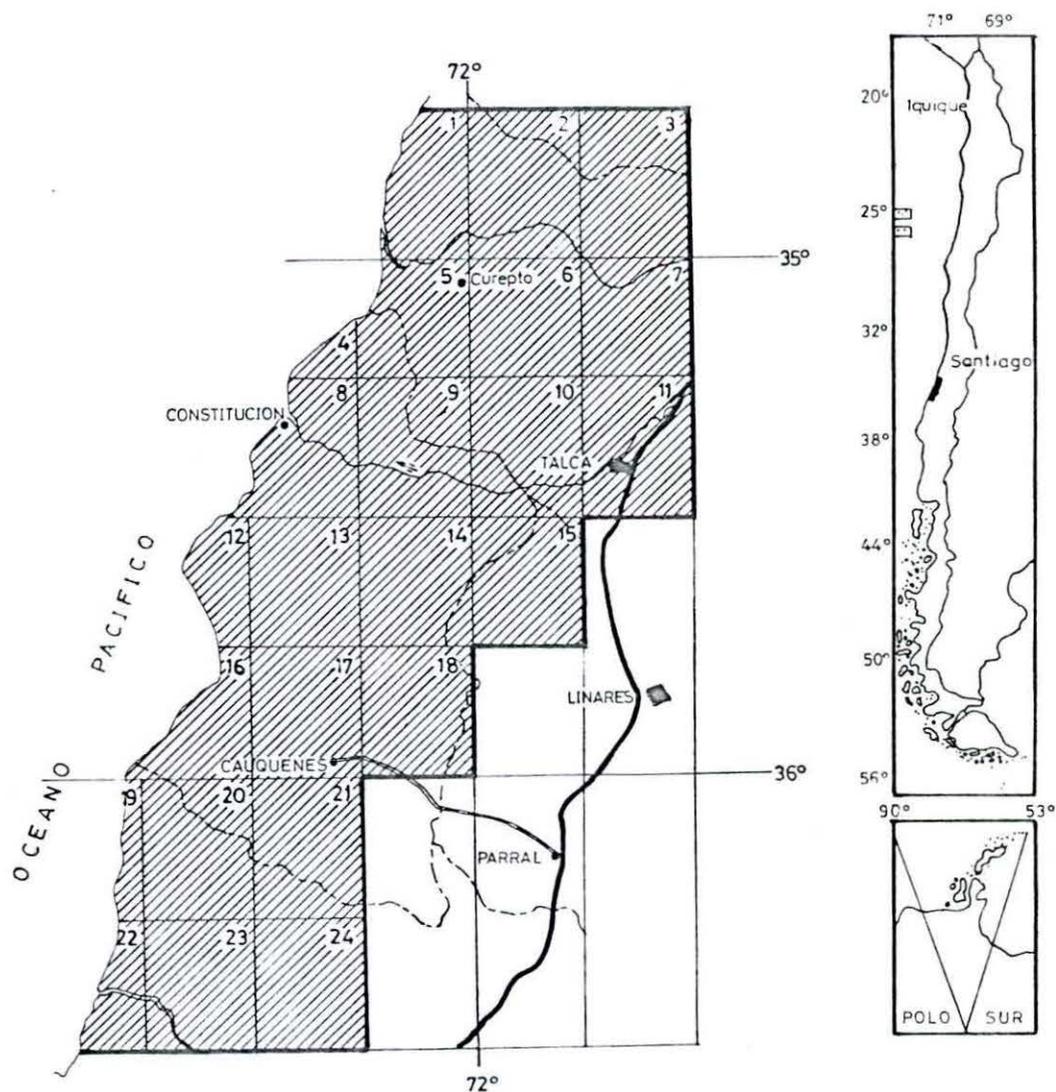


Fig. Nº1.- MAPA DE UBICACION Y COBERTURA AREA Nº5.-

CUADRANGULOS

- |                  |                        |
|------------------|------------------------|
| 1.- Llico        | 12.- Chanco            |
| 2.- Hualañe      | 13.- Empedrado         |
| 3.- Ranguil      | 14.- Sauzal            |
| 4.- Putú         | 15.- Melozal           |
| 5.- Curepto      | 16.- Curanipe          |
| 6.- Gualleco     | 17.- Cauquenes         |
| 7.- Villa Prat   | 18.- Pichibelco        |
| 8.- Constitución | 19.- Cobquecura        |
| 9.- Pichamañ     | 20.- El Guanaco        |
| 10.- Pencahue    | 21.- Coronel del Maule |
| 11.- Talca       | 22.- Vegas de Itata    |
|                  | 23.- Quirihue          |
|                  | 24.- Ninhue            |



Area Prospectada

### 1.3.- GEOMORFOLOGIA Y DRENAJE

En el área existe sólo una unidad morfológica y esta es la Cordillera de la Costa, que presenta en el sector norte (latitud de Cunco) un ancho de 100 Km y de 35 Km a 40 Km en el sector sur del área. Su altura media para el sector norte es de 400 metros y de 300 metros para el sector sur. Las mayores alturas de la Cordillera de la Costa en el área no alcanza los 900 metros sobre el nivel del mar.

La cordillera de la Costa en el área Talca-Cauquenes está atravesada por algunos ríos provenientes de la Cordillera de los Andes. Los principales ríos, enumerados de norte a sur son: Mataquito, Maule e Itata. Los sistemas de drenaje propios de la Cordillera de la Costa corresponden por lo general a ríos y esteros de carácter dendrítico, más limitados que los anteriores y que desembocan en ellos o directamente en el mar.

En los sistemas de drenaje principales abundan pequeños rodados de distinta composición, gravilla y arena de muy baja selección. Los sistemas menores, es decir, los propios de la Cordillera de la Costa presentan como sedimentos arenas y arcillas de buena selección.

### 1.4.- METODO DE TRABAJO

El trabajo de terreno consistió en la colección de sedimentos de drenaje a lo largo de los ríos principales y de algunos tributarios en donde el acceso lo permitía.

Siempre se trató de evitar todos aquellos lugares potencialmente contaminados por fuentes extrañas (actividad agrícola, humana, etc.) y también aquellos sitios de ocurrencia de material aluvial o eólico.

Se colectó un total de 2.240 muestras para toda el área lo que implica una densidad de muestreo de una muestra cada  $5.5 \text{ Km}^2$ .

El material colectado incluye una fracción más fina encontrada en todos aquellos sistemas activos.

Las muestras, aparte de un número limitado de casos particulares fueron enviadas al laboratorio central para ser analizadas rutinariamente.

1.5.- PARTICIPANTES.

La campaña de reconocimiento tuvo lugar entre el 3 de Marzo y el 16 de Abril de 1978. En ella trabajaron cinco grupos ocupando un total de 150 días grupo.

El siguiente personal participó en la campaña de terreno:

P. Valenzuela O.	Geólogo C.CH.E.N.
M. Rojo L.	Geólogo C.CH.E.N.
B. Rodríguez M.	Prospector
R. Valdivia	Prospector
H. Prado G.	Prospector
A. Bórquez R.	Chofer Prospector
J. Espinoza R.	Chofer Prospector
P. Flores V.	Chofer Prospector
M. Pereda S.	Chofer Prospector
J. Vargas M.	Chofer Prospector

1.6.- GEOLOGIA REGIONAL

A continuación se describen en forma general las principales características geológicas del área, las cuales han sido extractadas de MARTIN y HERVE (1978), con el objeto de recapitular el marco de litologías y estructuras regionales.

La unidad más antigua del área corresponde al Basamento Metamórfico, que consiste en rocas de metamorfismo de tipo regional y de contacto. Incluye litologías tales como esquistos, filitas y piza-

rras, generalmente de grado metamórfico de esquistos verdes en el oeste y con menores grados al este. La litología premetamórfica se considera del tipo subgrauwacas de ambiente miogeosinclinal.

Las rocas estratificadas triásicas forman fajas y cuencas aisladas y discontinuas en diferentes sectores del área, principalmente en los sectores sur y oeste de la hoja Hualañé, la parte oeste de la hoja - Gualleco, en la parte oeste de la hoja Villa Seca y en una amplia zona que cubre sectores de las hojas Coronel de Maule, Pocillas, Ninhue, San Nicolás. Los tipos litológicos predominantes corresponden a limonitas, areniscas, grauwacas, conglomerados con algunas intercalaciones de tobas y andesitas. En el sector norcentral del área (Hualañé y Gualleco), las unidades descritas son de carácter marino, pero más al sur en los alrededores de Coronel de Maule y Pocillas tienen un carácter continental (formación Patagua).

El Triásico por lo general se presenta fallado, plegado y muy compacto, y está dispuesto transgresivamente sobre el basamento metamórfico y en algunos lugares presenta contactos por falla.

Las rocas jurásicas estratificadas sobreyacen las rocas triásicas en el norte del área (Hualañé y Gualleco), lo que da origen a dos cuencas elongadas concordantes sobre las unidades triásicas. Litológicamente es similar al Triásico pero de carácter marino.

Las rocas estratificadas cretácicas presentan un gran desarrollo areal, especialmente en el sector este del área. Son asignables a la formación La Lajuela constituida fundamentalmente por rocas volcánicas andesíticas y riolíticas, lutitas, limonitas, areniscas y calizas de origen continental y marino. Esta unidad tiene una gran potencia y sobreyace en forma discordante al basamento metamórfico, presentándose fallada e intruida por diversos cuerpos de carácter granítico - granodiorítico.

En el sector suroeste del área, en la zona Costera (Chanco y Pullehue) existen afloramientos de rocas cretácicas constituídas de limonitas, areniscas cuarzosas y conglomerados, de origen marino, que se disponen discordantemente sobre el basamento.

Las rocas intrusivas del área tienen edades desde el Paleozoico al Terciario inferior, y composición variada.

La mayor unidad intrusiva corresponde a un extensivo cuerpo constituido por granitos, granodioritas y tonalitas, denominadas Basamento Granítico, el cual intruye y oblitera las rocas encajantes del basamento metamórfico.

Las rocas intrusivas mesozoicas (Mesozoico inferior), se disponen en el sector oriental de la Cordillera de la Costa, al sur del río Maule y corresponden a granitos rosados, granodioritas y tonalitas con algunas fases dioríticas y gábricas.

Rocas intrusivas del Batolito Andino. (Mesozoico superior-Terciario inferior) afloran en el margen oriental de la Cordillera de la Costa al norte del río Maule y corresponden a granitos, granodioritas y tonalitas de grano fino a medio.

Filones de variada composición y edad atraviesan a la mayoría de las rocas estratificadas.

Este marco geológico regional permite explicar la selección de la zona como una de las áreas del Proyecto debido a que las cuencas triásicas presentan sedimentos clásticos continentales, supuestamente favorables para la ocurrencia de uranio. Abundante actividad intrusiva de variada composición y edad y tectonismo a través de un gran período de tiempo (Paleozoico-Terciario).

## 2.- TRATAMIENTO E INTERPRETACION DE LA INFORMACION

### 2.1.- GENERALIDADES

Las muestras fueron analizadas en los laboratorios geoquímicos de la Comisión Chilena de Energía Nuclear en Santiago. Analizando uranio por fluorimetría, Cu, Pb, Zn, Ag y ~~Ag~~ absorción atómica.

Los datos analíticos por cada elemento se clasificaron aritmética y logarítmicamente. Los parámetros estadísticos básicos se calcularon a través de histogramas de distribución para elegir por inspección los niveles anómalos, y compararlas con antecedentes geológicos y topográficos de la zona.

Para la presentación de la información se utiliza un mapa de base de drenaje escala 1:250.000, que incluye la ubicación de todas las muestras colectadas. La selección de niveles anómalos por elemento se muestra en los mapas por una simbología sencilla, tal como se aprecia en los mapas N°1 a N° 4.

Para los efectos de interpretación se ha tenido en cuenta fundamentalmente grupos de valores, anómalos y no valores puntuales, tratando de relacionarlos con antecedentes geológicos, topográficos, manifestaciones mineras conocidas, etc., usando como fuente principal los antecedentes resumidos y compilados por MARTIN y HERVE (1978).

En las siguientes secciones se entregan los parámetros estadísticos por elemento y un listado de sus anomalías y ocurrencias.

### 2.3.- RADIOMETRIA ( Mapa N°2)

El análisis de varianza para las lecturas radiométricas, presenta una tendencia definida a la lognormalidad. La población presenta un fondo de 70 cuentas por segundo (c/s), resaltando un valor máximo de 300 c/s.

Por la inspección se han dividido los valores en intervalos anómalos de aproximadamente  $\bar{X} + 2S$ ,  $\bar{X} + 2.5S$ ,  $\bar{X} + 2.7S$  y  $\bar{X} + 3S$ , según esto - resaltan seis agrupaciones las que se indican numéricamente de norte a sur y son :

- 1) Hoja Ranguil; en el sector noreste en una zona de rocas graníticas del Batolito Andino. Se trata de cinco valores.
- 2) Hoja Gualleco: sector central. Zona de rocas estratificadas del Triásico al Cretácico.
- 3-4) Hoja Sauzal; sector este y oeste. Zona de rocas graníticas Paleozoicas. Coincide con un grupo de valores elevados de Uranio.
- 5) Hoja Cauquenes: sector oeste a lo largo de la ruta Cauquenes a la costa. Zona de rocas graníticas paleozoicas. Esta agrupación coincide con un grupo de valores elevado de uranio.
- 6) Hoja Quirihue; en la parte sur central del área hay un grupo de valores de radiometría notablemente elevada. Comprobaciones de terreno indican que dichos valores se deben a concentraciones de minerales pesados incluidos en los sedimentos de drenaje del sector en las cercanías del cuál afloran rocas graníticas del Paleozoico.

Existen además diversos valores puntuales que por lo general se disponen en rocas del basamento metamórfico, Las zonas numeradas 1 a 6 incluyen el 68% de los valores con simbología especial.

Hay solamente un pequeño número (4) de valores de lecturas radiométricas altamente anómalas en los sedimentos de drenaje de toda el área.

## 2.2.- URANIO.- (Mapa N°1)

El uranio presenta por lo general bajas concentraciones en el área

alcanzando el mayor valor encontrado a los 5.5 ppm. Estadísticamente esta población parece estar distribuída logarítmicamente y por extrapolación su promedio geométrico es cercano a los 0.5 ppm y el valor de  $\bar{X} + 2S$  es cercano a 1.3 ppm. Debido a que la población general presenta una mayor tendencia a los valores bajos o cercanos al límite de detección, hemos simplemente clasificado los valores en cinco clases, tal como se muestra en el mapa N°1, incluyendo para cada uno de estos interválos su cantidad de muestras.

Los valores mayores o iguales a 1.0 ppm que conforman solo el 7.6% del total de la población, se grafican en el mapa con un símbolo especial.

Las agrupaciones principales se han marcado con un número correlativo de norte a sur, y son:

- 1) Sector de Hualañé : Las rocas del basamento granítico inducen en el sector la ocurrencia de un nivel de fondo local elevado para los sedimentos de drenaje. La mayoría de los valores de esta agrupación guardan relación con las rocas graníticas, pero hay algunos valores en el sector oeste y sur de la hoja Hualañé que se ubican en zonas de rocas sedimentarias Triásico-Jurásico.
- 2) En el sector sureste de la hoja Ranguil existe una pequeña agrupación de ocho valores que guardan relación con afloramientos de la formación La Lajuela (Cretácico), pero que a su vez pueden tener relación con rocas graníticas del Batolito Andino.
- 3) En el sector norte de la hoja Villa Prat hay cinco valores que presentan las mismas relaciones que el grupo anterior.
- 4) Hoja Talca: existe un gran número de valores, los que generalmente exceden a 1.0 ppm. A la luz de la información geológica disponible a la fecha, es difícil establecer en forma definitiva, la

relación de ocurrencia de esta gran agrupación de valores que al parecer solo tendría influencia por rocas cretácicas de la formación La Lajuela, pero debido también a la existencia de afloramientos al norte y al sur de rocas intrusivas del Batolito Andino, es posible y factible que esta actividad intrusiva origine un reflejo de uranio en los zona, lo que concuerda con los antecedentes dados por RUIZ (1965) para manifestaciones uraníferas del sector.

- 5) Hoja Sauzal : Hay dos agrupaciones que coinciden con una extensa zona de rocas graníticas paleozoicas y tal como la agrupación de la hoja Hualañé, refleja un nivel de fondo localmente más alto.
- 6) A lo largo del cauce del río Cauquenes, en la parte sur de la hoja Pichibelco, hay una agrupación de diez muestras con contenidos de uranio anómalo. Estos valores se encuentran en una zona de contacto entre el Basamento Metamórfico y las rocas graníticas Paleozoicas.
- 7) En la parte este de la hoja Curanipe y en la parte oeste de la hoja Cauquenes hay un grupo de valores de interés, que también coinciden con zonas de contacto de un extenso cuerpo granítico del Paleozoico con rocas del basamento metamórfico.
- 8) Cerca de la localidad de El Guanaco y próximo a la Bahía de Cobquecura hay dos agrupaciones de valores elevados de uranio, que se ubican en zonas de rocas metamórficas.
- 9) En las cercanías de Ninhue, hay una pequeña agrupación de valores que se ubican en una zona de rocas graníticas paleozoicas.

Los nueve grupos descritos corresponden al 75% de los valores representados por símbolos en el mapa N°1. Fuera de estos valores existen 32 más, esparcidos en forma irregular en el área y que no presentan relaciones claras con rasgos geológicos u ocurrencias minerales conocidas.



2.4.- RELACION ENTRE URANIO Y RADICOMETRIA

De lo expuesto en las secciones anteriores, podemos ver que existen numerosos puntos, que presentando contenidos de uranio notablemente anómalos, no presentan valores radiométricos significativos. Esto se nota en el cuadrángulo Hualañé, en los sectores numerados 2 y 3 y muy especialmente en el sector 4. Este último sector constituido por 31 muestras de altos contenidos de uranio no tienen reflejo radiométrico. Similarmente, pero en menor grado en el sector de Bahía Cobquecura y el Guanaco ocurre lo mismo.

El caso inverso, es decir, elevada radiometría con muy escaso contenido de uranio, ocurre en los sectores denominados 1,2 y 6 en el mapa de radiometría (mapa N°2).

La explicación radica en el hecho que las dos medidas (uranio y radiometría), no miden lo mismo. La radiometría es muy sensible a la presencia de minerales pesados tales como, zircón, allanita, monacita, los cuales son comunes en materiales detríticos de rocas graníticas y podrían ser indicativos de rocas graníticas fértiles.

De otro modo, los análisis de uranio, se relacionan más directamente con indicaciones de mineralizaciones de uranio, la que puede estar como óxido de uranio en zonas de fracturas.

2.5.- COBRE (Mapa N°3)

La distribución del cobre parece seguir una forma lognormal en la cuál su promedio ( $\bar{X}$ ) es bajo en comparación a otras partes del país (19 ppm) y su varianza es amplia (2 a 179 ppm).

Las muestras presentadas por símbolos en el mapa N°3 son las que exceden  $\bar{X} + 2S$  (logarítmico). Existen cuatro valores que exceden a  $\bar{X} + 3S$ , es decir, mayores de 120 ppm, el mayor valor observado es de 179 ppm.

La única agrupación de valores notables, es la que ocurre en la hoja Gualleco, cinco kilómetros al norte del pueblo del mismo nombre, en donde hay cinco valores que caen en el rango de cuatro a cinco veces el nivel de fondo. Estos valores se encuentran en una zona de afloramientos de rocas graníticas paleozoicas.

Otros valores elevados, se distribuyen más regularmente en la zona donde aflora la formación La Lajuela (rocas volcánicas y volcanosedimentarias del Cretácico inferior).

La distribución de las anomalías de cobre en los sedimentos de drenaje del área, no guardan una relación estrecha con las pequeñas manifestaciones conocidas en la zona, reportadas por RUIZ (1965).

#### 2.6.- ZINC (Mapa N°3)

La distribución de los valores de zinc muestra una población de fondo de forma definitivamente lognormal. Su media geométrica es de 38 ppm y el valor de  $\bar{X} + 2.S$  (logarítmico) es cercano a 108 ppm.

Esta distribución también muestra la ocurrencia de una subpoblación de valores que exceden a 170 ppm. Estadísticamente, en una población de este tamaño (N= 2138), sólo alrededor de 6 valores deberían exceder los 170 ppm., pero encontramos 15 valores que lo exceden y el mayor de ellos esta sobre los 700 ppm.

Estos valores altos, están restringidos a la parte norte y noreste del área, generalmente en zonas de rocas volcánicas y volcanoclásticas de la formación La Lajuela. En este sector ellos están dispersos al azar y parecen no estar relacionados con rasgos topográficos o geológicos preferenciales. Debido a la gran movilidad del zinc, ellos pueden representar pequeños centros de mineralización, los que tendrían relación con intrusivos graníticos jóvenes (Kgd).

2.7.- PLATA (Mapa N°3)

El contenido de plata de los sedimentos de drenaje del área, es generalmente bajo, y no hay valores que excedan a los 2.5 ppm. Un gran número de muestras (70%) contienen menos de 0.3 ppm y por esta razón no son cualitativamente confiables en el método analítico usado. Sin embargo, es posible hacer una extrapolación estadística para determinar que el valor medio es de aproximadamente 0.25 ppm y que  $\bar{X} + 2S$  se encuentra alrededor de 0.8 ppm.

En este estudio, hemos establecido un umbral arbitrario de 1.0 ppm, excedido solo por 20 valores. La forma de la distribución es simple y los valores que exceden este umbral están distribuidos al azar en toda el área, lo que podría indicar que la ocurrencia de mineralizaciones significativas es poco probable.

2.8.- PLOMO (Mapa N°3)

El análisis estadístico del plomo muestra la existencia de una población mixta. La población de fondo está constituida por el 93% de los valores, tiene un promedio de 14 ppm y resaltan valores de hasta 30-32 ppm.

El 7% restante de los valores constituye una población aparte, que presenta un umbral de 35 ppm. Esta población superior se concentra en tres cuadrángulos contiguos del área, es decir, las hojas Gualleco, Pencahue y Talca, con menos número de muestras en los cuadrángulos adyacentes de Ranguil y Villa Prat. El mayor valor encontrado es de 100 ppm (7 veces el nivel de fondo).

Al igual que en el caso del Plomo y el Zinc, la roca predominante en el sector es la unidad volcánica y volcanoclástica denominada formación La Lajuela, que también está intruida por cuerpos graníticos del Batolito Andino. En la parte oeste de las hojas Pencahue y Gualleco, estos valores parecen estar relacionados con zonas de fallamiento en las rocas graníticas paleozoicas.

También algunos valores se ubican en la zona de contacto de la formación La Lajuela, ya sea con el basamento o con cuerpos graníti -  
cos.

Cabe mencionar que esta población superior no muestra valores de alta consideración en términos absolutos, sin embargo, globalmente forman una población aparte, la que es notable por su agrupación en una zona bien definida.

#### 2.9.- COBALTO

Con el propósito de investigar posibles mineralizaciones del tipo Ag Pb-Co-U, se han analizado las muestras por cobalto.

Este elemento presenta una distribución muy regular y un valor medio geométrico de 18.5 ppm.

Existe un pequeño grupo de muestras que presenta un alto contenido en cobalto y una fuerte relación con manganeso; esto se debe a la presencia de óxidos de manganeso y hierro. Esta relación se nota en otras partes por ejemplo en el Area 6 P.N.U.D.

#### 2.10.- MANGANESO

Con el propósito de controlar y revisar los análisis de uranio, en los cuales hay problemas potenciales por razón de interferencia de manganeso, se han analizado todas las muestras por dicho elemento.

La distribución estadística del manganeso abarca a lo menos, tres subpoblaciones. El promedio geométrico para la población global es de 820 ppm. La única subpoblación de interés es la de mayor rango que comienza a los 4000 ppm y alcanza a los 15.800 ppm (cerca de 2% de MnO) y que se debe a muestras que contienen precipitaciones de óxidos de manganeso.

3.- RESUMEN DE LA DISTRIBUCION ESTADISTICA Y ESPACIAL DE LOS ELEMENTOS

3.1.- En la figura N°2 se muestran, en escala logarítmica, las distribuciones de los distintos elementos analizados.

Cada barra se extiende desde el menor al mayor valor concentrado. La media logarítmica ( $\bar{X}$ ) y el valor de  $\bar{X} + 2S$  también se indican, al igual que el contenido promedio de corteza (c), según ROSLER y LANGE (1975).

Quando las distribuciones estadísticas son simples, hemos utilizado el valor  $\bar{X} + 2S$  como umbral.

Los valores superiores al umbral han sido divididos en cuatro niveles por conveniencia de interpretación y para la presentación gráfica en los distintos mapas. Estos cuatro niveles se indican en las barras de la figura N°1, empleando la misma simbología que se emplea en los mapas.

Debido que el cobalto y el manganeso no muestran tendencias inusuales en sus distribuciones, no incluyen en la figura N°1, umbral ni niveles anómalos, como tampoco se han considerado en los mapas.

3.2.- ZONACION GEOQUIMICA

PARAMETROS ESTADISTICOS DE ELEMENTOS ANALIZADOS EN SEDIMENTOS  
DE DRENAJE DEL AREA N°5 ( N = 2248 ).

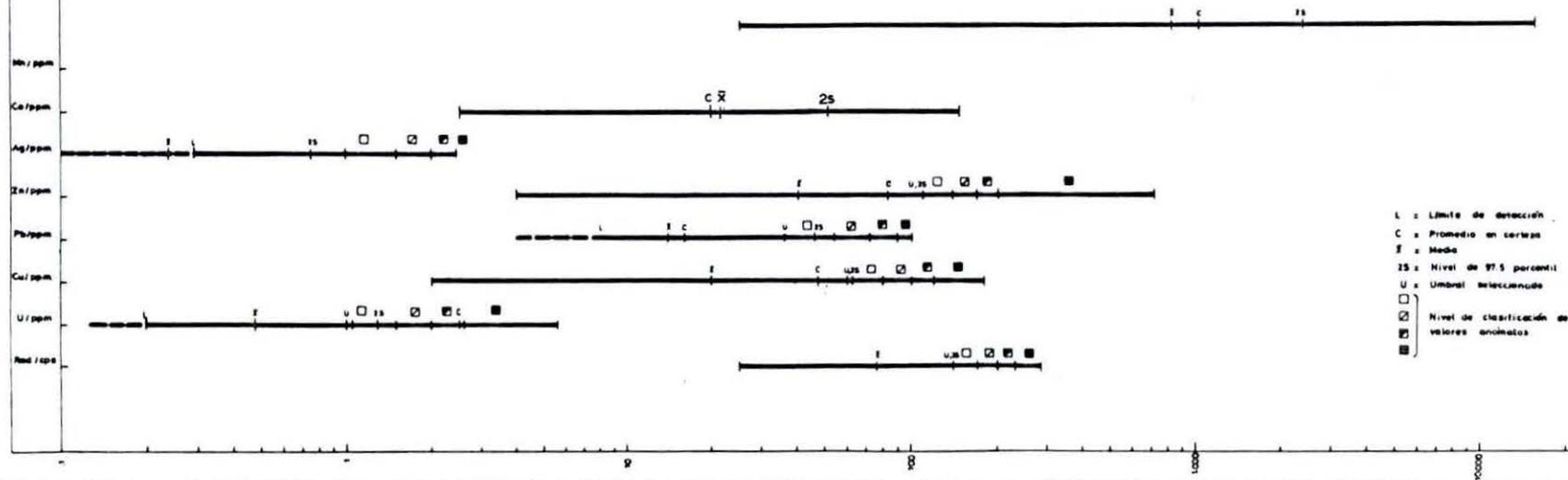


Figura N° 2

nomalías de cobre, plomo y zinc. Esto se nota especialmente en los cuatro cuadrángulos contiguos de la parte central norte del área, es decir, en las hojas Gualleco, Villa Prat, Pencahue y Talca y en menor grado al noreste de la hoja Ranguil.

Esta área también presenta zonas de elevada radioactividad de sedimentos (cuadrángulo Gualleco y Ranguil) y áreas anómalas de uranio en los cuadrángulos Talca, Ranguil y Villa Prat.

Resumiendo; estos cinco cuadrángulos constituyen una provincia geológica distinta dentro del área, en la cual los distintos niveles de fondo son más altos que para el resto del área y de mayor variabilidad.

#### 4.- CONCLUSIONES

- 1.- En el presente estudio se han delimitado once zonas en las cuales existen agrupaciones anómalas de uranio. Estas zonas abarcan 1.400 Km<sup>2</sup> aproximadamente y corresponden a un 10% del área total.
- 2.- Dos grandes áreas anómalas se han reconocido y éstas presentan 26 y 31 valores anómalos respectivamente. Dichas zonas se han designado como área Hualañé y área Talca. No existen en la actualidad explicaciones geológicas satisfactorias para la ocurrencia de tales agrupaciones anómalas.
- 3.- La ocurrencia de radioactividad anómala en sedimentos de drenaje permite distinguir seis zonas en toda el área, una de las cuales (Sector Hualañé) es originada por la presencia de una concentración poco usual de minerales pesados. Esta zona puede ser eliminada para futuros estudios. (MARTIN, M. Comunicación verbal),
- 4.- Parece ser que hay una relación directa entre zonas de alto con

tenido de uranio y/o radioactividad y la litología predominante en dichos sectores. Esto se debe principalmente a la escasa información geológica disponible a la fecha. Algunas de estas zonas parecen relacionarse con rocas graníticas paleozoicas, mientras que otras zonas presentan una geología más compleja, como lo es por ejemplo el cuadrángulo Hualañé.

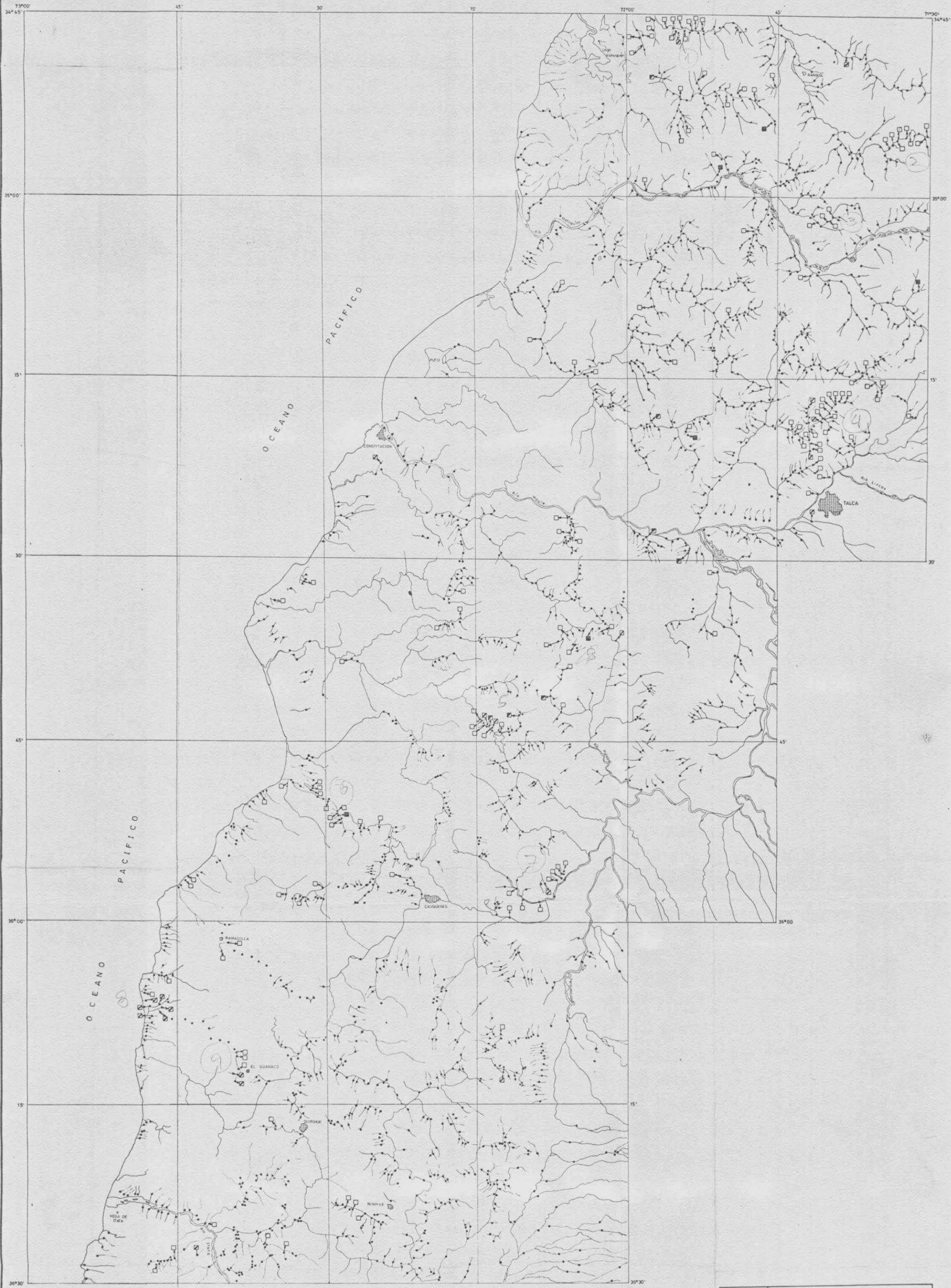
- 5.- La investigación de la distribución de otros elementos de interés potencial, como el Cu, Pb y Zn, indica que sus zonas anómalas están restringidas a la parte más oriental del área. El rasgo geológico más destacado en esta parte es la formación La Lajuela, la que contiene potentes secuencias de rocas clásticas sedimentarias de origen continental y marino, que han sido afectadas por intrusiones graníticas. Este ambiente geológico-geoquímico origina por una parte una abundancia mayor de los distintos elementos considerados y también le confiere a la zona una gran variabilidad con respecto a ellos.
- 6.- La historia ígnea y estructural del área a originado algunas pequeñas manifestaciones auríferas en el NE del área, las cuales contienen otros elementos (RUIZ, C. 1965), es factible que con estudios más detallados dichas ocurrencias podrían aparecer en otros sectores cercanos.
- 7.- Para el área en general, no hay relación entre las anomalías de uranio y la distribución areal de los otros elementos.
- 8.- Con relación a la aplicabilidad del método geoquímico de reconocimiento por medio de sedimentos de drenaje, se puede decir que no es necesario para futuros estudios considerar elementos tales como Mo, Ag y Co; pero si continuar con Cu, Pb, Zn y Mn, aunque este último elemento solo a modo de control analítico por las interferencias para uranio.

5.-

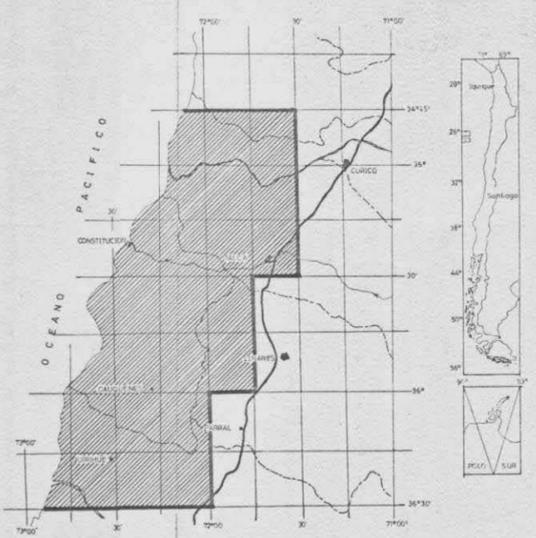
RECOMENDACIONES

- 1.- Las zonas marcadas en el mapa geoquímico de uranio (Mapa N°1), deben ser revisadas al terreno, mediante un muestreo sistemático de menor escala, con sedimentos de drenaje, análisis de uranio en minerales pesados y en aguas.
- 2.- Los cuadrángulos Hualañé y Talca deben ser revisados en mayor detalle para investigar y delimitar la presencia de uranio en el sector. Pero para esto es necesario efectuar un levantamiento geológico a escala 1:50.000 y un estudio de espectrometría, el que puede ser realizado mediante un helicóptero, con líneas de espaciamiento de 1 Km o menos.
- 3.- Para el cuadrángulo Gualleco es válido todo lo anterior ya que allí existe una superposición de anomalías de distintos elementos.
- 4.- En zonas seleccionadas de radiometría elevada, se deberá muestrear para observar si existe una relación entre la radiometría y la abundancia de minerales pesados. Si esto ocurre, un análisis mineralógico puede indentificar las fuentes de la radiación (zircón, monacita, etc.)





MAPA DE UBICACION

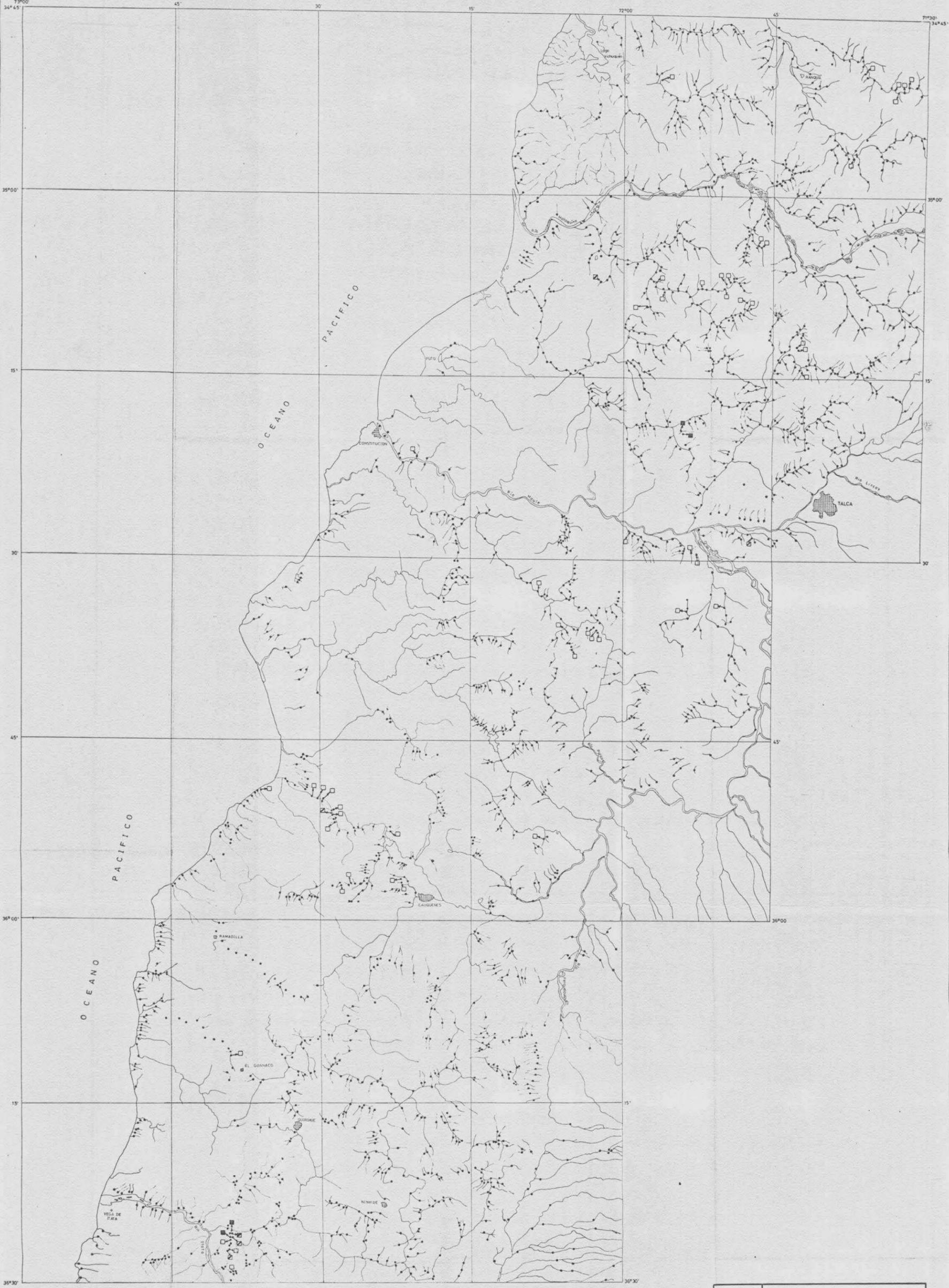


INTERVALOS DE DISTRIBUCION

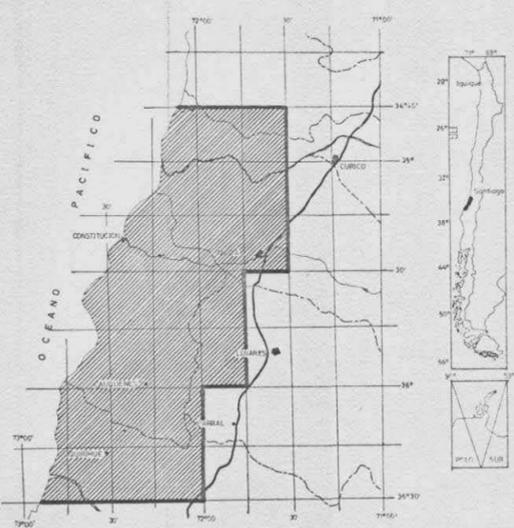
	1-1.5ppm	16 - 2ppm	21-2.5ppm	>2.5ppm	
N	132	23	.5	.5	Σ 165
% N	6.1	1.06	0.23	0.23	Σ 7.6

 AREA TRABAJADA  
 MUESTRA

Nº1	<b>CCHEN - PNUD</b>
AREA 5 PNUD TALCA CAUQUENES PROSPECCION GEOQUIMICA	
<b>MAPA DE ANOMALIAS          DEL URANIO</b>	
ESCALA : 1:250.000	
R. L. MOXHAM P. VALENZUELA H. PRADO J. ESPINOZA	EXPERTO PNUD GEOLOGO CCHEN PROSPECTOR CCHEN PROSPECTOR CCHEN
DIBUJANTE : A. REYES M.	
REVISADO POR: FECHA: DICIEMBRE 1978 CORREGIDO POR: FECHA: DICIEMBRE 1978	
	



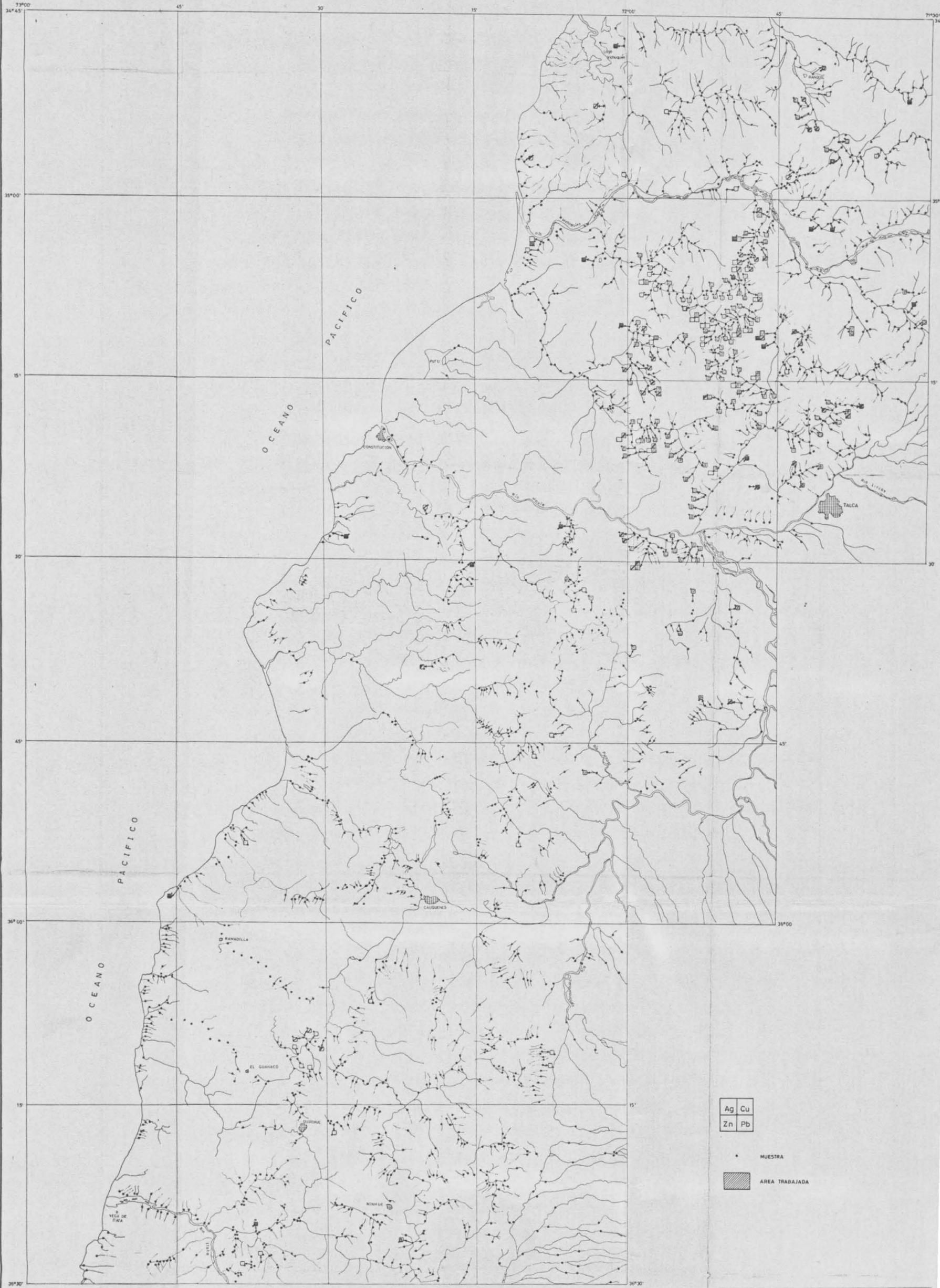
MAPA DE UBICACION



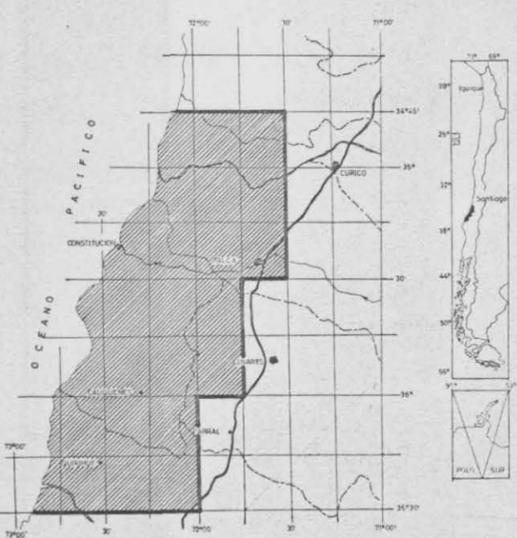
□	▣	▤	■	
140 - 170 c/s	170 - 200 c/s	200 - 230 c/s	> 230 c/s	
53	6	1	4	Σ 64
2.43	0.28	0.05	0.18	Σ 2.94%

▨ AREA TRABAJADA

Nº 2	CCHEN - PNUD
AREA 5 PNUD TALCA CAUQUENES PROSPECCION GEOQUIMICA	
MAPA DE ANOMALIAS RADIOMETRICAS EN SEDIMENTOS DE DRENAJE	
ESCALA 1 : 250 000	
R. L. MOXHAM P. VALENZUELA H. PRADO J. ESPINOZA	EXPERTO PNUD GEOLOGO CCHEN PROSPECTOR CCHEN PROSPECTOR CCHEN
DIBUJANTE : A. REYES M.	
REVISADO POR : FECHA : DICIEMBRE 1978 CORREGIDO POR : FECHA : DICIEMBRE 1978	



MAPA DE UBICACION



RANGOS ANOMALOS

	□	▣	▤	■	
Ag	1.0 - 1.5 ppm	1.5 - 2.0 ppm	2.0 - 2.5 ppm	>2.5 ppm	
N	19	0	1	0	Σ 20
%N	0.9	0	0.05	0	Σ 0.95%
Cu	63 - 82 ppm	82 - 101 ppm	101 - 120 ppm	120 ppm	
N	29	9	3	4	Σ 45
%N	1.37	0.43	0.14	0.19	Σ 2.13%
Zn	109 - 140 ppm	140 - 171 ppm	171 - 202 ppm	202 ppm	
N	25	4	2	13	Σ 44
%N	1.17	0.19	0.09	0.61	Σ 2.06%
Pb	36 - 54 ppm	54 - 72 ppm	72 - 90 ppm	90 ppm	
N	95	21	7	1	Σ 124
%N	5.1	1.2	0.4	0.05	Σ 6.75%

**Nº 3 CCHEN - PNUD**

AREA 5 PNUD  
TALCA - CAUQUENES  
PROSPECCION GEOQUIMICA

**ANOMALIAS GEOQUIMICAS DE  
Ag - Cu - Zn - Pb  
EN SEDIMENTOS DE DRENAJE**

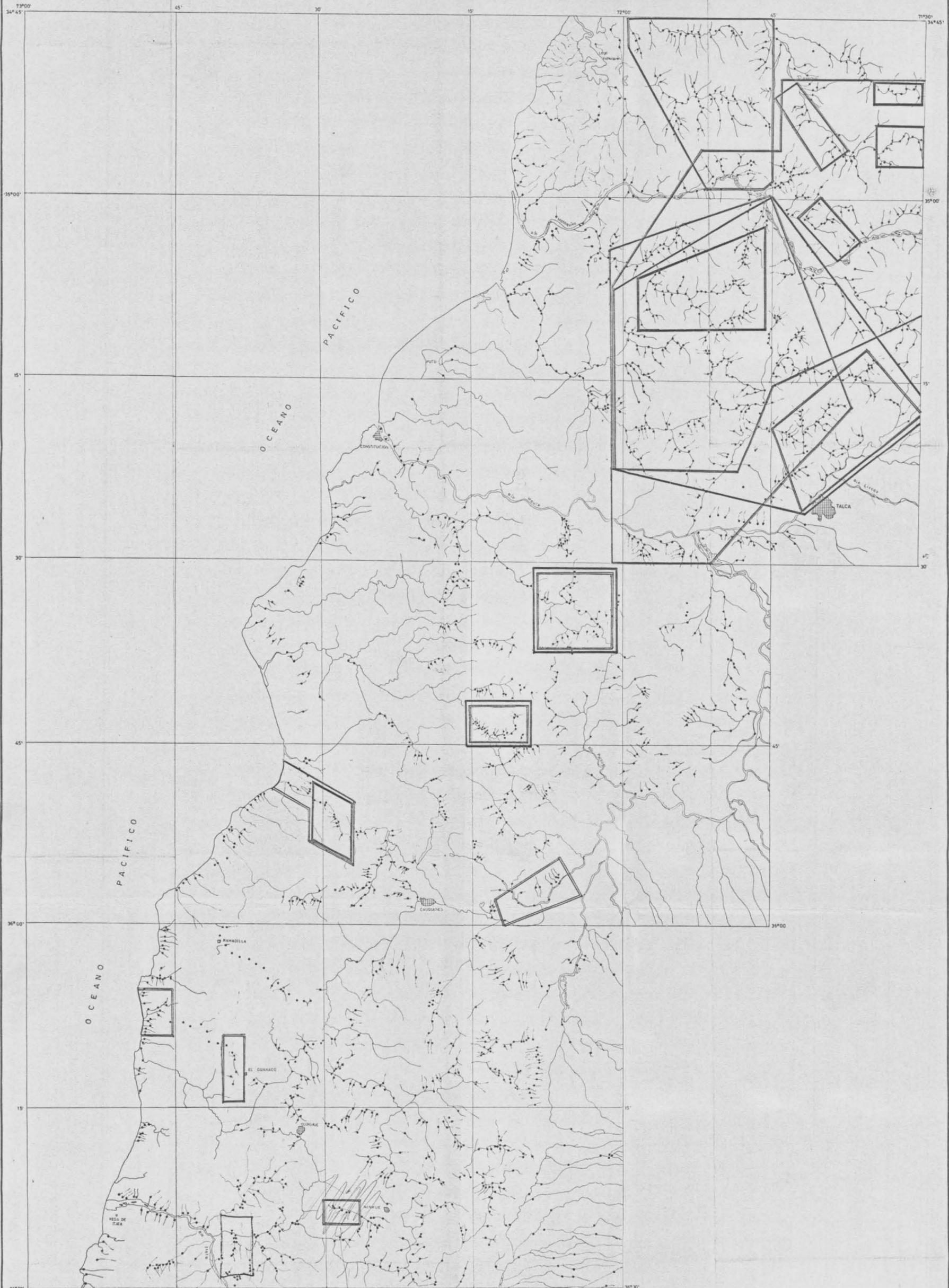
ESCALA : 1:250 000.

R. L. MOXHAM EXPERTO PNUD  
P. VALENZUELA GEOLOGO CCHEN  
H. PRADO PROSPECTOR CCHEN  
J. ESPINOZA PROSPECTOR CCHEN

DIBUJANTE: A. REYES M.

REVISADO POR:  
FECHA: DICIEMBRE 1978  
CORREGIDO POR:  
FECHA: DICIEMBRE 1978





MAPA DE UBICACION



- U
  - Rad
  - Cu
  - Zn
  - Pb
- SECTOR ANOMALO

AREA TRABAJADA

<b>Nº 4</b>	<b>CCHEN - PNUD</b>
AREA 5 - PNUD TALCA - CAUQUENES PROSPECCION GEOQUIMICA	
<b>MAPA DE SECTORES ANOMALOS</b>	
ESCALA : 1:250.000.	
R.L. MOXHAM P. VALENZUELA H. PRADO J. ESPINOZA	EXPERTO PNUD GEOLOGO CCHEN PROSPECTOR CCHEN PROSPECTOR CCHEN
DIBUJANTE: A. REYES N.	
REVISADO POR: FECHA: DICIEMBRE 1978 CORREGIDO POR: FECHA: DICIEMBRE 1978	

