

# TRABAJO FINAL

de la Licenciatura en Ciencias Geológicas

FACULTAD DE CIENCIAS FISICO, MATEMATICAS Y NATURALES  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS

## *GEOLOGIA DEL "SECTOR SAN BARTOLO" GRUPO PARAMILLOS CENTRO*

(Pcia. de Mendoza)

- 1993 -

por MARIO A. ROSAS

*A mis Padres  
a María Silvana*

## AGRADECIMIENTOS

La realización del presente trabajo fue posible gracias a la colaboración de un gran número de personas que de manera desinteresada brindaron en todo momento el apoyo necesario para la ejecución del mismo. El autor desea agradecer:

- Al Lic. Ariel Ortiz Suarez (U.N.S.L.) por acceder a la dirección del trabajo, por el valioso tiempo dedicado para la corrección del mismo y por acompañarme en la salida al campo.
- A la Dra. Nilda Urbina (U.N.S.L.), co-Directora de este trabajo, por su incondicional colaboración en la ejecución de campañas, suministro de bibliografía e interpretación de cortes calcográficos.
- A los Lic. Juan Fayet, Alberto Rubio, Humberto Farfán y Javier Madrid, pertenecientes a la Dirección Provincial de Minería de Mendoza, por su apoyo incondicional en la mayoría de las campañas y por su ayuda profesional.
- A la Dirección Provincial de Minería de Mendoza por el aporte financiero brindado para la ejecución de la mayoría de las campañas como así también la ejecución de cortes delgados y análisis geoquímicos.
- Al Lic. José Gásquez por su colaboración en la interpretación de los análisis geoquímicos.
- Al Dr. Carlos Gardini por invertir su valioso tiempo en la ejecución de gráficos en la computadora.
- A la Lic. Viviana Martinez, cátedra de Mineralogía (U.N.S.L.), por su importante ayuda en la descripción de secciones delgadas.
- A Daniel Códega, Técnico del laboratorio de Petrología (U.N.S.L.), por la dirección y colaboración en la realización de cortes delgados y calcográficos.
- A Fabián Oggier por acompañarme en el campo y por su colaboración en el relevamiento topográfico.
- Al Lic. Humberto Ulacco por su ayuda en el uso de la computadora.

Por último es deseo de este autor agradecer de una manera u otra a quienes hicieron posible la realización de este trabajo.

## CONTENIDO

<b>CONTENIDO</b>	1
<b>RESUMEN</b>	3
<b>CAPITULO I</b>	
<b>INTRODUCCION</b>	5
1: Naturaleza y objetivos	5
2: Ubicación y características del Area	5
3: Tareas realizadas	5
4: Antecedentes	6
5: Geología Regional	8
6: Estructura Regional	9
<b>CAPITULO II</b>	
<b>GEOLOGIA DEL AREA</b>	12
1: Rocas Sedimentarias	12
2: Rocas Igneas	15
1-1: Monzonitas	16
1-2: Andesitas	19
1-3: Gabro	23
3: Roca Metamórfica de contacto	24
4: Brecha Pipe	25
4: Brecha Hidrotermal de contacto	26

### **CAPITULO III**

<b>EL DEPOSITO DISEMINADO</b>	<b>30</b>
<b>1: Geoquímica del cuerpo</b>	
Diseminado	31
<b>1-1: Análisis de Cobre</b>	
y Cinc	32
<b>2: Alteración Hidrotermal</b>	<b>51</b>

### **CAPITULO IV**

<b>CONCLUSIONES</b>	<b>53</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>55</b>

## RESUMEN

El presente trabajo consistió en un estudio de los aspectos geológicos, petrográficos y geoquímicos de las rocas existentes en un sector denominado San Bartolo el cual es parte del Distrito Polimetálico Mendoza Norte, ubicado en el norte de la cuenca cuyana, provincia de Mendoza, Argentina. El área se enmarca en las siguientes coordenadas geográficas:  $32^{\circ}7'34''$  -  $32^{\circ}7'47''$  de latitud sur y  $69^{\circ}6'30''$  -  $69^{\circ}5'55''$  de longitud oeste.

En la región analizada se encuentran rocas sedimentarias pertenecientes a la Formación Las Cabras (Grupo Uspallata) y rocas ígneas de composición monzonítica y andesítica, representativas del magmatismo Mic-Plioceno. En el contacto de la andesita con la Formación Las Cabras existe una brecha de origen hidrotermal y dentro del cuerpo monzonítico, un pipe de brecha con clastos de monzonita y cemento constituido por anfíboles, magnetita, calcita y pequeñas cantidades de wollastonita. A su vez este evento ígneo produjo en general un fenómeno de metamorfismo de contacto que afectó a las rocas sedimentarias de la caja dejando como resultado una roca de la facies hornfels hornbléndico.

Asociado al evento magmático y dentro de la andesita, se encuentra un depósito diseminado de cobre, plomo, cinc, plata y oro. Dicha mineralización fue acompañada por un proceso de alteración hidrotermal que afectó fundamentalmente a la andesita y en forma subordinada al resto de las rocas existentes en el área. La alteración más extendida es la sericítica y tienen menor desarrollo la potásica, argílica y propilitica. Un sector central del afloramiento de andesita presenta escasa alteración.

Los estudios geoquímicos revelaron mayor concentración de cobre, plomo, cinc y plata en la brecha hidrotermal desarrollado en el contacto de la andesita con las sedimentitas de la caja, mientras que el oro muestra una dispersión uniforme en todo el depósito.

# CAPITULO I

## INTRODUCCION

### 1: NATURALEZA Y OBJETIVOS

La presente contribución corresponde al trabajo final de la Lic. en Cs. Geológicas (Orientación Yacimientos Minerales) que exige el Plan de estudio, Ord. Rect. N°3/79 y 2/83 del Depto de Geología y Minería perteneciente a la Fac. de Cs. Fco. Matemáticas y Naturales de la Universidad Nacional de San Luis.

El objetivo del Trabajo fue efectuar una investigación detallada sobre la geología, petrografía y alteración hidrotermal de un sector denominado "San Bartolo", ubicado dentro del Distrito Polimetálico Mendoza Norte. El sector mencionado, es poco conocido respecto del resto del distrito, el cual fue ampliamente estudiado durante la ejecución del Plan Cordillerano.

### 2: UBICACION Y CARACTERISTICAS DEL AREA

El "sector San Bartolo" pertenece al Distrito Polimetálico Mendoza Norte de aproximadamente 48 Km<sup>2</sup> de extensión, ubicado en la región nor-noroeste de la provincia homónima. Dentro de ese distrito, la zona estudiada que abarca una superficie de 1 Km<sup>2</sup>, se encuentra al norte de la Cuenca Cuyana, entre los 32°27'34" y 32°27'47" de latitud sur y los 69°6'30" y 69°5'55" de longitud oeste. Dista 130 Km de la ciudad de Mendoza, 100 Km por la ruta internacional N°7 y 30 Km hacia el nor-este por la ruta provincial que une las localidades de Uspallata y Villavicencio ( Fig. N°I-1).

La región presenta un paisaje típico de montañas falladas y elevadas con alturas que van desde 3000 a 3350 m.s.n.m. Durante los meses de invierno se cubre con abundantes precipitaciones níveas que imposibilitan el acceso a la zona.

### 3: TAREAS REALIZADAS

Para el desarrollo de este trabajo se realizaron las siguientes tareas:

Fotointerpretación y confección de mapa base del área a escala 1:20.000, utilizandose las fotos aéreas: C13-6-12; C13-6-13; C13-6-14; C13-5-25; C13-5-26; C13-5-27. Carta topográfica, hoja 3369-9-2: Cordón San Bartolo; Carta topográfica, hoja 3369-9-3: Uspallata.

Confección de mapa topográfico-geológico del área a escala 1:1000 de la zona estudiada.

Muestreo petrográfico-geoquímico del cuerpo con diseminado metálico por medio de una grilla con espaciamiento cada 25 mts..

Muestreo petrográfico del área en general incluyendo el brecha pipe.

Análisis geoquímicos con determinación de tenores de Oro, Plata, Cobre, Plomo y Cinc; realizados por la dirección Provincial de Minería de Mendoza.

Descripción macro y microscópica de las rocas de la zona.

Análisis de minerales opacos y texturas por medio de cortes calcográficos.

Interpretación de los datos obtenidos en las etapas anteriores y elaboración de informe final.

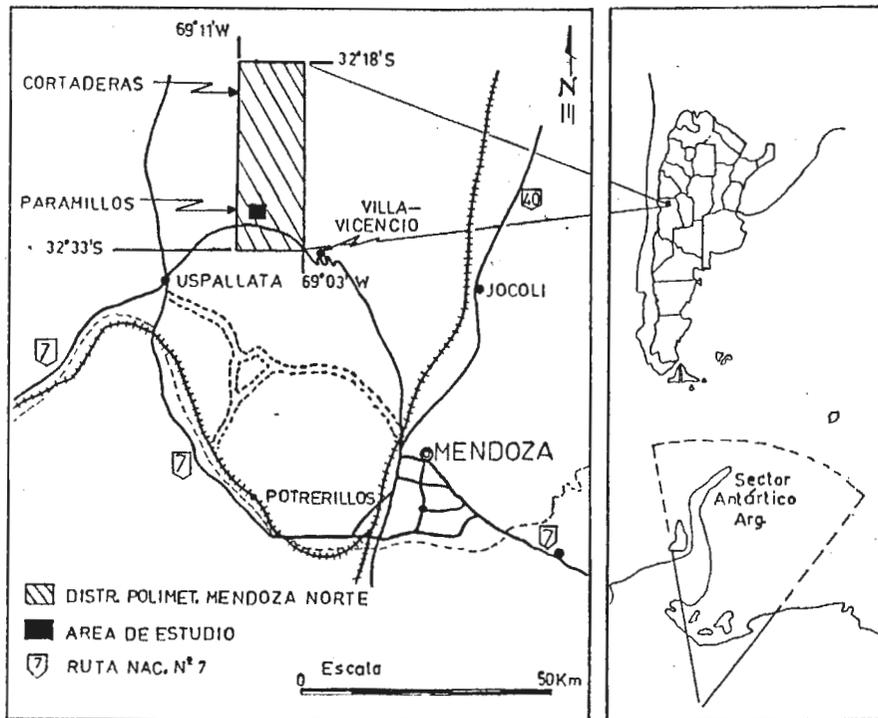


Figura N°I-1: Mapa de ubicación, Distrito Polimetálico Mendoza Norte (■ Área de estudio)

#### 4: ANTECEDENTES

La historia minera se diluye en los albores de siglo XIX. Al parecer, las vetas de plata y plomo denominadas mineral de los Paramillos de Uspallata ubicados a 5 Km al oeste del área "San Bartolo", fueron trabajadas por súbditos del imperio incaico (1572). A mediados del siglo XVII la Compañía de Jesús sistematiza el laboreo y la operación minera se prolonga hasta la expulsión de los Jesuitas en el año 1767. La Fotografía N°1-1 muestra las Ruinas Jesuitas de la Mina Paramillos de Uspallata.



Fotografía N°I-1: Ruinas Jesuitas, Mina Paramillos de Uspallata

A comienzos del año 1961, la empresa Minera Aguilar, toma una opción de compra al Sr. Arquímedes Rossi, propietario de la Mina Mantos de Cobre. Realiza trabajos de exploración con diamantina concretando cuatro sondeos de 163 mts., 114 mts., 129 mts. y 102 mts. los que muestran una brecha gruesa en la que entremezclan trozos de andesita alterada, pizarras verdes y grises y rocas conglomerádicas.

El conocimiento geológico de la región comenzó en 1890 con un informe de Ave Lallemand a la academia Nacional de Ciencias. Catalano (1942) realiza un estudio detallado de la mina Mantos de cobre ubicada sobre la ex ruta N°7 variante Villavicencio. Rayces (1947) realizó estudios fundamentalmente sobre la mina Paramillos de Uspallata.

Más recientes son los trabajos de investigación y prospección que realizaron en forma conjunta el gobierno argentino y las Naciones Unidas entre los años 1964 y 1968 a través del Plan Cordillerano (Navarro, H., 1968 y Romani, R., 1968). Dicho plan permitió descubrir dentro del Distrito Polimetálico Mendoza Norte, los primeros yacimientos tipo pórfidos cupríferos que se conocieron en el país. Ellos son Paramillos Norte y Paramillos Sur.

## 5: GEOLOGIA REGIONAL

El Distrito Polimetálico Mendoza Norte se encuentra inserto en la Cuenca Cuyana. Las rocas que se presentan en la región, son pizarras, calizas negras y grises y cuarcitas oscuras del Grupo Villavicencio de edad Ordovícico (Harrington, 1971). Lavandaio (1984) asigna a esta parte del Grupo (facies " típica o normal de Harrington") una edad comprendida entre Ordovícico Medio y Silúrico Inferior. Estas rocas están expuestas en los sectores este y norte del distrito.

El perfil estratigráfico para la región continúa con rocas de edad permo-triásicas Grupo Choiyoi (Groeber, 1946 y Rolleri y Criado Roque, 1968) compuesto por un complejo eruptivo, porfiritas y tobas. En el área de Paramillos se dataron tobas ignimbríticas por el método K-Ar dando edades de  $252 \pm 14$  m.a. y  $219 \pm 14$  m.a. y una andesita arrojando una edad de  $250 \pm 10$  m.a.,  $238 \pm 10$  m.a. y  $211 \pm 10$  m.a. (Caminos et al., 1979).

Por encima y en relación de discordancia se ubica el Grupo Uspallata (Stipanovic, 1983) de edad Triásica. Este Grupo reúne las formaciones Río Mendoza, Las Cabras, Potrerillos, Cacheuta y Río Blanco. Litológicamente está compuesto por conglomerados, areniscas y pelitas de origen fluvio-lacustres. En el área de Paramillos la Formación Las Cabras presenta intercalaciones volcánicas representadas por coladas de basaltos e intercalaciones piroclásticas de composición riolítica. También aparecen en esta zona diques y filones capa de diabasas. La fotografía N°1-2, muestra las capas de basalto correspondientes a la formación Las Cabras aflorantes 2 Km al oeste del área de estudio. Estos basaltos fueron datados por el método K-Ar y dieron edades de  $235 \pm 5$  m.a. (Massabie, 1986).

Este conjunto volcánico-sedimentario, en la región de Paramillos, presenta un rumbo aproximado norte-sur con buzamientos entre  $10^\circ$  y  $15^\circ$  oeste. El espesor del grupo oscila en algo más de 2000 mts. con entidades expuestas en Uspallata, Potrerillos, Challao, Las Higueritas, Barreal Hilario, Rincón Blanco y Villavicencio. La Fotografía N°1-3 muestra el perfil estratigráfico del Grupo Uspallata en la zona de la mina de Paramillos de Uspallata al norte de las Ruinas Jesuitas.

Esta secuencia sedimentaria es intruída por cuerpos ígneos (stocks, diques y filones capa) de composición mesosilícica, monzodioritas y pórfidos andelacíticos de coloraciones grises a verdosas, que son producto del segundo ciclo de batolitización andina de Llamabías y Turner (1982) de edad Mio-Pliocena.

Coronan el perfil regional depósitos aluviales representados por potentes capas de conglomerados con intercalaciones arenosas ubicados fundamentalmente en la Pampa de los Paramillos.

El cuadro estratigráfico correspondiente al Distrito Polimetálico Mendoza Norte, queda conformado de la siguiente manera:

Estratigrafía Regional	Litología	Edades
Relleno moderno	Conglomerados con lentes arenosos	Cuaternario
Segundo Ciclo de Batolitización Andina (Llambias y Turner, 1982)	Monzodioritas y Pórfidos Andelacíticos	Mioceno Plioceno
Grupo Uspallata (Rolleri y Fernández Garrasino, 1979)	Sedimentos continentales de origen fluvio-lacustres con intercalaciones volcánicas ( basaltos, piroclastitas y filones capa de diabasas)	Triásico
Grupo Choiyoi (Rolleri y Criado Roque, 1968)	Complejo eruptivo Porfiritas y Tobas	Permo-Triásico
Grupo Villavencio (Harrington, 1971)	Pizarras, esquistos, calizas y cuarcitas	Ordovícico medio a Silúrico inferior

## 6: ESTRUCTURA REGIONAL

Según Lavandaio y Fusari (1986) la estructura regional puede resumirse de la siguiente manera.

El complejo sedimentario metamorfozido Grupo Villavencio está afectado por fenómenos de plegamientos y posibles corrimientos e imbricaciones, aunque no es frecuente hallar charnelas de pliegues importantes.

El Distrito Polimetálico Mendoza Norte, está afectado por una tectónica de bloques y escamas falladas y sobrecorridas que dominan y controlan la mayoría de los fenómenos visibles ya sean geomorfológicos, volcánicos o de ubicación de alteraciones y mineralizaciones.

Si bien a escala regional hay lineamientos generales Norte-Sur, en el Distrito las fallas dominantes tienen rumbo Nor-Oeste y son intersectadas por otro juego de rumbo Nor-Este. En algunas de esas intersecciones hay emplazadas brechas tectónicas y zonas de intenso craquelamiento. Asimismo hay un tercer juego de fracturas, aunque variable, que tiene un rumbo cercano a Este-Oeste.



Fotografía N°I-2: Capas de basaltos de la Formación Las Cabras



Fotografía N°I-3: Secuencia estratigráfica del Grupo Uspallata en la zona de la mina Paramillos de Uspallata.

## CAPITULO II

## **GEOLOGIA DEL AREA**

El sector San Bartolo presenta una geología caracterizada por rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas como así también diferenciados hidrotermales.



**Fotografía N°II-1: Vista panorámica del área de estudio.**

Con el criterio de realizar una descripción detallada de los componentes geológicos mencionados, se los dividió según el origen de los mismos de la siguiente manera (Adj. N°1).

**1: Rocas Sedimentarias**

**2: Rocas Igneas**

2-1: Monzonitas

2-2: Andésitas

2-3: Gabros

**3: Rocas Metamórficas de contacto**

**4: Brecha Pipe**

**5: Brecha hidrotermal de contacto**

**1: Rocas Sedimentarias**

Las rocas sedimentarias que afloran en el área San Bartolo, corresponden a la formación Las Cabras (Rolleri y Criado Roque, 1968) las cuales son parte integrante de un extenso grupo denominado Uspallata (Stipanivic, 1983).

La Formación Las Cabras junto con la Formación Río Mendoza forman un sólo ciclo deposicional y alcanzan una gran extensión en toda la cuenca cuyana (Rolleri y Criado Roque, 1968) teniendo en algunas localidades espesores que superan los 500 mts.. La localidad tipo se halla al pie oriental del cerro Las Cabras. Es importante destacar que la formación Río Mendoza no aflora en el área San Barto-

10.

En el área de estudio la Formación Las Cabras está constituida por areniscas de granulometría fina intercaladas con pelitas y bancos de calizas. También intercalan esta secuencia lutitas bituminosas de coloración negra. Estos depósitos indican un ambiente de energía en disminución con episodios fluviales y depósitos de llanura aluvial en unos casos y lacustres en otros (Rolleri y Fernández Garrasino, 1979). Asimismo pudo observarse una intercalación de material piroclástico de composición riolítica cuyo espesor varía entre 0,80 m y 1 m (Fotografía N°II-2).



Fotografía N°II-2: Intercalación piroclástica, de composición riolítica, perteneciente a la formación Las Cabras, aflorante en el Sector San Bartolo.

El perfil estratigráfico del Grupo Uspallata (Ramos y Kay, 1991) es como se muestra en la Figura N°II-1.

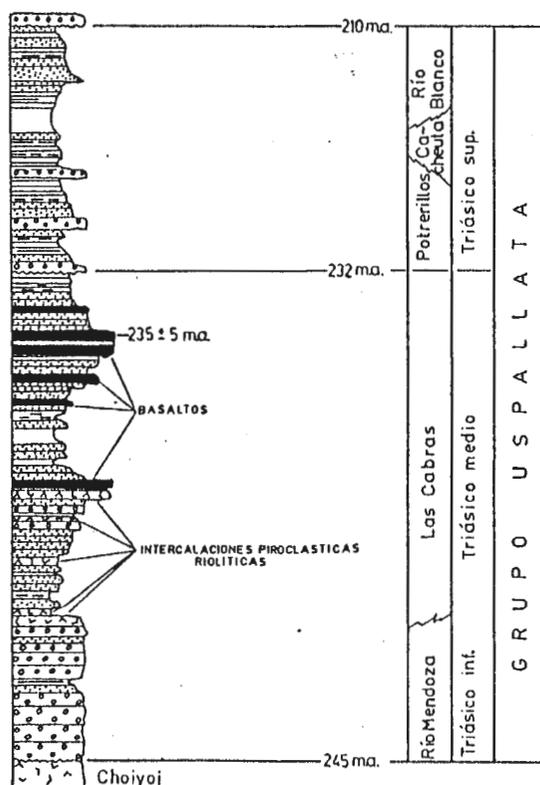


Figura N°II-1: Perfil estratigráfico del Grupo Uspallata (Ramos y Kay, 1991).

La formación Las Cabras que en el sector San Bartolo actuó como hospedante de los eventos magmáticos producidos en el Mio-Plioceno, fue afectada por metamorfismo de contacto. A su vez la intrusión produjo deformación intensa en las zonas cercanas a los contactos que se manifiesta en rumbos e inclinaciones variables. Los datos de rumbo y buzamiento obtenidos en el área son los mostrados en la siguiente tabla:

Ubicación	Rumbo	Buzamiento
Sector Sur	270°	57° S a 30° S
Sector Oeste	295°	36° SO
Sector Este	60°	15° NO a 10°NO

Es importante destacar que la variación del buzamiento en el sector sur, se debe al empuje del intrusivo monzonítico, siendo más acentuado mientras más cerca se está del mismo.

Estos valores reflejan el acomodamiento de los planos estratigráficos alrededor de los intrusivos. El esquema es como se muestra en la Figura N°II-2.

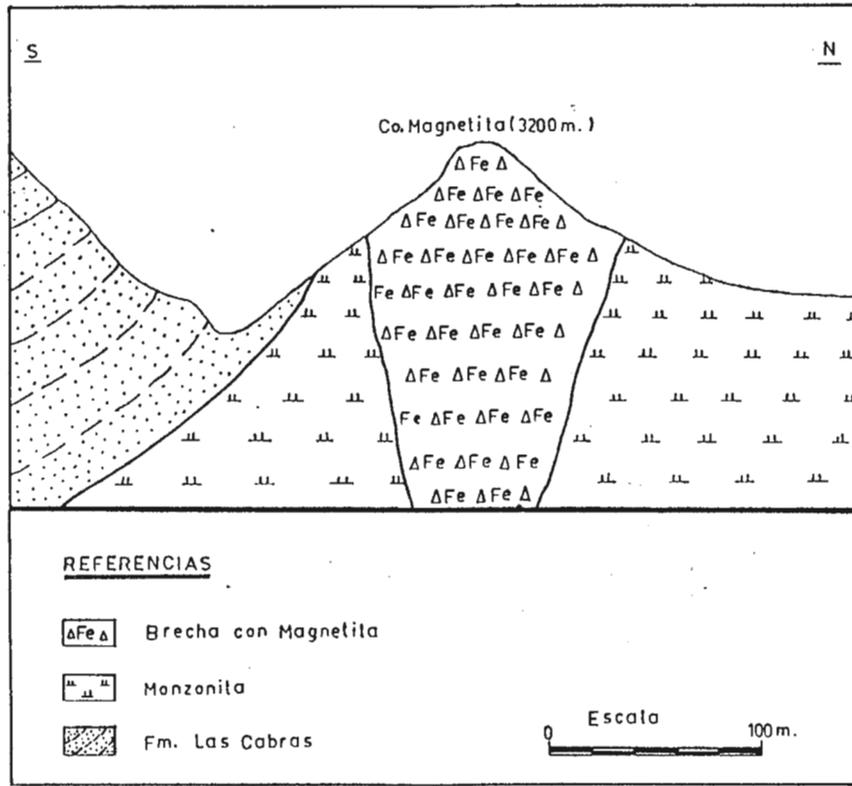


Figura N°II-2: Perfil Norte-Sur en el cerro Magnetita mostrando la variación del buzamiento de las sedimentitas provocado por el empuje de las intrusiones ígneas.

## 2: Rocas Ígneas

El magmatismo Mioceno en la Argentina, al igual que en toda Sudamérica, tiene un considerable desarrollo, que resulta más evidente si se lo compara con la escasa actividad ígnea producida durante el Oligoceno. La calma magmática de esta última época marca la separación entre los ciclos eruptivos que tuvieron lugar entre el Cretácico y el Eoceno y los que se produjeron a partir del Mioceno (Malvicini y Llambías, 1982).

Llambías y Turner (1982), establecieron dos ciclos de batolitización andina: el primero se extiende desde el Jurásico superior hasta el Eoceno inferior y el segundo abarca el Mioceno. En este último los batolitos tienen reducidas dimensiones, generalmente stocks, que frecuentemente constituyen complejos plutónicos-volcánicos o complejos netamente volcánicos.

Debido a que numerosas mineralizaciones metalíferas están estrechamente vinculadas a los cuerpos eruptivos del Mioceno (Malvicini y Llambías, op.cit.) es importante conocer su distribución,

composición y relaciones estructurales con la finalidad de obtener guías para la exploración. Estas mineralizaciones son subvolcánicas, variando de rango entre epi-meso y xenotermal, como también volcánicos exhalativos y formados por manantiales calientes (Malvicini y Llambías, op.cit.). Las manifestaciones de este importante magmatismo en el sector San Bartolo se ven representadas por rocas mesosilíceas, rocas andesíticas y brechas asociadas (Brecha hidrotermal de contacto y Pipe de brecha).

En la andesita y en la brecha hidrotermal de contacto se ubica la mineralización metalífera.

El magmatismo presente en la región fue datado por Ramos, et al., (1991) arrojando edades que oscilan entre 19 m.a. y 16 m.a. Las rocas del cerro San Bartolo dieron una edad de  $16 \pm 0,8$  m.a. (Fig. N°II-3).

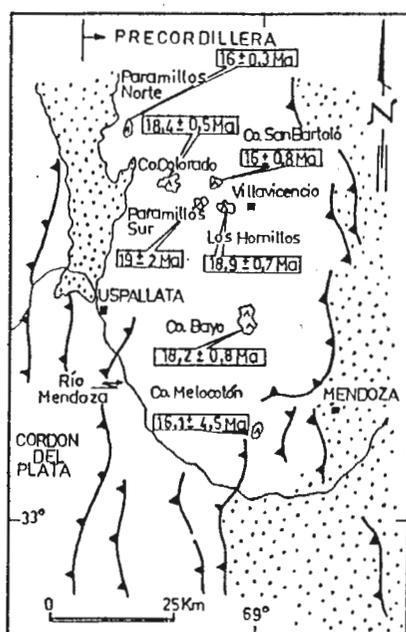


Figura N°II-3: Mapa de dataciones (Ramos et al., 1991)

## 2-1: Monzonita

Las rocas ígneas de composición monzonítica son las de mayor distribución en el área constituyendo cuerpos que intruyen las sedimentitas de la formación Las Cabras. El representante de mayor envergadura es el que forma el cordón San Bartolo, el cual es parte integrante de la sierra de Uspallata. Se presenta como un extenso cuerpo semicircular elongado hacia el Este Nor-Este. Sus dimensiones aproximadas son de 2 Km de longitud por 500 m de ancho.

También, existen otros cuerpos de dimensiones menores alojados en los sectores sur y oeste del área de estudio cuya morfología es circular con diámetros que no superan los 30 m en los casos

extremos, llegando a tener 5 m los más pequeños.

Además, al sur del área de estudio, a unos 10 m de la estaca de muestreo con coordenadas 75 sur 100 oeste (Adj. N°1) existen diques de composición monzonítica que tienen una longitud aproximada de 10 m, con anchos variables entre 0.80 y 1.50 m. El rumbo de estos cuerpos tabulares es N40°E con una inclinación de 70°O. La roca es de coloración grisácea, hololeucocrática, de grano fino, con feldespatos alcalinos y sin alteración visible.

El contacto de todos los cuerpos monzoníticos con la roca de caja (Fm. Las Cabras) es neto. La monzonita que constituye el cordón San Bartolo, tiene una coloración gris verdosa y un alto grado de fracturamiento (diaclasas) cuyas direcciones predominantes son E-O y N50E (Fotografía N°II-3). Presenta una textura granuda gruesa e hipidimorfa.

Los minerales que la constituyen son: plagioclasas (andesina), feldespatos potásicos, anfíboles (hornblenda), biotita, piroxenos, algo de cuarzo intersticial, titanita y como inclusiones en la plagioclasa, apatito y circón. También hay minerales metalíferos en escasa proporción, tales como magnetita, ilmenita, titanomagnetita, calcopirita, pirita, oro (?) y limonitas.

El mineral más abundante es la plagioclasa de composición andesina con un porcentaje del 40% sobre el total de la roca. Los cristales son subhedrales a euhedrales, con bordes corroídos y tamaños que varían entre 1.11 y 1.48 mm. Presentan pequeñas inclusiones de apatito y circón y tienen alteración fílica en forma de escamas finas y gruesas de sericita que a veces siguen selectivamente los planos de zonación que poseen los cristales.

Son menos abundantes los feldespatos potásicos, con un porcentaje del 30%. Los cristales son subhedrales con tamaños que varían desde 1.48 a 3.33 mm. La alteración que afecta a este mineral es incipiente y fundamentalmente de tipo argílica.

La hornblenda es de color verde, pleocroica y se encuentra en un porcentaje de alrededor del 10%. En general está poco alterada salvo en algunos sectores donde es reemplazada por clorita de color verde pálido a amarillento.

El piroxeno se presenta en esta roca en un porcentaje del 5% aproximadamente. Es del tipo clinopiroxeno (augita), tiene formas subhedrales y está prácticamente sin alterar, salvo en algunos sectores en donde hay fenómenos de uralitización como así también pasaje de piroxeno a biotita.

La biotita es de coloración parda con formas anhedrales y está presente en la roca con un porcentaje del 5%. En general el tamaño de los minerales máficos se encuentra en un rango de 0.18 a 0.70 mm.

El cuarzo presente, tiene formas redondeadas a subangulosas con tamaños de 0.25 mm y con una cantidad que no supera el 5%.

La titanita se presenta con formas anhedrales a subhedrales, es de color marrón oscuro, pleocroica y con relieve alto. Sus cristales son muy pequeños del orden de los 0.25 mm.

Se observó en esta roca una escasa introducción de carbonatos (calcita) de color blanco sucio como así también abundantes minerales opacos concentrados por sectores.

Magnetita es el mineral metalífero más abundante. Se presenta en cristales euhedrales a subhedrales, diseminados regularmente en la roca. Posee una martitización conspicua.

Ilmenita si bien es abundante se halla en menor proporción que magnetita. Se presenta en forma de finos intercrecimientos laminares paralelos a los planos octaédricos (111) de magnetita. Por coalescencia de láminas de ilmenita se producen cuerpos irregulares que son las formas más comunes.

Titanomagnetita se halla en muy escasa cantidad. Se observó en una sola oportunidad desarrollando contactos mutuos con magnetita.

Calcopirita se halla como pequeñas inclusiones dentro de magnetita y diseminada dentro de la roca donde en algunos casos desarrolla pequeñas masas.

Pirita también se encuentra como inclusiones dentro de la magnetita y diseminada en la roca. La proporción es menor que la de calcopirita.

Respecto del oro en general la monzonita presenta pequeñas partículas de muy alta reflectividad. La escasez y dimensión de las mismas impide su determinación segura y solo podría confirmarse si se trata de oro con un análisis de microsonda electrónica.

Hematita se presenta como producto de alteración supergénica reemplazando a magnetita según planos octaédricos (111). La ausencia de grano grueso en la proximidad de estas texturas negaría un origen hipogénico

Goethita reemplaza pseudomórficamente a pirita y calcopirita. En algunos sectores se observan pequeños relictos de los sulfuros originales dentro de la masa de goethita.

En general se encuentra inalterada, salvo en algunos sectores del contacto con la roca volcánica en donde presenta algunos indicios de alteración. Composicionalmente es una roca homogénea con algunos sectores en donde muestra un incremento en el contenido de máficos (anfíboles, biotita y piroxenos).

Los cuerpos menores evidencian una alteración incipiente visible a simple vista. Poseen además pequeñas fisuras con rellenos de óxidos de hierro que le dan una coloración parda a la roca. Presentan también un alto grado de fracturamiento con las mismas direcciones del cordón San Bartolo.



Fotografía N°II-3: Monzonita correspondiente al cordón San Bartolo. La foto muestra el aspecto externo de la roca como así también el grado de fracturamiento de la misma.

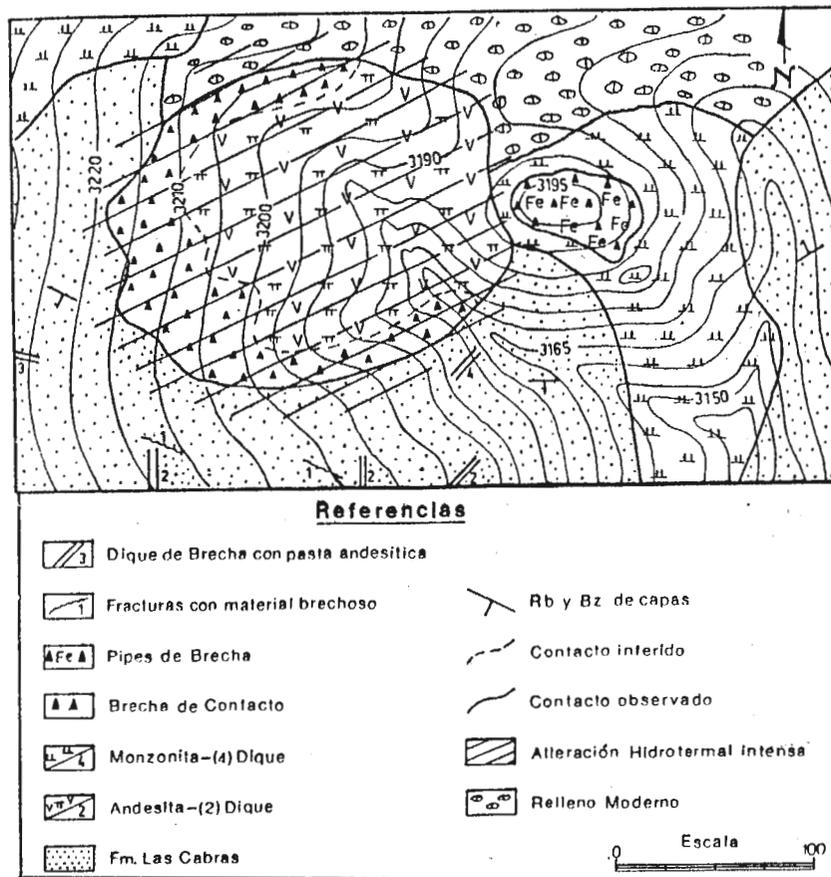
## 2-2: Andesita

Las rocas de composición andesítica se encuentran en forma de un cuerpo mayor de características subvolcánicas y de diques.

El cuerpo mayor de andesita se ubica en una depresión y está en contacto con la monzonita por el norte y el este y las sedimentitas de la Formación Las Cabras por el sur y el oeste. Tiene forma alargada en sentido este-oeste y su tamaño es de 250 por 150 m aproximadamente (Fig. N°II-4).

Al encontrarse en un área deprimida, se halla cubierto por gran cantidad de derrubios provenientes de las zonas circundantes, razón por la cual sus afloramientos son escasos y fueron ubicados en el mapa en base a los pozos de muestreo. En el sector oriental del afloramiento, la roca presenta una intensa fracturación de orientación subparalela con otras direcciones subordinadas (Fotografía N°II-4).

Con excepción de la parte central (Fotografía N°II-6), la andesita, presenta un alto grado de alteración hidrotermal que en casos extremos llega a producir un material pulverulento de color amarillento (Fotografía N°II-5).



**Figura N°II-4:** Roca andesítica y su relación con las litologías circundantes.

Procesos supergénicos de oxidación produjeron una alteración muy notable en superficie impartiendo a la roca un color anaranjado más intenso en algunos sectores que en otros.

En el sector oeste del área de estudio se encuentra un dique de aspecto brechoso, con clastos de sedimentitas y mátrix de composición andesítica con abundantes guías de óxidos de hierro.

Los rumbos y ubicación de los diques se muestran en la siguiente tabla:

Ubicación	Identificación	Rumbo	Composición
Sector Sur	2	N35°E	Andesita
Sector Sur	2	N-S	Andesita
Sector Sur	2	N-S	Andesita
Sector O	3	N75°O	Dique Brechado
Sector E	4	E-O	Andesita



Fotografía N°II-4: Andesita con escasa alteración en la parte central del cuerpo.



Fotografía N°II-5: Andesita totalmente alterada de color amarillento.



Fotografía N°II-6: Afloramiento de andesita con fracturamiento de orientación subparalela con otras direcciones subordinadas.

La fuerte alteración hidrotermal dificulta el reconocimiento de la mineralogía primaria de la andesita.

La textura de la roca es típicamente porfírica con una coloración parda amarillenta dada por la gran cantidad de óxidos de hierro relleno de boxworks en microvenillas y tapizando en forma de pátinas.

Está compuesta por fenocristales de plagioclasas (andesina), feldespatos potásicos, anfíboles (hornblenda), piroxenos (augita) y biotita.

La plagioclasa presenta zonación y rebordes de crecimiento probablemente debido a una reacción con la pasta. Los cristales son euhedrales a subhedrales y presentan inclusiones de titanita parda, apatito, cuarzo y piroxeno. Está sericitizada en escamas finas y gruesas a veces borrando por completo su maclado. El porcentaje que ocupa es del 40% y sus tamaños promedian los 1.1 mm.

Los feldespatos potásicos presentan bordes corroídos y en algunos casos reemplazados por cuarzo crecido en espacios vacíos. Las formas son euhedrales a subhedrales y el tamaño promedio de 0.88 mm. El porcentaje que ocupan es del 20%. Están afectados por una alteración arcillosa intermedia (montmorillonita, illita, clorita y quizás algo de caolinita) lo cual le da un aspecto moteado al mineral.

La hornblenda es de color verde, pleocroica, maclada y en general muy poco alterada. Sus formas son euhedrales a subhedrales.

El piroxeno es del tipo clinopiroxeno (augita), con cristales subhedrales y tamaños generales de 0.55 mm. En este mineral se observa un fenómeno de uralitización como así también el pasaje a biotita. Esta última es de color parda, pleocroica (pardo amarillento a pardo oscuro) y con un tamaño promedio de 0.10 mm. Estos minerales máficos, en algunos sectores, forman concentraciones. El contenido de los mismos no supera el 10%.

La pasta que envuelve a los fenocristales es del tipo félsica, microcristalina, en general está muy alterada (sericitizada, argilizada y silicificada) y posee un color pardo amarillento. En ella hay abundantes opacos xenomorfos y gran cantidad de boxworks y microvenillas rellenas con óxidos de hierro. Esta pasta ocupa un porcentaje del 30%.

El análisis de los minerales metalíferos de esta roca se realizó en la zona central del cuerpo en donde la alteración hidrotermal es escasa y donde los procesos supergénicos no provocaron la lixiviación de los mismos.

En dichos análisis se reconocieron minerales de origen hipogénico como magnetita, ilmenita, calcopirita y pirita y minerales supergénicos como hematita y goethita.

### 2-3: Gabro

La roca de composición gábrica que aflora en la zona, corresponde a un dique intruído sobre las sedimentitas del sector oeste del área de estudio. Este presenta una coloración negra teñido en partes por pequeñas cantidades de óxidos de hierro. El contacto con la caja (metasedimentitas) es neto y produce una deformación intensa sobre la misma. Su potencia es de aproximadamente 1.50 m con un recorrido que no supera los 10 m (Adj. N°1).

La roca presenta una textura granuda de grano fino. Está compuesta por el 80% de minerales máficos representados por hornblenda, clinopiroxenos y biotita. La relación de porcentajes entre ellos es de 30%, 30% y 20% respectivamente. En general tienen formas euhedrales y en algunos sectores hay concentraciones de los mismos.

El resto de la roca está ocupado por plagioclasas (oligoclase) con formas euhedrales a subhedrales, con cristales largos e inclusiones de biotita y anfíboles. El tamaño de las plagioclasas es de aproximadamente 1.1 mm.

En general la roca no evidencia signos de alteración.

### 3: Roca Metamórfica de Contacto

La intrusión de la monzonita en la Formación Las Cabras

produjo un hornfels de grano muy fino de coloración variable entre gris oscura, gris verdosa y blanquecina. La fábrica premetamórfica o primaria de la roca fue borrada parcialmente dejando muy pocos indicios de la estratificación original (Fotografía N°II-7). Asimismo se puede observar que mientras más cerca se está del intrusivo, más acentuado es el fenómeno obliterante. Solamente en algunos sectores, como es el caso del sector este del área, la estructura original de la roca está mejor conservada.

El efecto metamorfozante es de carácter local y se circunscribe a un área de aproximadamente 1 Km<sup>2</sup>. No ha sido posible distinguir zonas de distintas intensidades metamórficas.

La roca está compuesta por cuarzo, biotita, muscovita y feldespatos. También hay agregados de titanita, turmalina y circón.

El cuarzo es el mineral más abundante, se presenta recristalizado y a veces como intercrecido en espacios vacíos (microvenillas). El tamaño de este último es algo mayor que el cuarzo original de la roca.



Fotografía N°II-7: Roca metamórfica de contacto con alto grado de fracturamiento y escaso indicio de la fábrica original

La biotita es de color parda y por sectores forma nidos con indicios de desferritización. El tamaño promedio los 0.064 mm. Cerca del contacto con la roca intrusiva (monzonita) hay concentraciones de biotita parda, formando lentes de hasta 2 cm de espesor y más de 10 cm de longitud. También en zonas aledañas a los intrusivos hay concentraciones de biotita (flogopita) sin orientación alguna de formas subhedrales con tamaños de 1.29 mm, con pleocroísmo amarillo pálido a casi incoloro.

La muscovita que aparece en esta roca es de grano muy fino.

La titanita se presenta en forma de agregados, es de color pardo oscuro y tiene relieve alto.

La turmalina es de color verde ligeramente azulada con pleocroísmo bien evidente

El circón es escaso y tiene cristales idiomórficos.

#### **4: Brecha Pipe**

Bajo esta denominación se incluye un cuerpo que aflora en la parte superior de un pequeño cerro (Cerro Magnetita, Adj. N°1) al este de la mayor manifestación andesítica.

El pipe es aproximadamente elíptico en sección transversal, con elongación en sentido noroeste-sureste. El eje mayor es de aproximadamente 30 m y el menor de 20 m.

La caja está constituida por rocas de composición monzonítica y los contactos con ella son abruptos, estando además en algunos sectores, especialmente en el occidental, marcados por una zona de 1 a 3 m de ancho de fracturas verticales cerradamente espaciadas (sheeting).

La brecha está caracterizada por fragmentos angulares a subangulares que varían en tamaño desde unos pocos centímetros a más de 1 metro. Los angulares predominan en los bordes y en proximidad del contacto occidental los fragmentos son de forma tabular, como consecuencia del diaclasamiento (sheeting) y están alineados paralelamente unos a otros. Hacia el centro se acentúa en algo el redondeamiento, con clastos subangulares que indican que ha existido una ligera atrición (Fotografía N°II-8). Los clastos ocupan aproximadamente el 70% de la roca.

Se trata de una brecha monolitológica (Sillitoe, 1985) por cuanto la litología de los fragmentos es idéntica a la caja con alteración de tipo sericítica.

La ausencia de roca molida en el cemento señala que es una "brecha de espacios abiertos o de relleno".

La matriz está constituida por magnetita y anfíboles (tremolita-actinolita) con menor proporción de calcita, wollastonita

apatito y escasa pirita y calcopirita. Estos minerales se hallan bien cristalizados, en general son de grano grueso y en algunas ocasiones desarrollan texturas pegmatíticas (magnetita, anfíboles, calcita).



Fotografía N°II-8: Brecha pipe con clastos de monzonita y mátrix de magnetita con anfíboles.

#### 5: Brecha Hidrotermal de contacto

El cuerpo subvolcánico de composición andesítica presenta en su borde, un halo brechado con anchos que varían entre 20 y 80 m según los sectores (Fig. N°II-4).

La brecha está compuesta fundamentalmente por litoclastos de sedimentitas metamorizadas y de andesita en menor proporción con una mátrix muy alterada.

Los contactos de la brecha con la caja son netos y se distribuyen según los sectores de la siguiente manera: en el sector sur y oeste se pone en contacto con las sedimentitas metamorizadas de la Formación Las Cabras y en el sector norte si bien está tapado con derrubios, pozos de muestreo evidenciaron un contacto con la monzonita del cerro San Bartolo. En esta zona se observan los clastos de andesita y clastos de sedimentitas con escasa alteración (Fotografía N°II-9).

Esta brecha hidrotermal, a la que se denominó de contacto,

se encuentra afectada por una intensa alteración con abundante cantidad de óxidos de hierro ubicados en boxworks y fisuras que tiñen la roca de un color pardo amarillento (Fotografía N°II-10).



**Fotografía N°II-9:** Brecha hidrotermal de contacto con clastos de andesita alterada, de color blanco y clastos de sedimentitas metamorfizadas de coloración verdosa.

Los clastos son de forma rectangular a subrectangular con tamaños variables entre 0.5 y 2 cm, pudiendo llegar en casos excepcionales a 10 cm. El volumen aproximado que ocupan en la brecha es del 30 a 40%.

La matriz tiene textura porfírica en algunos casos, aparentemente es andesítica y en otros, está constituida por mosaicos de cuarzo de grano grueso, con contactos rectos y abundantes inclusiones de circón y rutilo en agregados aciculares. También forman parte del cemento especularita, magnetita, calcita, calcopirita, pirita, galena y oro (?).

Especularita tiene desarrollo automórfico de cristales tabulares que a veces se disponen en haces radiados. Magnetita reemplaza pseudomórfica y a veces totalmente a especularita, de modo que es común observar tablillas de este mineral. Presenta un grado avanzado de martitización. Tanto especularita como magnetita son abundantes.

Calcopirita y pirita se encuentran como pequeñísimos relictos dentro de masas de goethita.

Galena se observa en forma de pequeños relictos.

Partículas muy pequeñas, de color amarillo pálido, y de alta reflectividad podrían ser de oro, pero la escasez y dimensión no permiten realizar su determinación segura.

Hematita supergénica reemplaza pseudomórficamente a calcopirita y pirita. A veces sustituye en forma centripeta a magnetita y specularita. Se presenta también redepositada, masiva y con textura coliforme, mientras que en oportunidades impregna la matriz de la brecha.

Tanto fragmentos como matriz están afectados por una intensa alteración hidrotermal que consiste en sericitización y en la formación de biotita secundaria rellenando fisuras y cementando los clastos. En algunas ocasiones biotita se altera a clorita.



Fotografía N°II-10: Brecha hidrotermal de contacto mostrando el alto grado de alteración.

# CAPITULO III

## EL DEPOSITO DISEMINADO

El depósito diseminado de cobre, plomo, cinc, plata y oro esta ubicado en el cuerpo mayor de andesita. Presenta una forma elongada en sentido este-oeste con un eje principal de 250 m y uno menor de 200 m aproximadamente (Fig. N°II-4).

La textura que presenta este depósito es del tipo porfírica con la mineralización distribuída en la roca en forma de pequeños cristales, agrupamientos de cristales y en algunos sectores abundantes microvenillas que actualmente presentan relleno de óxidos de hierro y desarrollo notable de textura de réplica como consecuencia de la oxidación.

El emplazamiento de la mineralización fue acompañado por una alteración hidrotermal intensa que afectó principalmente a la andesita y en menor grado a otras rocas del área. La alteración más conspicua es la sericítica con menor desarrollo de la potásica, arcillosa intermedia y propilítica.

La mineralización primaria del depósito está constituida por magnetita, calcopirita, pirita, oro (?) y escasa cantidad de galena y la supergénica por hematita, goethita.

La magnetita se presenta en granos irregulares con una martitización mucho más intensa que la observada en la monzonita.

La ilmenita se encuentra en cuerpos de exsolución que son láminas paralelas al plano (111) de magnetita. El reemplazo es muy conspicuo por lo que se genera un "network" triangular característico.

Calcopirita y pirita se encuentran como inclusiones dentro de magnetita, aunque en algunos sectores se disponen en forma de pequeñas masas en la andesita. También se observan como relictos dentro de masas de goethita.

Aparecen pequeñísimas y escasas partículas de un mineral amarillo pálido de alta reflectividad que podría ser oro. La dimensión y cantidad de las mismas no permite una determinación microscópica segura.

En cuanto a la mineralización supergénica, fundamentalmente goethita y en menor proporción hematita, reemplazan pseudomórficamente y en forma casi total a calcopirita y cubos de pirita. También se encuentran como limonitas redepositadas constituyendo costras coloriformes y tapizando e impregnando la roca en forma de pátinas. Hematita además se halla reemplazando a magnetita según planos octaédricos.

La cantidad de minerales de mena observados microscópicamente, es escasa y seguramente, no se corresponde con la del protore por cuanto los procesos de oxidación que afectaron el depósito provocaron su lixiviación parcial o su casi completa oxidación. La evidencia de ello es la abundancia de limonitas, la presencia de pequeños

relictos de minerales primarios que fueron reemplazados por las mismas. Por esta razón es que los análisis químicos efectuados, ponen de manifiesto mejor la distribución real de los elementos más importantes.

Los resultados obtenidos indican una mayor concentración de cobre, plomo, cinc y plata en el sector sur-oeste del depósito diseminado, coincidente con la ubicación de la brecha hidrotermal de contacto y una distribución más homogénea en todo el diseminado para el caso del oro.

## 1: Geoquímica del Cuerpo Diseminado

Este apartado está dedicado al tratamiento estadístico de un conjunto de datos (88) obtenidos en el área a través de un muestreo sistemático con un grillado cada 25 mts., sobre el cuerpo subvolcánico de clasificación andesítica y la brecha hidrotermal de contacto.

El método estadístico utilizado fue el de Le Peltier, que permite mediante gráficos calcular dos parámetros: uno de ellos dependientes del valor medio y el otro del carácter del valor de distribución.

Dicho estudio se realizó con el fin de visualizar mejor la relación entre el fenómeno mineralizante, dado por la circulación de fluidos hidrotermales, y el comportamiento de ciertos elementos vinculados a dicho fenómeno.

Los elementos estudiados para tal fin fueron: Cobre, Cinc, Plomo, Oro y Plata. De ello se determinó que la distribución estadística de los elementos mencionados siguen un clásico patrón de distribución lognormal o normal logarítmica, el cual se refleja en las curvas de frecuencia acumulada, salvo en el caso de la plata, que por presentar escasez de datos no permitió la construcción de dicha curva (Fig. N°III- 1,2,3 y 4).

Para una mejor visualización del comportamiento de los distintos elementos, se realizaron mapas de isotenos (Fig. N°III- 5a,6a,7a,8a y 9a), en donde se volcaron los valores de umbral. También se hicieron gráficos tridimensionales para ver la expresión de los tenores en superficie (Fig. N°III- 5b,6b,7b,8b y 9b).

Cabe destacar que los gráficos mencionados precedentemente sí se hicieron para plata, dando una correspondencia en sus máximos junto con el Cinc y el Plomo. Estos máximos se ubican en el sector sur-oeste del cuerpo (brecha hidrotermal de contacto). Respecto al Cobre y Oro, dichos máximos se distribuyen en una faja que ocupa el cuadrante sur-oeste del cuerpo, salvo uno de Oro ubicado en el centro del cuerpo.

El tratamiento estadístico de los valores, en los distintos elementos mostró una relación entre el Cinc y el Cobre. Para el caso del Plomo y el Oro existe una clase que acumula una cantidad impor-

los otros elementos. Esta es la razón por la cuál no es conveniente hacer ningún tipo de interpretación.

Los tenores obtenidos a partir de los análisis químicos realizados por la Dirección Provincial de Minería, Mendoza, se muestran en tablas.

### 1-1: Análisis de Cobre y Cinc

La distribución estadística de todos los datos corresponde a un clásico sistema de mezcla de dos poblaciones. Esto es, una correspondiente a valores de fondo (B), otra a valores anómalos (A) y además el segmento clásico representativo de la mezcla de las dos poblaciones (segmento A + B).

Cabe destacar que la población que correspondería a los valores de fondo está representada por muy pocas clases (2) lo cuál tiene relación directa con la superficie y características en la cuál se ha desarrollado el trabajo.

La población anómala está bien representada y el segmento indicativo de la mezcla de las dos poblaciones de igual forma que la anterior.

Por lo expresado con respecto a la población de fondo, este es un caso en el cuál no es adecuado producir la separación de la dos poblaciones, resulta de ello el valor correspondiente al umbral, puede tomarse en el punto medio del segmento mezcla. Los valores de umbral obtenidos son los mostrados en la siguiente tabla:

Elemento	Umbral (t) en ppm
Cinc	197.108
Cobre	41.657
Plomo	29.512
Oro	0,093 (gr./tn)

La comparación de estos datos, con la bibliografía no es adecuada en esta circunstancia especialmente en lo referido a contrastes de anomalías. Esto es, relación entre valores anómalos y de fondo, por carecer de datos significativos para este último. Esta circunstancia se da por las características del estudio, concentrado fundamentalmente sobre una zona anómala, lo que resta posibilidades de un fondo local, que por otra parte en el estado de detalle del trabajo no es significativo.

Se dan a continuación algunos valores obtenidos en la

bibliografía:

- Andesita standard: AGV-1:

Cobre..... 59,7 ppm  
Cinc..... 84 ppm  
Plomo..... 35 ppm

- Roca ígnea intermedia (promedio global):

Cobre..... 35 ppm  
Cinc..... 72 ppm  
Plomo..... 15 ppm

Los tenores que se muestran en las siguientes Tablas fueron obtenidos a partir de análisis realizados por el laboratorio de la Dirección Provincial de Minería de Mendoza.

Estaca	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)
300S-100W	0.15	ND	100	80	80
275S-75W	0.10	2	200	180	880
275S-125W	0.15	ND	125	20	51
275S-175W	0.10	2	30	40	58
275S-250W	0.15	ND	30	20	300
250S-50W	0.15	2	260	80	1180
250S-75W	0.25	8	110	40	680
250S-125W	0.30	ND	120	20	300
250S-175W	0.15	2	450	20	61
250S-250W	0.20	8	115	80	540
225S-75W	0.10	ND	95	ND	1120
225S-125W	ND	ND	165	ND	760
225S-175W	0.15	2	165	20	420
225S-250W	0.05	ND	25	ND	280
200S-50W	0.10	2	310	20	860
200S-75W	0.10	2	310	20	900

Estaca	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)
200S-125W	0.10	2	630	100	800
200S-175W	0.10	2	925	200	1200
200S-250W	0.10	ND	25	60	160
175S-75W	3.90	4	140	20	1520
175S-125W	0.10	ND	300	80	500
175S-175W	0.10	2	450	240	720
175S-250W	0.05	2	275	20	400
150S-250W	0.25	8	365	120	960
150S-175W	ND	ND	215	ND	840
150S-125W	ND	ND	365	20	520
LB - 50W	ND	ND	420	40	460
125S-250W	0.30	ND	725	60	660
125S-175W	0.05	ND	465	100	200
100S-225W	ND	2	375	100	1100
75S-250W	0.10	ND	500	20	43
75S-225W	ND	ND	125	20	360
100S-200W	0.10	4	390	120	500
75S-200W	ND	ND	130	80	580
50S-200W	0.05	2	150	100	340
25S-150W	0.05	ND	150	60	800
25S-100W	ND	ND	95	80	660
LO-50W	ND	ND	50	20	660
50S-50W	ND	ND	100	100	420
50S-100W	ND	4	325	20	1960
50S-150W	ND	2	115	60	120
75S-175W	ND	ND	185	60	120

Estaca	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)
75S-150W	ND	4	265	80	220
75S-125W	ND	ND	165	ND	400
100S-175W	ND	2	280	20	820
75S-75W	ND	2	215	200	1440
75S-50W	ND	4	545	180	2560
100S-50W	ND	ND	160	40	620
100S-125W	ND	2	230	20	520
300S-150W	0.23	4	255	40	410
300S-200W	0.23	62	875	1240	3800
275S-100W	0.35	ND	130	40	40
275S-150W	0.20	1	110	100	36
275S-200W	0.22	4	15	120	136
250S-100W	ND	2	290	140	1340
250S-150W	0.33	2	200	120	390
250S-200W	0.30	6	160	40	280
250S-225W	0.10	2	150	100	320
225S-50W	0.10	6	180	20	1240
225S-100W	0.05	ND	130	ND	720
225S-150W	0.05	2	180	201	820
225S-200W	0.33	1	165	20	1220
225S-225W	0.15	ND	100	20	ND
200S-100W	0.10	2	305	80	1090
200S-150W	0.27	8	515	20	520
200S-200W	0.10	2	290	200	1190
200S-225W	0.05	6	210	1760	500
175S-LB	0.10	2	85	140	620

Estaca	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)
175S-50W	0.05	2	85	60	1080
175S-100W	0.20	ND	130	20	590
175S-150W	0.05	ND	330	20	760
175S-200W	0.30	4	335	60	470
175S-225W	0.10	6	710	120	980
150S-100W	0.37	4	165	80	500
150S-150W	0.20	4	365	40	530
150S-200W	0.33	4	270	60	630
150S-225W	ND	6	200	80	600
125S-LB	0.15	4	165	80	280
125S-50W	0.10	2	100	40	210
125S-100W	0.10	2	150	80	350
125S-150W	0.15	4	160	60	370
125S-200W	0.05	2	140	40	420
125S-225W	0.05	ND	240	20	510
100S-100W	0.05	6	175	40	390
100S-150W	0.10	3	150	70	410
100S-250W	0.35	ND	70	40	650
75S-100W	0.10	ND	140	90	310

A continuación se presentan las gráficas correspondientes a las curvas de frecuencia acumulada (Fig. N° III-1, 2, 3 y 4), curvas de isótenores (Fig. N° III-5a, 6a, 7a, 8a y 9a) y expresión tridimensional de los datos geoquímicos analizados para los elementos Cobre, Plomo, Cinc, Plata y Oro (Fig. N° III-5b, 6b, 7b, 8b y 9b).

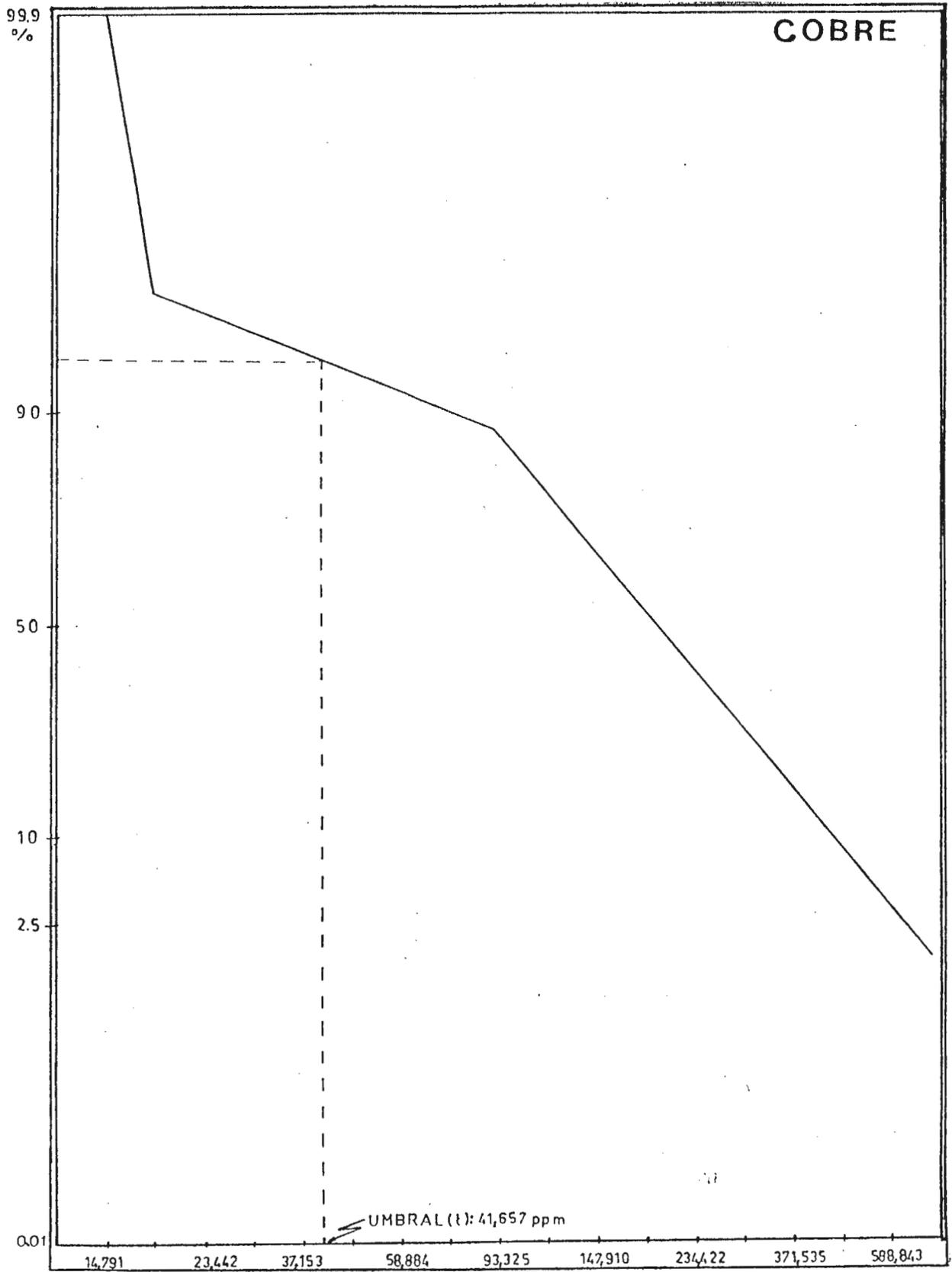


Figura N°III-1 Curva de Frecuencia Acumulada. Elemento Cobre.

# ISOTENORES DE COBRE

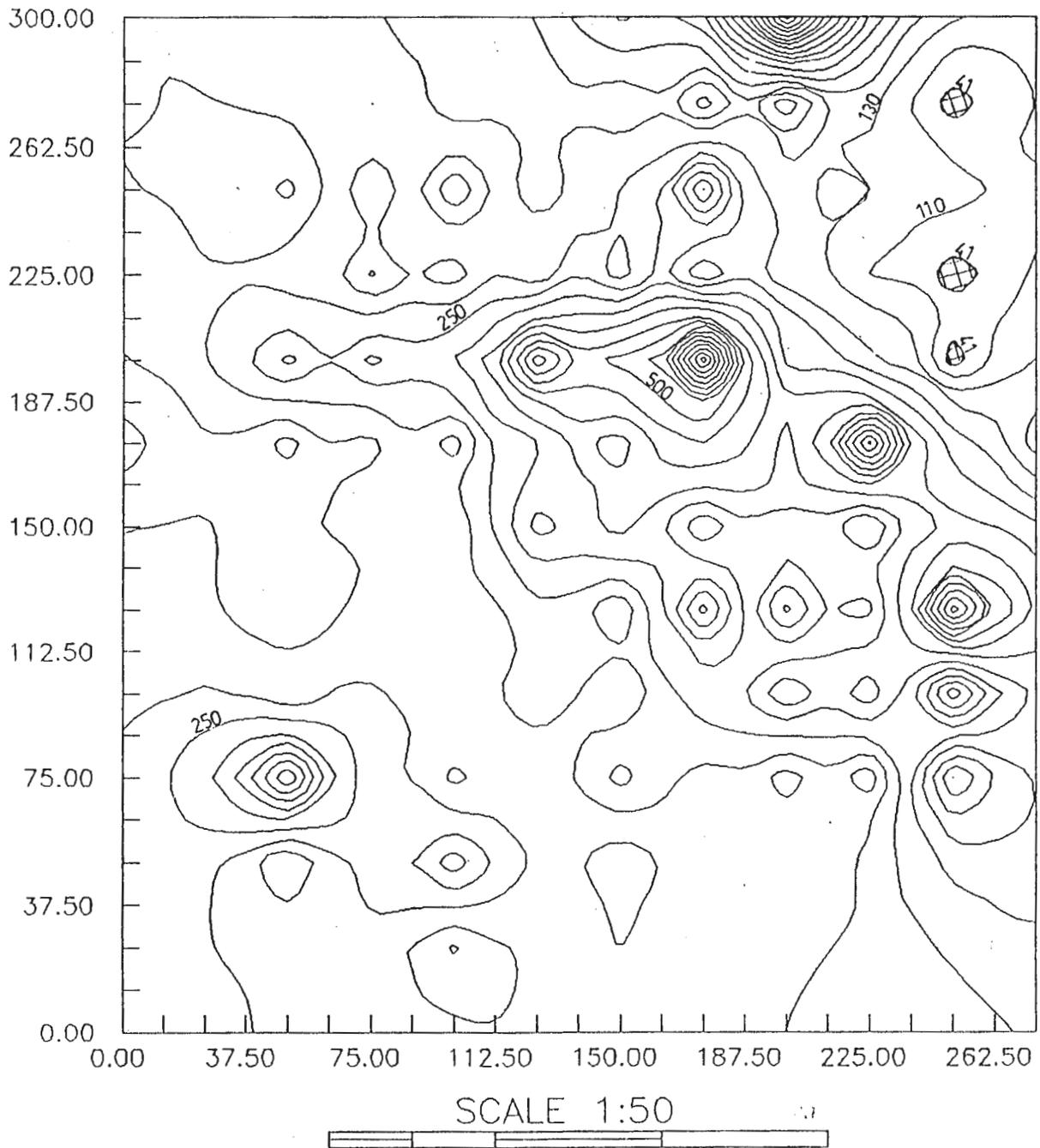


Figura N°III-5a: Curvas de Isotenes de Cobre ( Umbral:  
41,65 ppm).

# ISOTENORES DE COBRE

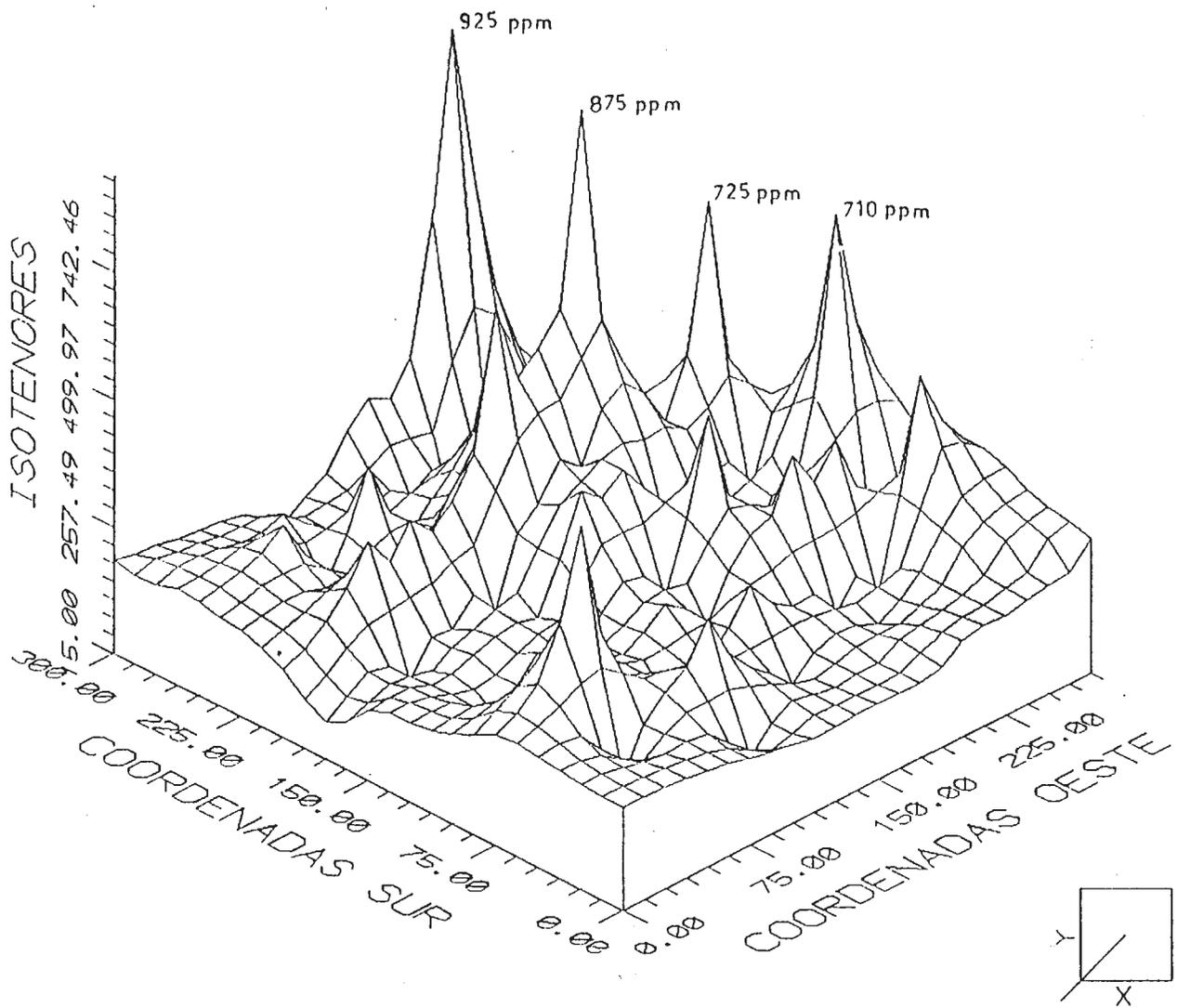


Figura N°III-5b: Expresión tridimensional de Isotenes de Cobre.

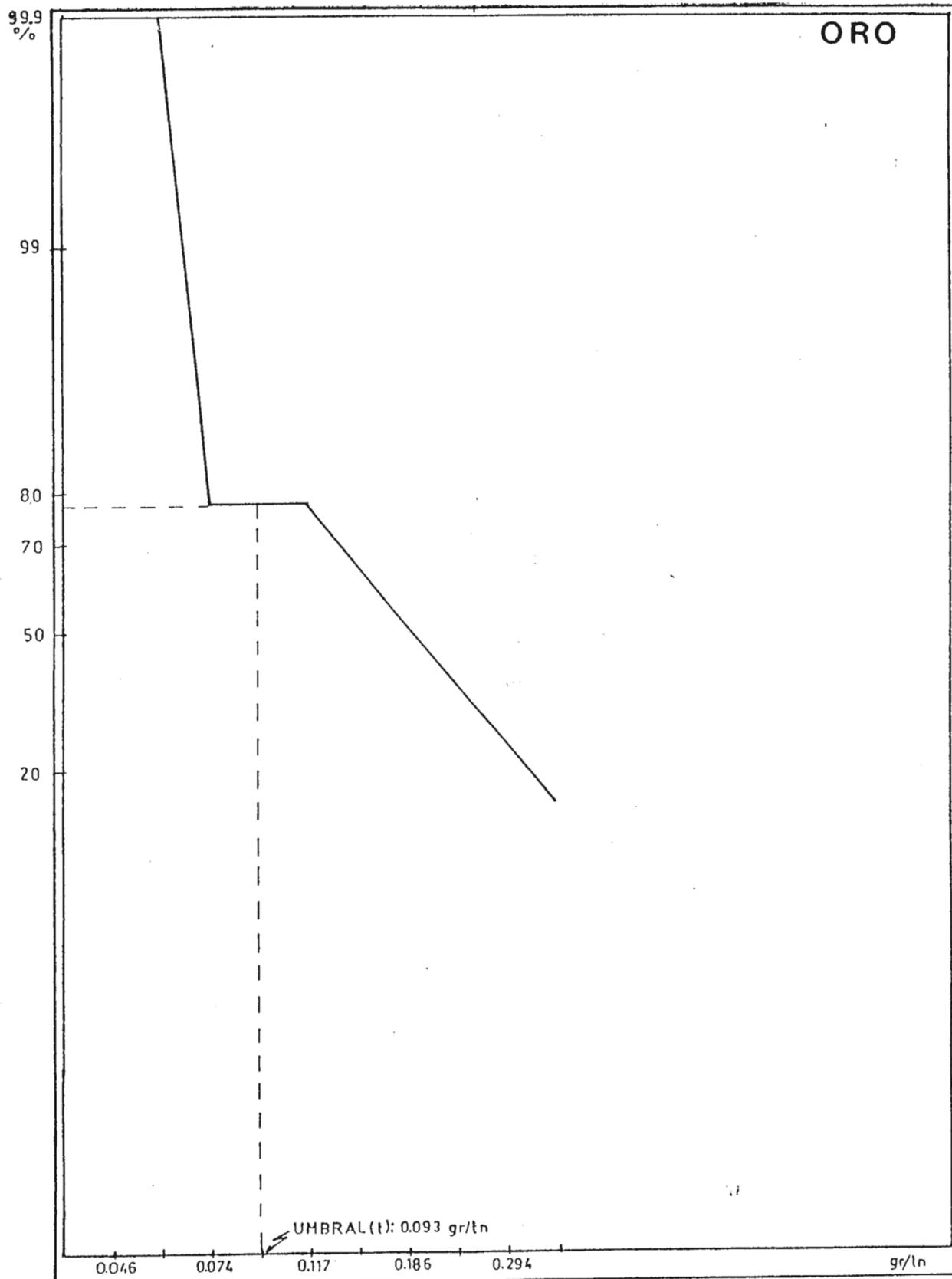


Figura N°III-2 Curva de Frecuencia Acumulada. Elemento Oro.

# ISOTENORES DE ORO

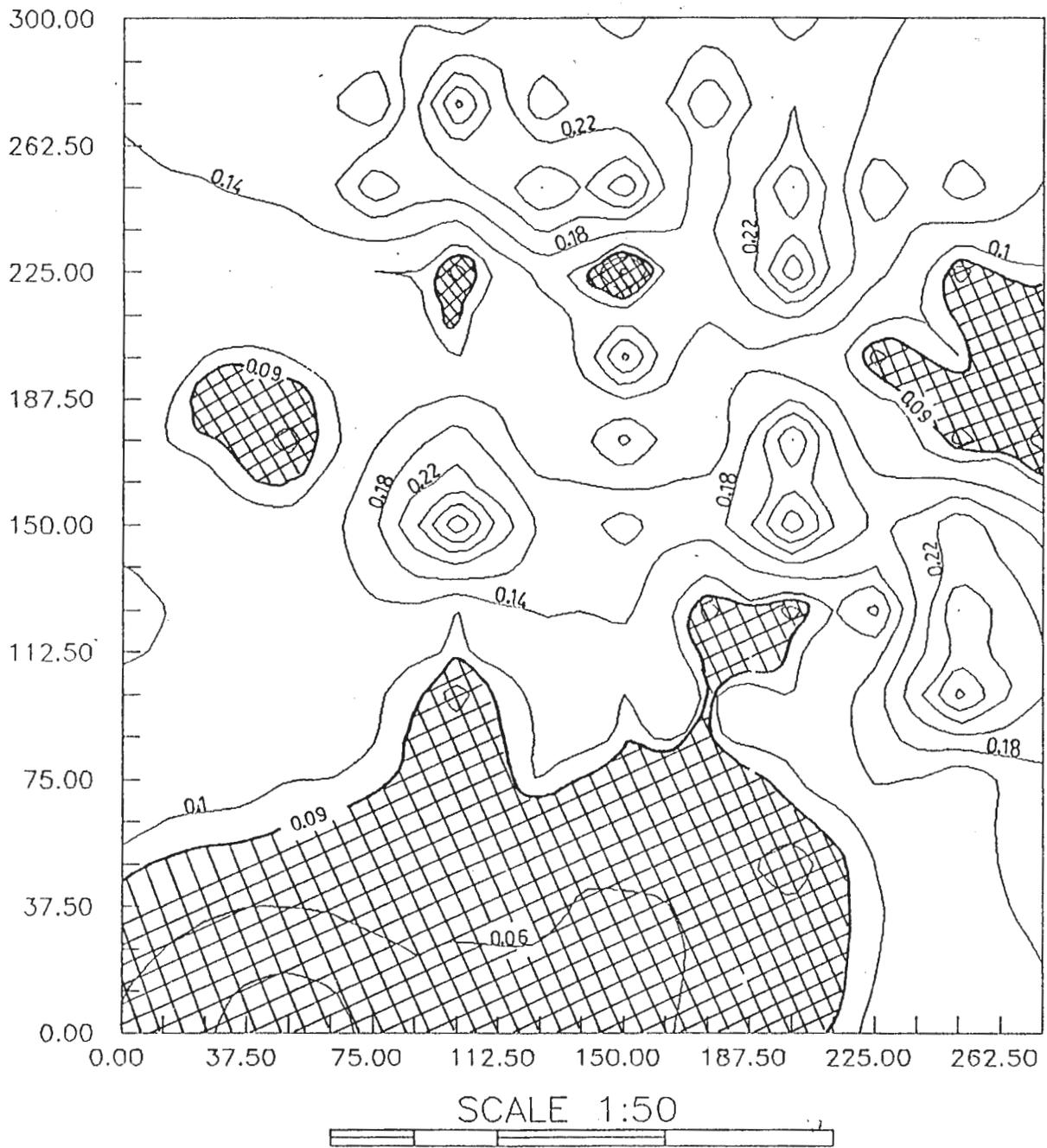


Figura N°III-8a: Curvas de Isotenes de Oro ( Umbral: 0,093 gr/tn).

# ISOTENORES DE ORO

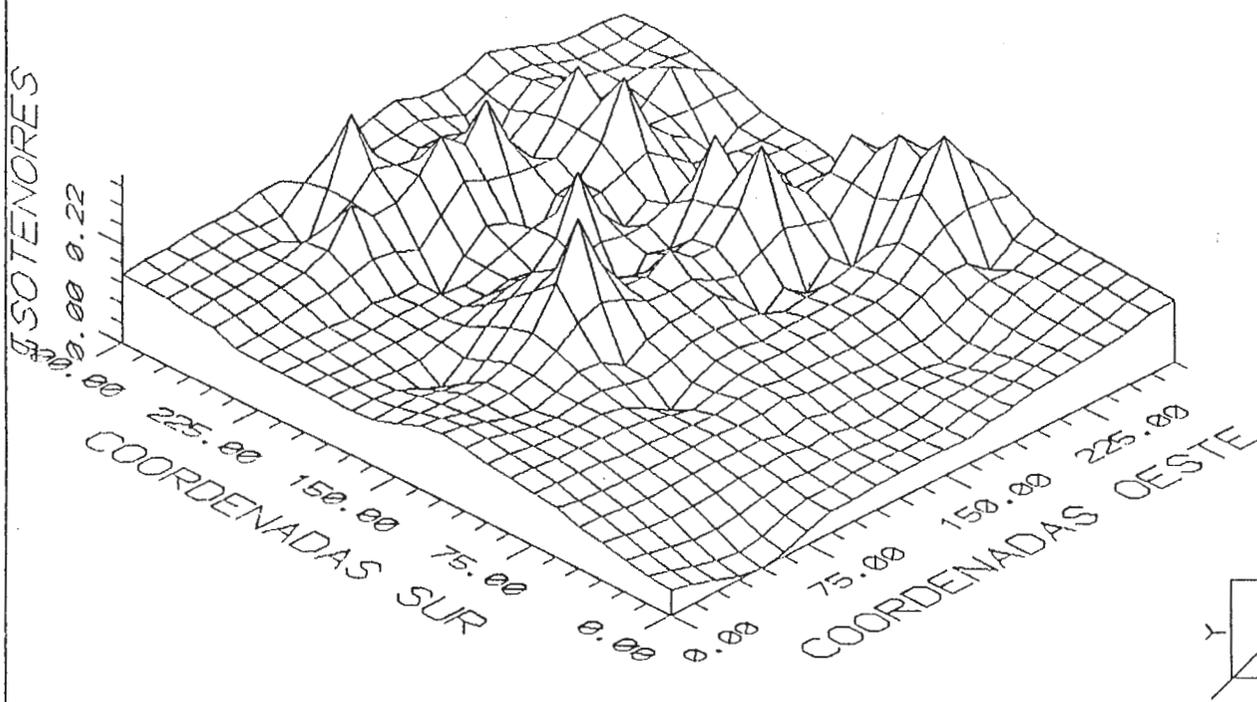


Figura N°III-8b Expresión tridimensional de Isotermos de Oro.

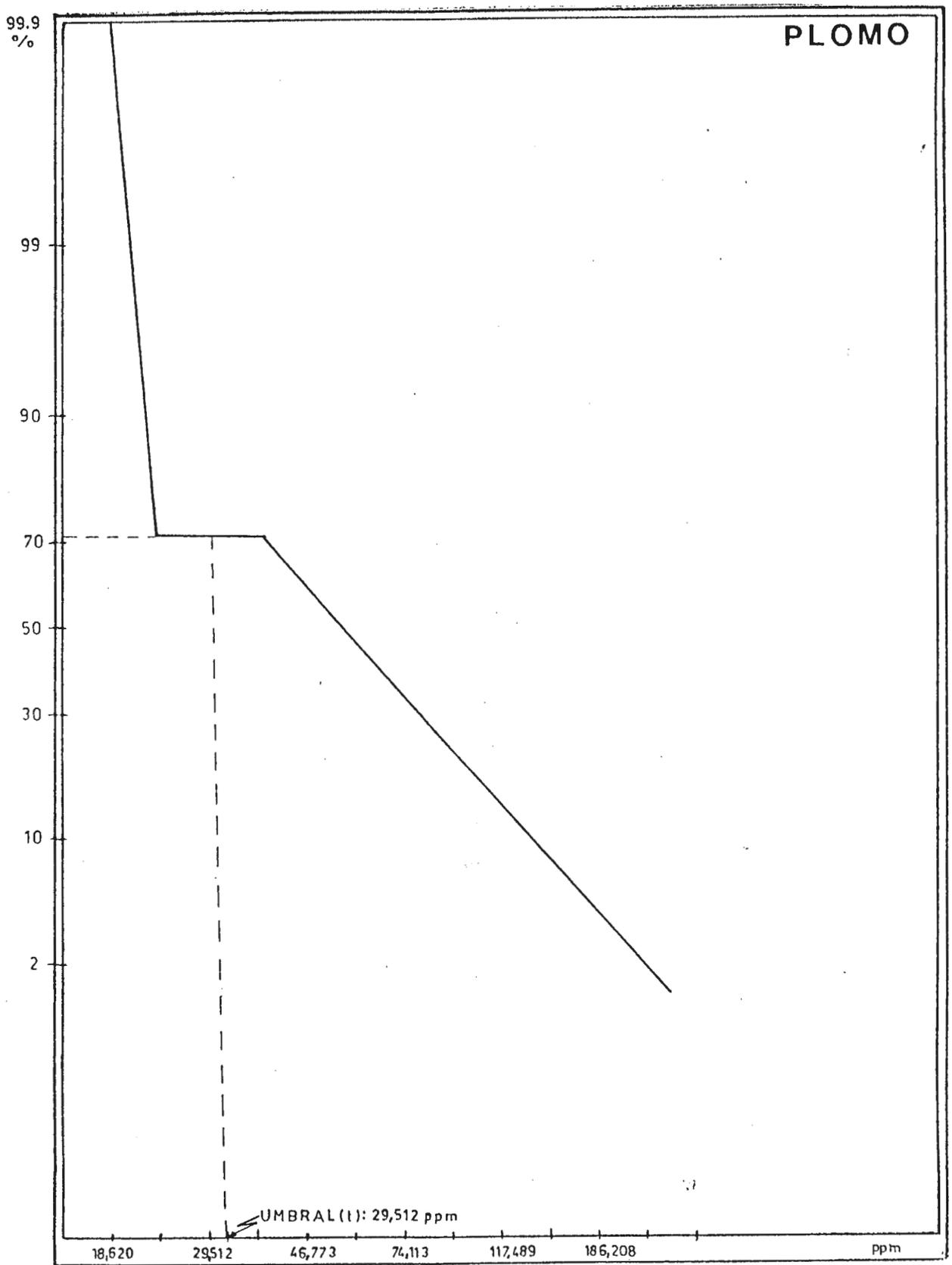


Figura N°III-3: Curva de Frecuencia Acumulada. Elemento Plomo.

# ISOTENORES DE PLOMO

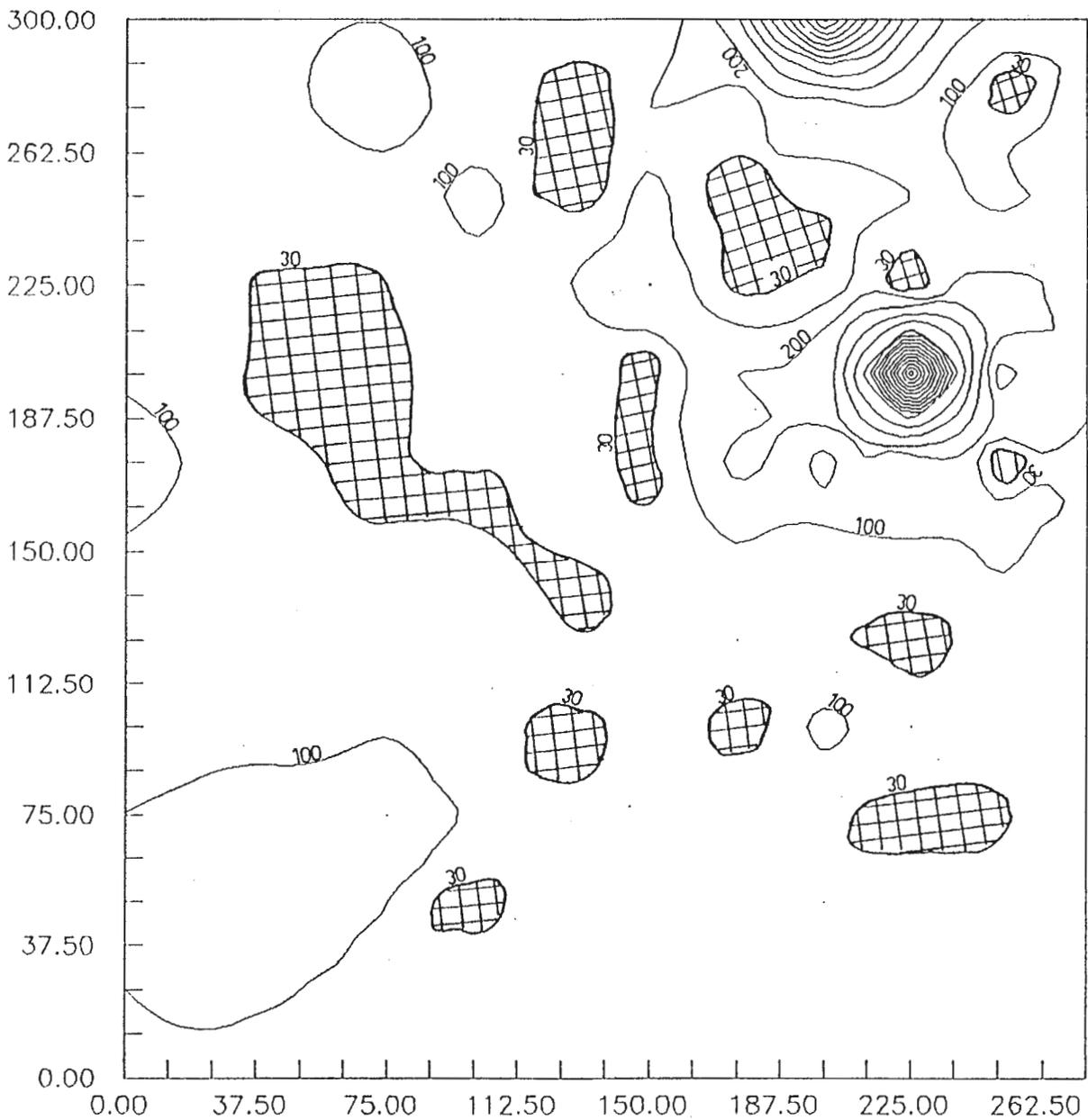


Figura N°III-7a: Curvas de Isotenoires de Plomo( Umbral: 29,51 ppm).

# ISOTENORES DE PLOMO

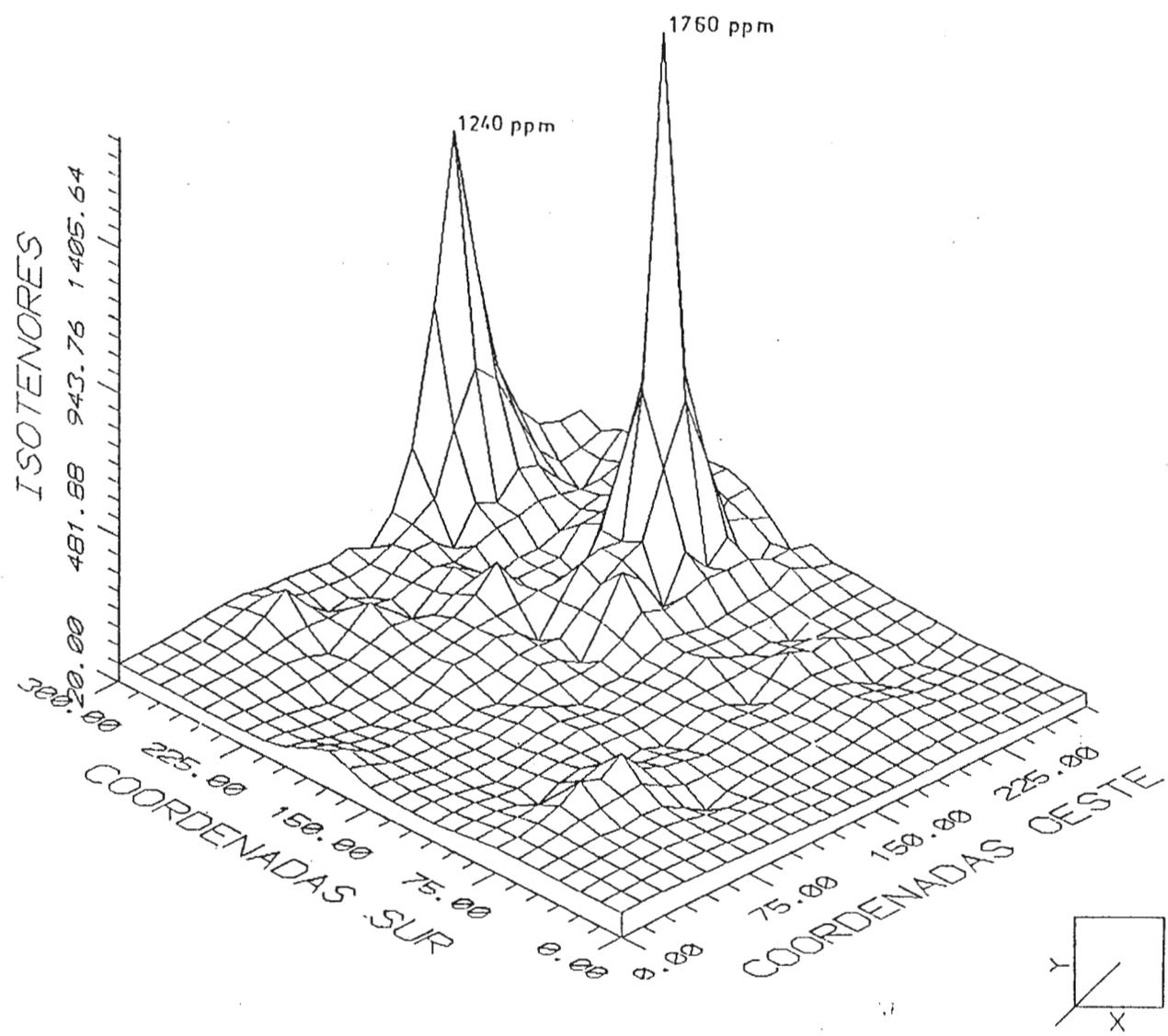


Figura N°III-7b: Expresión tridimensional de Isotenoeres de Plomo.

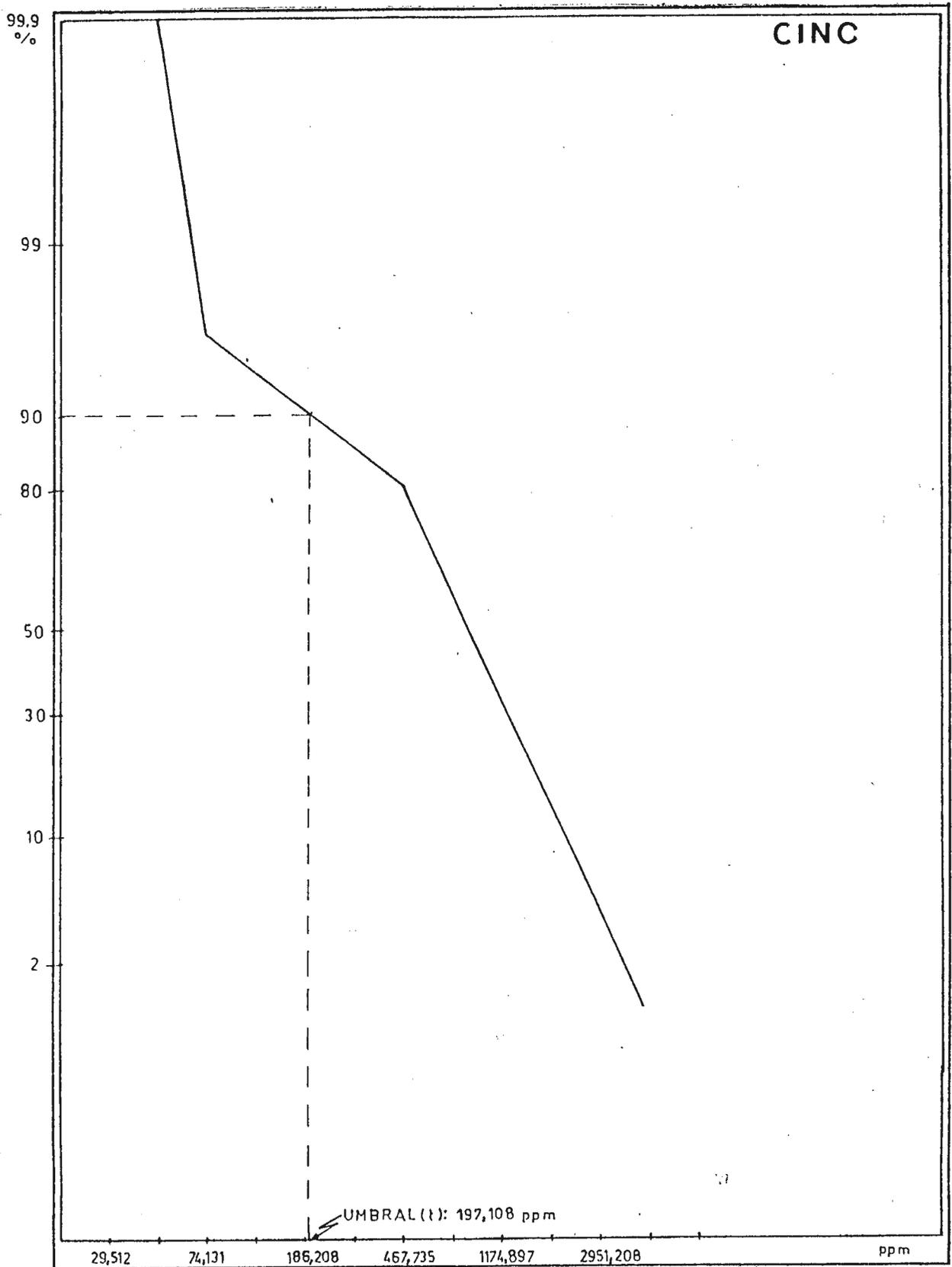


Figura. N°III-4: Curva de Frecuencia Acumulada. Elemento Cinc.

# ISOTENORES DE CINCO

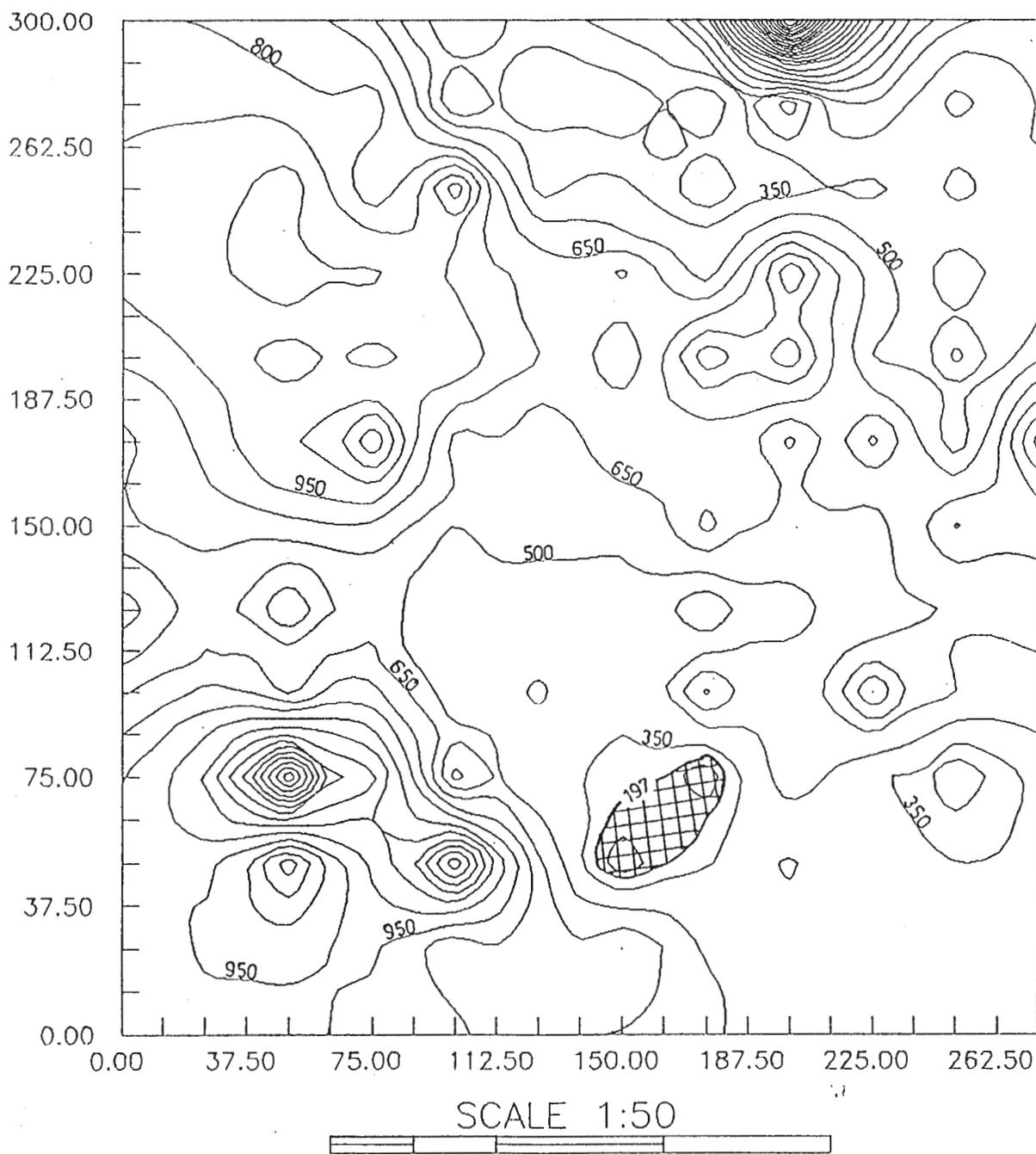


Figura N°III-6a: Curvas de Isotenoires de Cinc ( Umbral: 197,11 ppm)

# ISOTENORES DE CINC

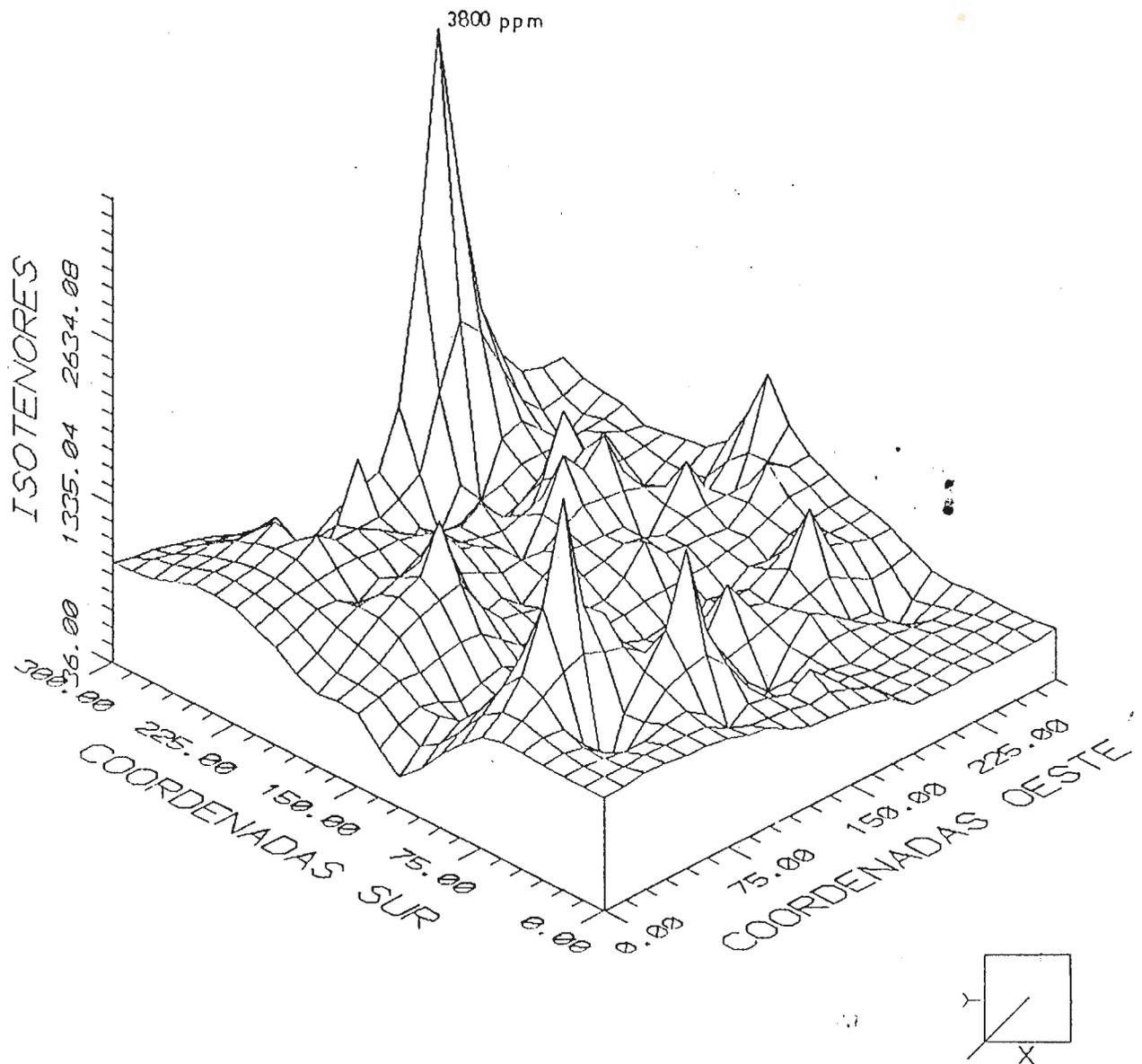


Figura N°III-6b: Expresión tridimensional de Isotenoires de Cinc.

# ISOTENORES DE PLATA

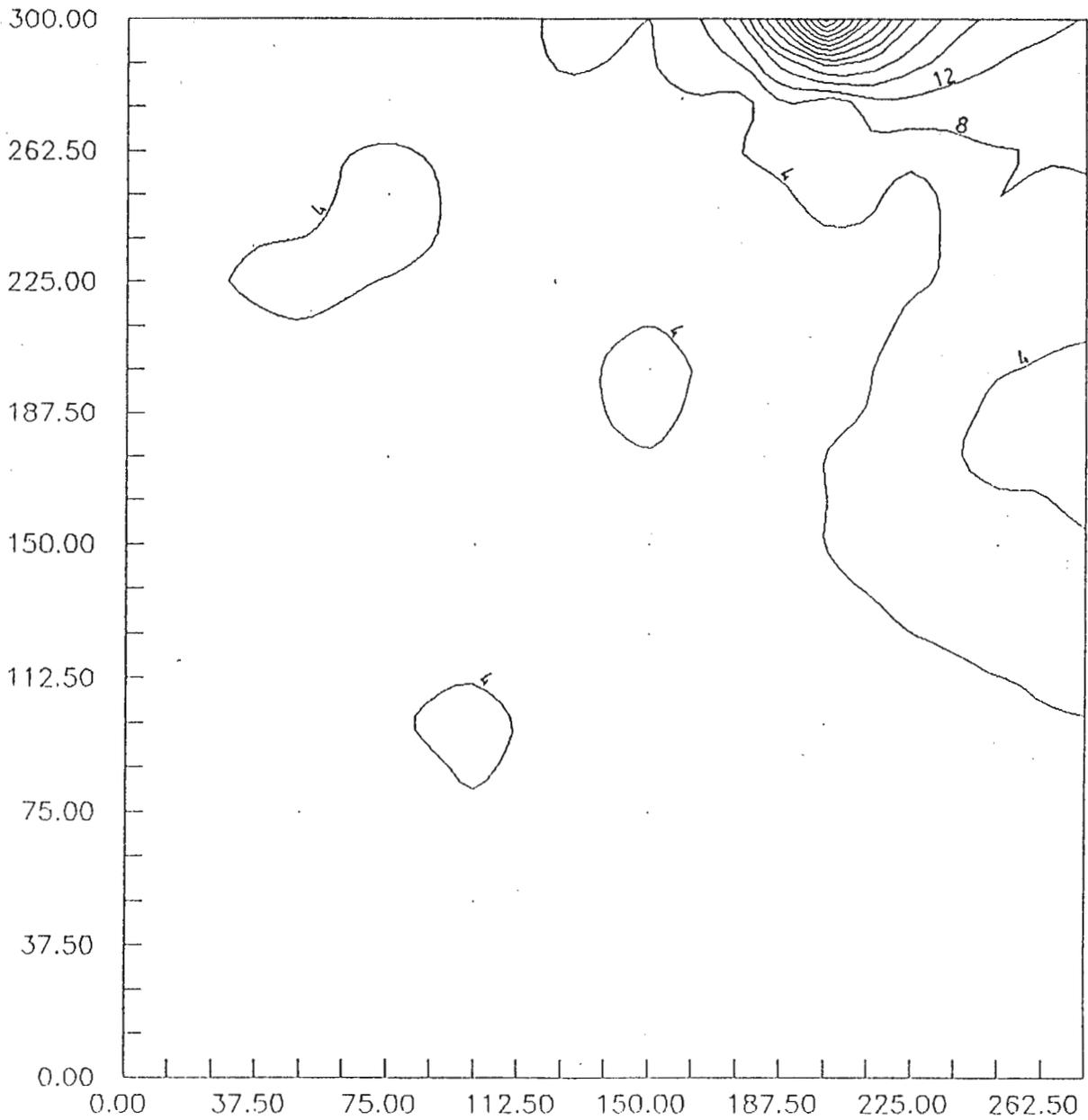


Figura N°III-9a: Curvas de Isotenoires de Plata.

# ISOTENORES DE PLATA

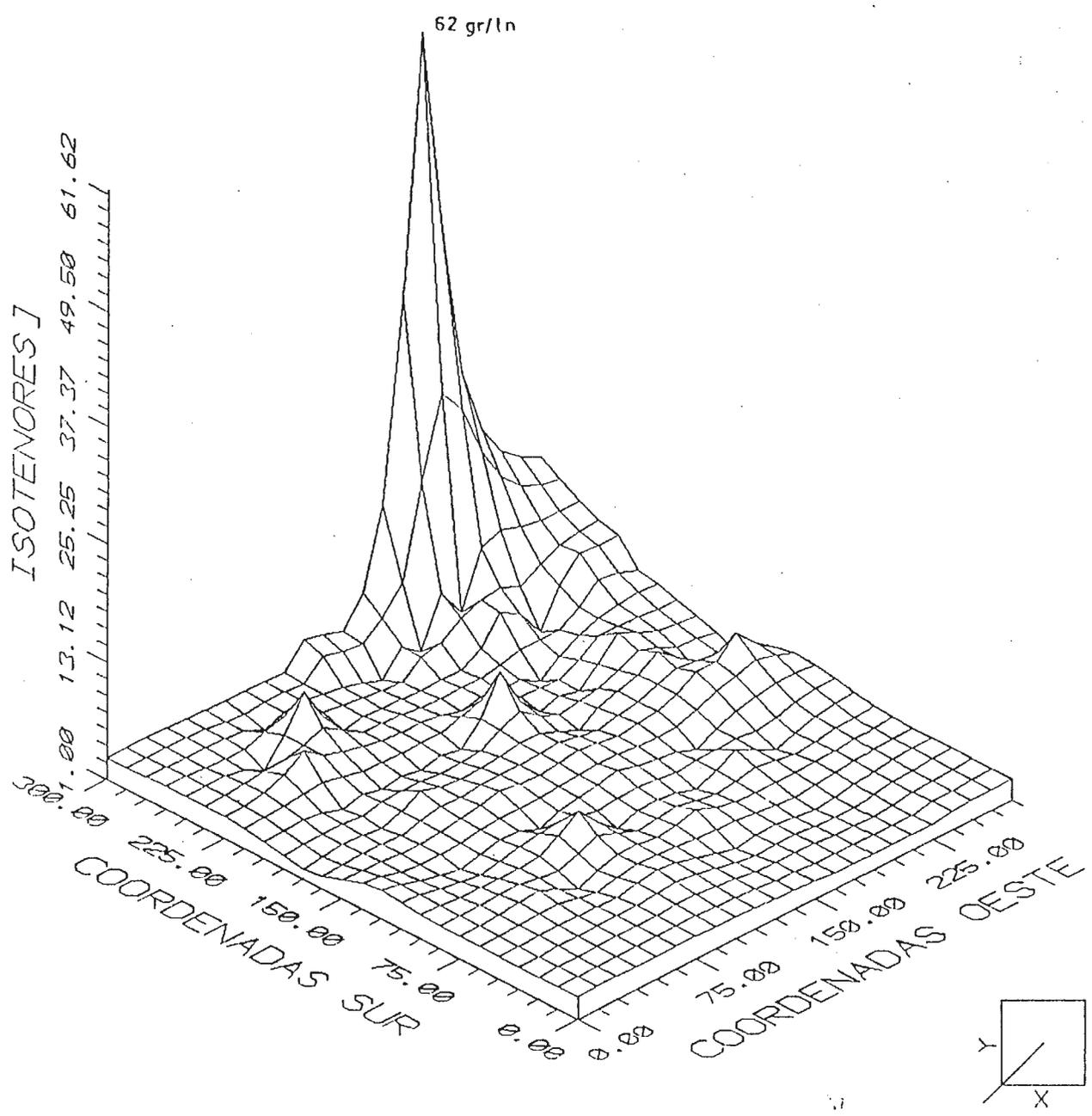


Figura N°III-9b: Expresión tridimensional de Isotenoires de Plata.

## 2: Alteración Hidrotermal

El fenómeno de alteración hidrotermal producido en el área, si bien afectó a toda la zona, lo hizo de una manera más intensa sobre rocas de composición andesítica (Fig. N°II-4).

La intensidad de la alteración aumenta hacia los bordes del depósito diseminado pudiéndose observar una zona central de la andesita con escasa alteración presentando un aspecto fresco y con una coloración gris parda (Fig. N°II-9). Esta misma, en otros sectores, está muy alterada constituyendo un polvo de color amarillo (Fig. N°II-8).

Los tipos de alteración reconocidos en el área, en orden de abundancia, son: sericítica, potásica, argílica y propilitica.

La alteración sericítica afecta a la monzonita solamente en la zona de los contactos con el depósito diseminado alterando a las plagioclasas en forma de escamas finas y gruesas de sericita a veces siguiendo selectivamente los planos de zonación que poseen los cristales. Lo mismo sucede en la andesita con la diferencia que la alteración es mucho más intensa borrando, a veces, por completo el maclado de las plagioclasas y afectando intensamente a la pasta que envuelve a los fenocristales de la roca. Por el contrario los feldespatos potásicos están debilmente alterados. La brecha hidrotermal de contacto es producida por el mismo fenómeno que provoca la alteración hidrotermal, alterando los litoclastos de la roca de caja y generando una matriz de cuarzo y biotita.

La alteración potásica se pone de manifiesto en la brecha hidrotermal de contacto y en menor medida en la andesita. El mineral característico desarrollado por esta alteración es biotita, no pudiéndose determinar la presencia de feldespato potásico secundario. En la brecha la biotita está rellenoando fisuras y en algunos casos cementa a los litoclastos de la misma.

La alteración arcillosa, del tipo intermedia (montmorillonita, illita y caolinita) afecta a la monzonita cerca de los contactos con el diseminado desarrollandose debilmente sobre los feldespatos potásicos. Lo mismo ocurre en la andesita pero con mayor intensidad dandole un aspecto moteado al mineral.

La alteración propilitica se circunscribe fundamentalmente a los bordes del depósito afectando en parte a la monzonita y en mayor proporción a los litoclastos de la brecha hidrotermal de contacto. Los minerales característicos desarrollados por esta alteración son clorita, epidoto y algo de calcita en forma de parches.

No fue posible reconocer una zonación de la alteración hidrotermal en el depósito. Esto de ninguna manera significa que no exista, probablemente un aumento en la intensidad del muestreo sea un elemento importante para su determinación.

# CAPITULO IV

## CONCLUSIONES

- El sector San Bartolo presenta una asociación ígnea (monzonitas, andesitas y gabros) que intruye rocas sedimentarias de la Formación Las Cabras y que son parte de un mismo ciclo magmático. Asociado al mismo y ubicado dentro del cuerpo de andesita se reconoció un depósito diseminado de cobre, plomo, cinc, plata y oro. También fue reconocido en el área un brecha pipe y una brecha hidrotermal de contacto.
- Las rocas sedimentarias fueron afectadas por un fenómeno de metamorfismo de contacto provocado por el magmatismo presente, ocasionando la pérdida casi total de la fábrica original de las sedimentitas.
- Las rocas de composición monzonítica están representadas por un cuerpo mayor (Cerro San Bartolo) ubicado en la parte norte del área de estudio y cuerpos menores alojados en el sector sur de la misma. Estas rocas se encuentran afectadas por una alteración hidrotermal leve que se restringe a las zonas de contacto con la andesita.
- La andesita está representada por un cuerpo mayor ubicado en una depresión y está en contacto con monzonitas en los sectores norte y este y con metasedimentitas en los sectores sur y oeste. Se reconocieron diques de composición andesítica alojados en metasedimentitas y monzonita. En un caso la andesita brecha a la caja.
- Representa el gabro un único dique ubicado al oeste del área de estudio intruido en una zona de falla que deforma intensamente a las metasedimentitas.
- El brecha pipe se ubica en un pequeño cerro (cerro Magnetita) de composición monzonítica y está constituido por clastos de monzonita y una matriz de magnetita, anfíboles (tremolita-actinolita) y pequeñas cantidades de calcita, wollastonita calcopirita y pirita. La forma de este cuerpo es elíptica con una elongación hacia el sureste.
- La brecha hidrotermal de contacto ubicada en los bordes del cuerpo andesítico mayor, está formada por litoclastos de metasedimentitas y de andesitas con una matriz compuesta por mosaicos de cuarzo de grano grueso, biotita, especularita, magnetita, calcita, calcopirita, pirita, galena y oro (?).
- Dentro del cuerpo mayor de andesita se aloja un depósito diseminado con una mineralización primaria constituida por magnetita, calcopirita, pirita, oro (?), y escasa cantidad de galena y una supergénica formada por hematita y goethita. La mineralización primaria fue acompañada por una alteración hidrotermal intensa que desarrolló de manera más conspicua alteración sericitica y en menor proporción potásica, arcillosa intermedia y propilitica.
- Los estudios geoquímicos realizados sobre el diseminado y la brecha hidrotermal de contacto revelaron una mayor concentración de cobre, plomo, cinc y plata sobre la brecha hidrotermal de contacto y una distribución más homogénea para el oro sobre el depósito diseminado. Asimismo se determinó mediante curvas de frecuencia acumulada que los elementos siguen un patrón de distribución log-normal o

normal logarítmico. Dichas curvas mostraron una relación entre el Cobre y Cinc, mientras que para el caso del Plomo y Oro no.

- El Depósito Diseminado y la brecha hidrotermal de contacto se habrían formado como productos finales del magmatismo presente en la región. La liberación de fluidos magmáticos y su interacción con el régimen de aguas subterráneas sería el mecanismo responsable de la alteración hidrotermal y la generación del depósito diseminado con la mineralización metalífera acompañante.

Asimismo, el evento magmático habría formado el brecha pipe como producto de una ebullición masiva y una fase explosiva, de manera similar a los modelos planteados por Phillips (1973) y Burnham (1985).

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Angelleli, V., J.C., Fernández Lima, A. Herrera y L. F. Aristarain, 1970. Descripción del mapa metalogenético de la República Argentina, minerales metalíferos. Direc. Nac. de Geol. y Minería. An. XV, Bs.As.
- y Angelleli, V., 1984. Yacimientos Metalíferos de la República Argentina. Vol. I y II. Com. Inv. Cient. Prov. Bs.As.
- Ave Lallemand, G., 1890. Estudios mineros en la Provincia de Mendoza. Parte septentrional de la Sierra de Uspallata. Bol. Acad. Nac. de Cs. XII : 131-136.
- Borrello, A.V., 1966. Los pisos estructurales de la Precordillera y Cordillera Frontal en su evolución orogénica. III Jornadas (I) : 227-232.
- Bracaccini, I.O., 1946. Acerca de los movimientos intertriásicos en Mendoza Norte. Primera Reunión Com. Inst. Panam. Ing., Min. y Geología, Secc. Arg. Bs.As. : 26-34.
- Brown, F., 1986. Informe Inédito. Direcc. Prov. de Minería, Mendoza.
- Burnham, C.O., 1985. Energy release in Subvolcanic Enviroments: Implications for Breccia Formation. Economic Geology. Vol. 80 : 1515-1522.
- Collao, S. y J. Frutos, 1991. Mineralogía, alteración hidrotermal e inclusiones fluidas del yacimiento aurífero de minas del Prado, Región del Biobio, Sur de Chile. VI Congreso Geológico Chileno : 343-346.
- Cunningham, C.G., J. McNamee, J. Pinto Vasquez y G.E. Ericksen, 1991. A Model of Volcanic dome-hosted Precious metal deposits in Bolivia. Economic Geology. Vol. 86 : 415-421.
- Feiss, G.P., 1978. Magmatic Source of Copper Porphyry Deposits. Economic Geology. Vol. 73 : 397-404.
- Furque, G. y A. Cuerda, 1979. Precordillera de la Rioja, San Juan y Mendoza. Geol. Reg. Arg. Tomo I Acad. Nac. de Cs. Cba. : 455-522.
- Gustafson, L.B., 1978. Some Major factors of Porphyry Copper Deposits. Economic Geology. Vol. 73 : 600-607.
- Harrington, H., 1971. Descripción geológica hoja Ramblón. Bol. 114. D.N.G.M. Bs.As.
- Heald, P., N.K. Foley and D.O. Hayba, 1987. Comparative Anatomy of Volcanic-Hosted Epithermal Deposits: Acid-Sulfate and Adularia-Sericite Types. Economic Geology. Vol. 82 : 1-22.
- Hemley, R.W. and A. McNabb, 1978. Magmatic Vapor Plumes and Ground-Water Interaction in Porphyry Copper Emplacement. Economic Geology.

Vol. 73 : 1-19.

- Izawa, E. and C.G. Cunningham, 1989. Hydrothermal Breccia Pipes and Gold mineralization in the Iwashita ore body, Iwato Deposits, Kyushu, Japan. Economic Geology. Vol. 84 : 715-724.

- Lavandaio, E., 1984. Perfil esquemático del Grupo Villavicencio entre el cordón del Cerro Blanco y la estancia Villavicencio. Inf. D.N.G.M.

- y C. Fusari, 1986. informe preliminar sobre el reconocimiento expeditivo del Distrito Polimetálico Mendoza Norte. Min. de la Nación, Mendoza.

- Lowell, J.D. and J.M. Guilbert, 1970. lateral and Vertical Alteration- Mineralization Zoning in Porphyry Ore Deposits. Economic Geology. Vol. 65 : 373-407.

- Malvicini, L. y E. Llambías, 1982. El magmatismo Mioceno y las manifestaciones metalíferas asociadas en Argentina. V Cong. Latin. de Geología, Argentina. Actas III : 547-566.

- y C.F. Fernández Garrasino, 1991. Recursos económicos. XII Cong. Intern. de Carbónico-Pérmico. Cap. XV : 299-314.

- Maya, C. y M. Salfity, 1982. Ciclos magmáticos en el noroeste argentino. V Cong. Latin. Geológico. Actas III : 523-536.

- Navarro, H., 1968. Zona Paramillos Norte. Informe final Plan Cordillerano.

-, 1972. Area de reserva N°3, zona de Paramillos Norte, Provincia de Mendoza. Actas IV Jornadas Geología Argentina, Bs.As. 3 : 105-125.

- Oyarzún, R. and M. Doblas, 1991. Extensional detachment tectonics as an approach to exploration strategies for epithermal Au-Ag deposits: The Spanish case. VI Cong. Geol. Chileno : 33-35.

- Pacci, D., 1991. El sistema de Cobre Porfírico Galenosa Norteste de Tocopilla, Chile: Un modelo Diorítico. VI Cong. Geol. Chileno : 142-145.

- Park Jr., C.F., 1972. The Iron Ore Deposits of the Pacific Basin. Economic Geology. Vol. 67 : 339-349.

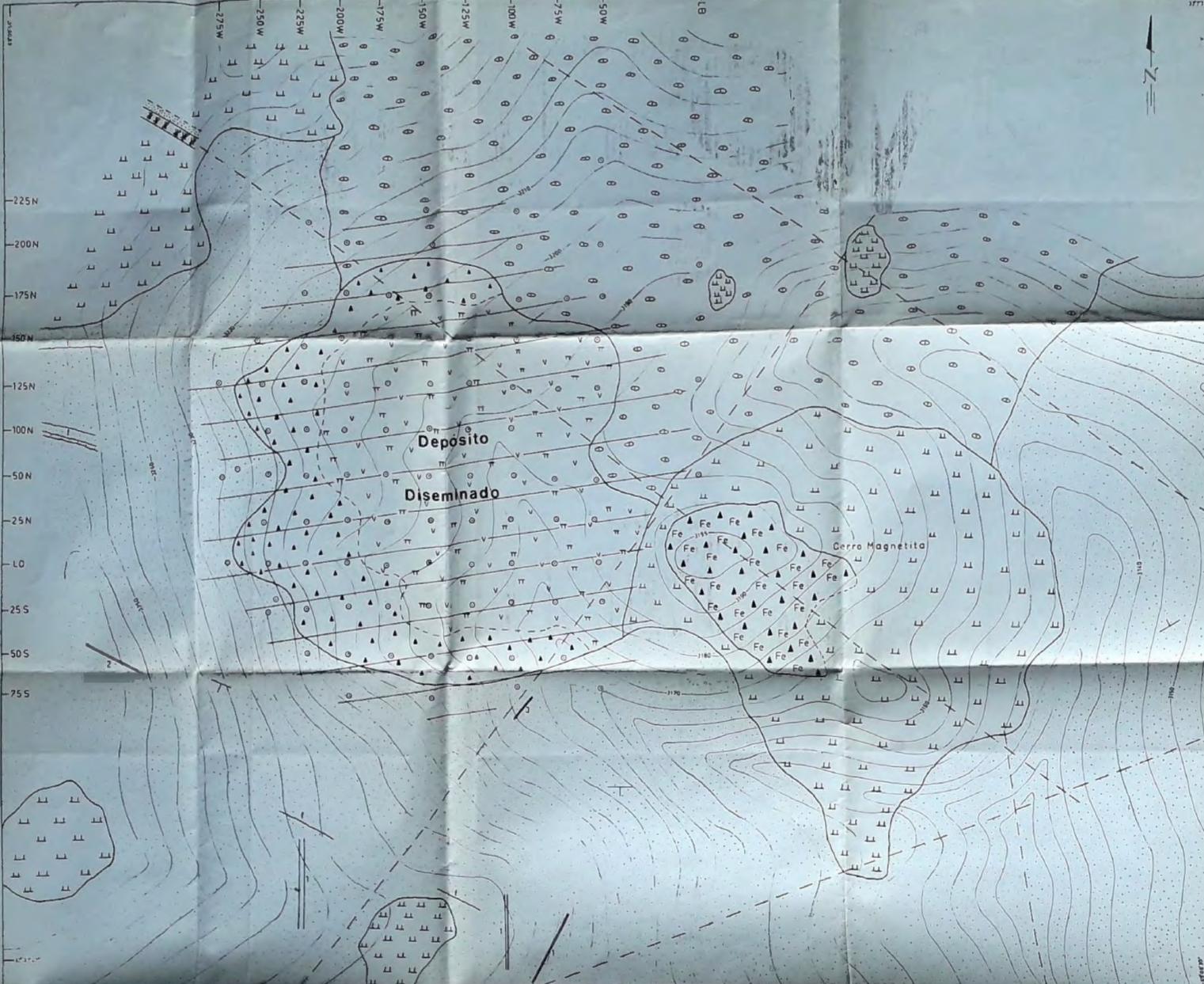
- Ramos, V.A., F. Munizaga y S.M. Kay, 1991. El magmatismo Cenozoico a los 33° S de latitud: Geocronología y Relaciones Tectónicas. VI Cong. Geol. Chileno. Chile : 892-896.

- Ramos, V. y S.M. Kay, 1991. Triassic rifting and associated basalts in the Cuyo basin, central Argentina. Geological Society of America, Special paper 265 : 79-91.

- Rayces, E., 1948. Paramillos de Uspallata. Informe inédito. D.G.F.M. Bs.As.

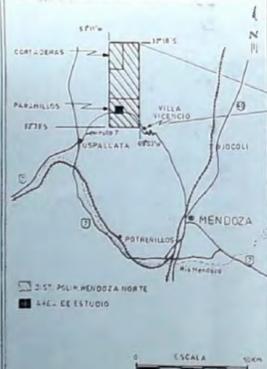
- **Rolleri, E.O. y P. Criado Roque, 1966.** La Cuenca Triásica del Norte de Mendoza. III Jornadas de Geol. Arg. (1) : 1-60.
- , 1969. Geología de la provincia de Mendoza. Actas cuartas Jornadas de geología Argentina, Bs.As., 2 : 1-60.
- y **C. Fernández Garrasino, 1979.** Comarca Septentrional de Mendoza. Acd. Nac. de Cs. (Cba.). II Simposio Geol. Reg. Arg. Vol. 1 : 771-809.
- **Romani, R., 1968.** Zona Paramillos Sur. Informe final Plan Cordillerano. Dir. Prov. Min. Mza.
- **Rose, A.W. and D.M. Burt, 1979.** Hydrothermal Alteration. In Geochemistry of Hydrothermal Ore. (Barnes, Ed.) : 173-227.
- **Rubio, A., 1986.** Informe inédito. Dirc. Prov. de Min., Mza.
- **Sawkins, F.J., 1969.** Chemical Brecciation, an unrecognized mechanism for breccia formation?. Economic Geology. Vol. 64 : 613- 617.
- , 1984. Metal Deposits in Relation to Plate Tectonics. Berlin, Heidelberg, New York, Tokio : 15-23.
- **Sillitoe, R.H., 1977.** Permo-Carboniferous, upper Cretaceous and Miocene Porphyry Copper Type Mineralization in the Argentinian Andes. Economic Geology : 79-99-109.
- and **H.F. Bonham Jr., 1984.** Volcanic Landforms and Ore Deposits. Economic Geology. Vol. 79 : 1286-1298.
- , 1985. Ore-Related Breccias in Volcano Plutonic Arcs. Economic Geology. Vol.80 : 1467-1514.
- **Titley, S.R., 1975.** Geological Characteristic and environment of some Porphyry Copper occurrences in the Southwestern Pacific. Economic Geology. Vol. 20 : 499-514.
- and **T.L. Heidrick, 1978.** Intrusion and Fracture styles of some Mineralized Porphyry Systems of Southwestern Pacific and Their Relationship to Plate Interactions. Economic Geology. Vol. 73 : 891-903.
- **Valencio, D.A. y S. Mitchell, 1972.** Edad K-Ar y Paleomagnetismo de rocas ígneas de las formaciones " Quebrada del Pimiento" y " Las Cabras" . Prov. de Mza. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXVII (2) : 170-178.

**MAPA TOPOGRAFICO - GEOLOGICO**  
**GRUPO PARAMILLOS CENTRO**  
**(Provincia de Mendoza)**



**REFERENCIAS**

- |  |                                      |  |                                |
|--|--------------------------------------|--|--------------------------------|
|  | Dique de Brecha con pasta andesítica |  | ESTACA CON MUESTRA             |
|  | Fracturas con mat. brechoso          |  | BB Y BZ DE CAPAS               |
|  | Pipes de Brecha                      |  | CONTACTO OBSERVADO             |
|  | Brecha Hidrotermal de Contacto       |  | FALLA INFERIDA                 |
|  | Monzonita-(3)Dique                   |  | Alteracion Hidrotermal intensa |
|  | Andesita-(1)Dique                    |  | Relleno moderno                |
|  | Fm. Las Cabras                       |  | Gabro                          |



**MAPA GEOLOGICO-TOPOGRAFICO DEL SECTOR SAN BARTOLO GRUPO PARAMILLOS CENTRO (Provincia de Mendoza)**

TRABAJO FINAL LIC. EN CS. GEOLOGICAS  
 AUTOR: MARIO A ROSAS  
 DIRECTOR: ARIEL ORTIZ SUAREZ  
 CO-DIRECTOR: NILDA URBINA  
 AÑO: 1993  
 FACULTAD: CIENCIAS FCO. MAT. Y NATURALES (UNSL)



