INFORME DE ESTUDIOS

DEL

PLAN DE DESARROLLO DE RECURSOS MINERALES

EN

LA REPUBLICA ARGENTINA

(FASE I)

OCTUBRE DE 1976

AGENCIA JAPONESA DE COOPERACION INTERNACIONAL

INFORME DE ESTUDIOS

DEL

PLAN DE DESARROLLO DE RECURSOS MINERALES

EN

LA REPUBLICA ARGENTINA

(FM)

OCTUBRE DE 1976

AGENCIA JAPONESA DE COOPERACION INTERNACIONAL

PREFACIO

El Gobierno Japonés decidió efectuar los estudios relacionados al plan de desarrollo de los recursos minerales en el Noroeste Argentino, de conformidad al acuerdo establecido con el Gobierno Argentino y encargó estas tareas a la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional.

La Agencia Japonesa de Cooperación Internacional organizó una misión de 11 membros bajo la jefatura del Sr. Yoshito Dogane, que efectuó los estudios de campaña durante el período de 14 de febrero a 28 de marzo de 1976.

La Agencia Japonesa de Cooperación Internacional organizó una misión los estudios de campaña durante el período de 14 de febrero a 28 de marzo de 1976.

Este informe se ha recopilado de los resultados de estudios de camapaña y de análisis y estudios de datos obtenidos.

Esperamos que este informe contribuya al desarrollo de los recursos minerales de la República Argentina y asimismo al desarrollo de intercambio económico y amistad entre Argentina y Japón.

Finalmente, manifestamos nuestra profunda gratitud por la cooperación de toda y cada una de las instituciones argentinas como también la Embajada del Japón en Argentina, el Ministerio de Relaciones Exteriores y Ministerio de Comercio Internacional e Industria, quienes presentaron sus votos de esfuerzo para la realización de estes estudios.

Octubre de 1976

Agencia Japonesa de Cooperación Internacional

Shinsaku Hogen
Presidente

Octubre de 1976

Sr. Shinsaku Hogen
Presidente
Agencia Japonesa de Cooperación Internacional

Carta de Presentación

Tenemos el agrado de presentar el informe final de estudios relacionados al plan de desarrollo de los recursos minerales de cobre, plomo, zinc, etc. en el Noroeste Argentino.

Para estos estudios fué organizada una misión compuesta por 11 miembros. La misión visitó la República Argentina por el período de 44 dias entre 14 de febrero y 28 de marzo de 1976 y efectuó los estudios de campaña para 10 sectores del Noroeste Argentino. Después de regresado al Japón, realizamos el análisis y estudio de muestras, estudio de valor exploratorio y planificación de exploración para las zonas prometedoras, en base a los resultados de los estudios de campaña y datos obtenidos. Este informe se ha preparado recopilando los resultados de estudios antes mencionados.

El Noroeste Argentino corresponde a la región muy prometedora constitutiva de los Andes, uno de los tesoros principales de recursos minerales del mundo, y creemos que esta región tiene gran posibilidad de exploración y desarrollo futuro.

Experamos que este informe sea de utilidad para adelantar el desarrollo de recursos minerales de la República Argentina.

Por final, aprovechamos esta ocasión para expresar nuestro sincero agradecimiento por la cooperación de la Dirección General de las Fabricaciones Militares, la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano y otras instituciones argentinas como también la Embajada del Japón en Argentina, el Gobierno Japonés y la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional.

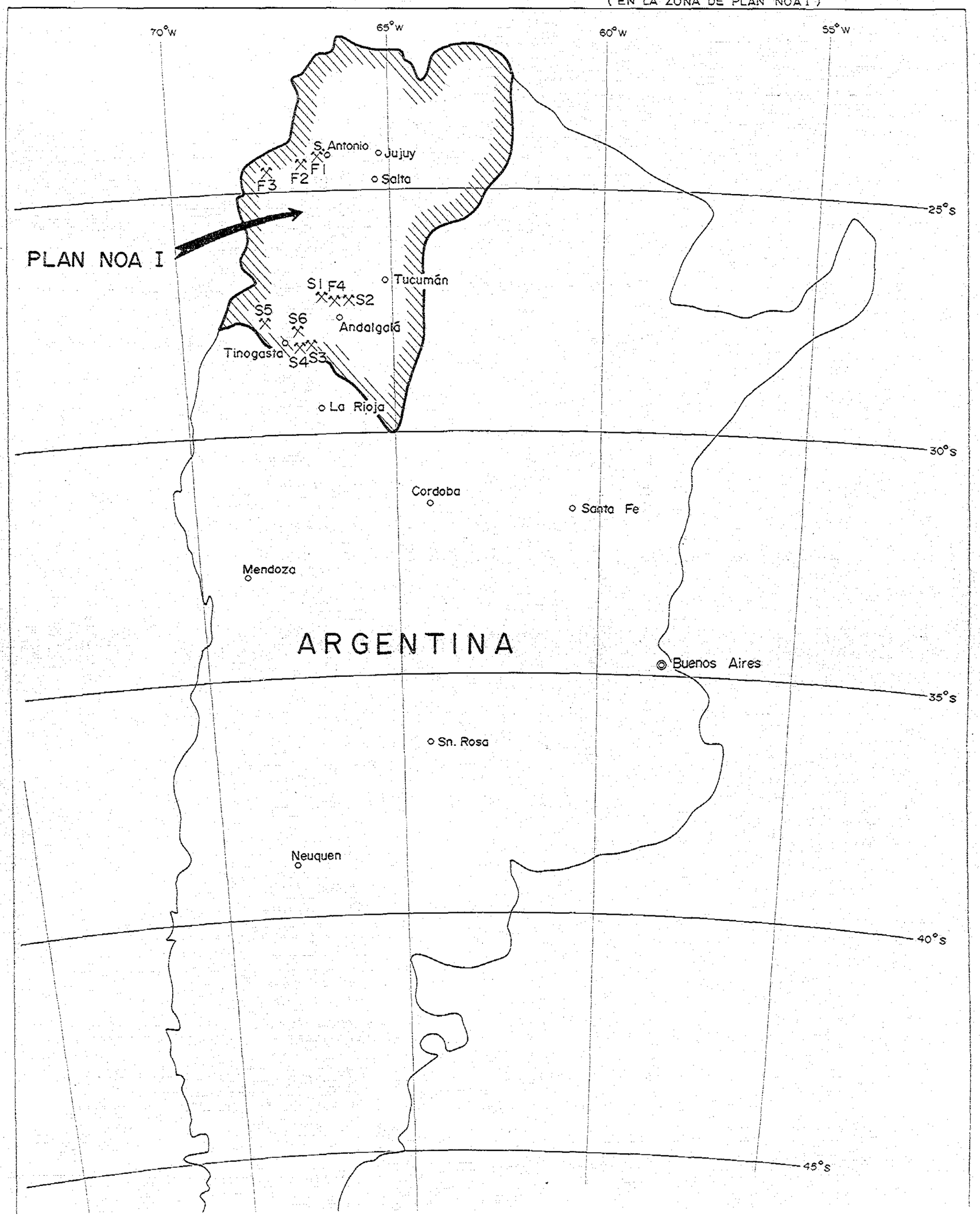
Octubre de 1976

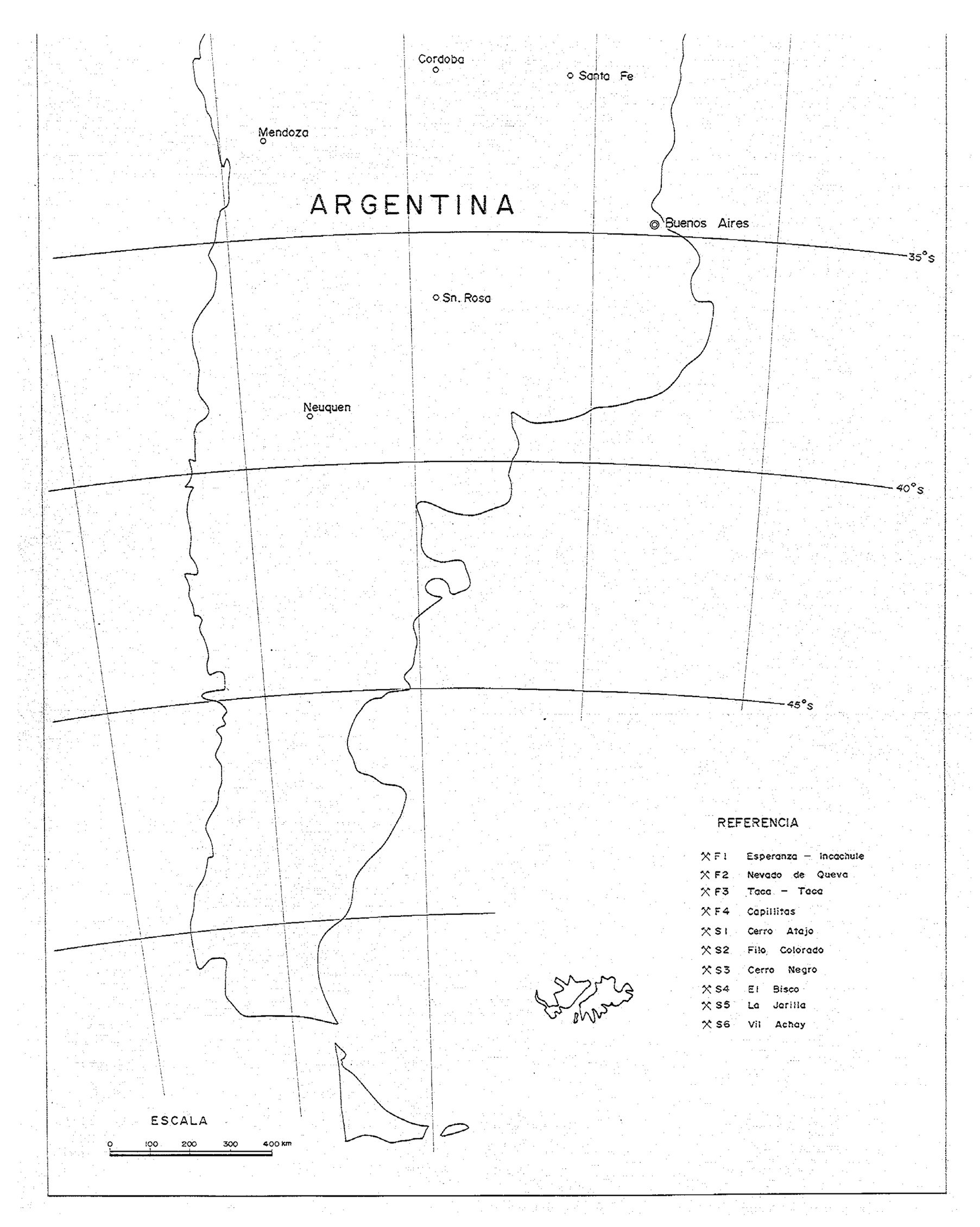
Misión para Estudio del Plan de
Desarrollo de Recursos Minerales
de la República Argentina

Y. Dogane

Yoshito Dogane
Jefe

Fig. I UBICACION DE AREAS INVESTIGADAS
(EN LA ZONA DE PLAN NOA I)




Cordoba
Santa Fe
Mendoza
ARGENTINA
Buenos Aires
35°S
Sn. Rosa
Neuquen
40°S
45°S
REFERENCIA
F1 Esperanza – Incachule
F2 Nevado de Queva
F3 Taca – Taca
F4 Capillitas
S1 Cerro Atajo
S2 Filo Colorado
S3 Cerro Negro
S4 El Bisco
S5 La Jarilla
S6 Vil Achay
ESCALA
0 100 200 300 400 km

CONTENIDO

I. INTRODUCCION

1-1 Objecto de Estudios

El objecto de las investigaciones fue como sigue:

a) Efectuar las investigaciones en sitio en 10 sectores del Noroeste Argentino en relación con el plan de desarrollo de los recursos minerales de cobre, plomo, zinc, etc.;

b) Estudiar las posibilidades de desarrollo y seleccionar las zonas prometedoras; y

c) Proponer un plan de exploración futura para las zonas prometedoras.

1-2 Contenido de Estudios

1-2-1 Selección de zonas de investigación

De los 21 áreas propuestas por las instituciones argentinas, 11 área pertenecientes a la DIRECCION GENERAL DE LAS FABRICACIONES MILITARES y 10 áreas pertenecientes a la SUBSECRETARIA DE MINERIA, se dicutieron en base a los datos existentes con las instituciones argentinas y fueron seleccionados 10 áreas; 4 áreas correspondientes a las FM y 6 correspondientes a la SM. La misión fue subdivido en dos equipes que ejecutaron las investigaciones en sitio en dos grupos de áreas antedichos. Las zonas investigadas son como sigue:

a) Zonas pertenecientes a las FM

Taca-Taca
Esperanza-Incachule
Nevado de Queva
Mina Capillitas

b) Zonas pertenecientes a la SM

Cerro Atajo
Filo Colorado
Cerro Negro
El Bisco
La Javilla
Mina Vil Achay

1-2-2

1-2-2 Investigaciones en sitio

Las investigaciones se efectuaron principalmente para conocer las situaciones generales de características geológicas, áreas metalíferas, estructuras geológicas, zonas mineralizadas y zonas alteradas, etc.

Las instituciones visitadas por nuestra misión son como sigue:

FM y institución relacionada:

Dirección General de las Fabricaciones Militares

Cabildo 65, Buenos Aires

C.E.G.M.II

Avda. Belgrano 1349,
4400 Salta

SM y institución relacionada:

Servicio Nacional Minero

Santa Fé 1548, Buenos Aires

S.M. de Tucumán

Miguel Lillo 205, Tucumán

1-2-3 Tareas ejecutadas en el Japón

Las muestras sacadas se han sometidas a los análisis químicos, preparación de los cortes delgados y pulidos, exámenes microscópicos y análisis radiográficos. El número de las muestras son como sigue:

Análisis químicos:

Correspondientes a FM:	21 muestras
Correspondientes a SM:	16 muestras
Total:	37 muestras

Todas las muestras fueron sometidas a los análisis de composición de oro, plata, cobre, plomo, zinc, antimonio, estaño, tungusteno, molibdeno, manganeso, arsénico y azufre.

Cortes delgados:

Correspondientes a FM:	10 muestras
Correspondientes a SM:	6 muestras
Total:	16 muestras

Cortes pulidos:

Correspondientes a FM:	9 muestras
Correspondientes a SM:	3 muestras
Total:	12 muestras

Análisis radiográfico:

Correspondiente a FM:	18 muestras
Correspondiente a SM:	11 muestras
Total:	29 muestras

2. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Las condiciones generales de las zonas estudiadas y el resumen y conclusiones sobre las zonas prometedoras inclusive las exploraciones futuras, obtenidas en base a los estudios, son como sigue:

2-1 Condiciones Generales de Zonas Promotedoras y Zonas Estudiadas

De las 21 zonas propuestas por las instituciones argentinas como objetos de estudio, fueron seleccionadas 10 zonas, teniendo en cuenta las situaciones de yacimientos minerales geológicos, condiciones generales, etc. Se efectuaron los estudios de campaña y tareas en oficina sobre éstas. Juzgando conjuntamente los factores de distribución regional de zonas mineralizadas, condiciones de formación de zonas mineralizadas, etc., consideramos el área que abarca las zonas mineralizadas de Mina Capillitas, Cerro Atajo y Filo Colorado dentro del Area de Reserva No.25 al sur de la región del Plan NOA-I, como zona prometedora para promover activamente las exploraciones, por las razones siguientes:

(1) En este Area de Reserva No.25 están distribuidas muchas zonas mineralizadas y alteradas, además de tres zonas mineralizadas antes mencionadas. Es más grande la superficie en que se centralizan las zonas mineralizadas. Este área es una zona prometedora de mineralización amplia.

(2) En el área que abarca tres zonas mineralizadas antedichas, se observan las actividades de rocas ígneas ácidas del Terciario Superior y en relación con éstas, se formaron los yacimientos hidrotermales de oro, plata, cobre, plomo, zinc, molibdeno, etc. Aunque son diferentes sus tipos de yacimientos minerales y situaciones de desarrollo, se considera como área prometedora por las condiciones de formación de yacimientos minerales.

(3) A continuación se detallan las respectivas zonas mineralizadas. La mina Capillitas, de pequeña reserva comprobada, es de relativamente alta ley y su parte inferior y periferia son de interés exploratorio. En Cerro Atajo se observan muchas vetas y grandes zonas mineralizadas y alteradas. Tiene la posibilidad de que se origina grande yacimiento mineral. También el Filo Colorado tiene las zonas alteradas de pórfido de cobre. Por consiguiente, se espera su desarrollo como yacimiento de tipo pórfido de cobre con grande reserva. Así, las zonas mineralizadas respectivas tienen más alto valor exploratorio que otras zonas en que se efectuaron los estudios de campaña.

(4) También este área tiene muchas ventajas en caso de desarrollo porque están centralizadas numerosas zonas mineralizadas.

Considerando esta área regionalmente, además de cuatro puntos antes resumidos, se encuentra ubicada en el borde este de los Andes, que es uno de los áreas principales originarios de yacimientos metalíferos del mundo, y pertence al área de recursos metalíferos abundantes. En estas condiciones la República Argentina ha efectuado desde 1970 la selección de los áreas prometedoras sistemáticamente, con cooperación de Naciones Unidas. Este método es el medio de exploración muy racional y eficaz, pero muchas tareas se permanecen en las fases iniciales, por decirlo así, principalmente de levantamientos geológicos y prospecciones geoquímicas. Por esta razón se considera que se aumenten sus efectos por adelantar la exploración detallada inclusive perforaciones, etc.

Las condiciones generales de 10 áreas en que se efectuaron los estudios de campaña se indican en el cuadro siguiente.

Zonas de investigación correspondiente a FM	Ubicación	Acceso	Geología	Yacimiento mineral	Resultados de exploración
Esperanza-Incachule	Los Andes, Prov. Salta. Longitud occidental 66°26' Latitud sur 24°16'	205 km noroeste de ciudad Salta a lo largo de carretera nacional No.51 Altura: 4.500-5.000 m s.n.m.	Principalmente dacitas, andesitas, basaltos y tobas homogéneas del Terciario hasta el Cuaternario.	Yacimientos de vetas hidrotermales del sistema plata-plomo que tienen rocas daciticas como rocas de caja. Principalmente galenas argentíferas. Yacimiento principal: Esperanza, 20 cm - 2 m ancho, extensión de más de 2 km. Grado: Ag 200 g/t, Pb 12 %. Profundidad no comprobada.	Mapeo geológico (1/25.000) Prospeección geoquímica (Pb, Zn, Cu) Prospección geofísica (método inducido-polarización, método de resistividad, exploración electromagnética, prospección sísmica)
Nevado de Queva	Los Andes, Prov. Salta. Longitud occidental 66°47' Latitud sur 24°22'	280 km noroeste de ciudad Salta a lo largo de carretera nacional No.51 Altura: 4.500-5.000 m s.n.m.	La mayoría compuesta por rocas volcánicas terciarias y cuaternarias. Parcialmente se observan la distribución de granitos del Paleozoico.	Zona de alteración geotérmica regional de gran escala atribuida a las acciones post-ígneas de dacitas. Parcialmente se observan los puntos de relleno de manganeso entre brechas de dacitas. También se observa en la Mina Armonía la diseminación de galenas, etc. que se considera como sedimento de etapa final de alteración geotérmica.	No puede obtenerse los datos detallados, pero se han realizadas las tareas siguientes: Mapeo geológico detallado; Prospección geoquímica; Prospección geofísica (método de inducido-polarización, prospección electromagnética); Perforaciones (5, máx. 120 m).
Taca-Taca	Los Andes, Prov. Salta. Longitud occidental 67°47' Latitud sur 24°34'	400 km oeste de ciudad Salta a lo largo de carretera nacional No.51. Ferrocarril a Antofagasta, Chile. Altura: 3.800-4.300 m s.n.m.	Basamento de areniscas ordovícicas. Compuesta por granitos silúricos, rio-dacitas terciarias, andesitas cuaternarias, basaltos, etc.	Yacimiento de tipo pórfido de cobre, rocas de caja de dacitas terciarias. De las zonas de alteración, la zona de filica tiene de una escala de 3 km x 2 km. Zona de enriquecimiento secundario con espesura de 0-47.7 m. Grado: Cu 0.25-0.47 %, Mo 0.08 %. Supuesto volumen de minerales de 12 millones t. Falta zonas de alteración de potasio.	Mapeo geológico (1/5.000) Prospección geoquímica (Cu, Mo, raramente Ni) Prospección geofísica (prospección electromagnética, método electromagnético, método de inducido-polarización) Perforación (9, extensión lineal 1089 m)
Mina Capillitas	Andalgalá Prov. Catamarca. Longitud occidental 66°24' Latitud sur 27°22'	68 km norte de ciudad Andalgalá a lo largo de camino o 380 km sudoeste de ciudad Salta. Altura: 3.100-3.500 m	Compuesta por granitos paleozoicos penetrados por andesitas terciarias.	Yacimiento de vetas hidrotermales terciarias. Se distribuyen muchas vetas en el limite de 2 km x 2 km. Complejo de minerales de plomo, zinc, cobre, oro, plata y manganeso. Las vetas principales de zona Capillitas son tres, de extensión de 200 m, inclinación de cerca de 200 m, anchura de 50 cm. Cu 4 %, Pb 2-3 %, Zn 4-5 %.	Emplazamiento de desarrollo en 1857. Se dice que tiene la extensión de galerías de cerca de 20 km, pero está suspendida la explotación (reserva residual 210.000 t). Actualmente está en proyecto y preparación la explotación de piedras preciosas.

Zonas de investigación correspondiente á SM	Ubicación	Acceso	Geología	Yacimiento mineral	Resultados de exploración
Cerro Atajo	Andalgalá, Prov. Catamarca. Longitud occidental 66°31' Latitud sur 27°20'	84 km norte-noroeste de ciudad Andalgalá a lo largo de camino. Altura: 3.000-3.500 m	Basamento de granitos paleozoicos. Están distribuidas disconcordantemente areniscas, rocas extrusivas dacíticas, etc de Neógeno, intruídas por riolitas y rio-dacitas.	Yacimiento de vetas de cobre argentíferas que se crean en las fisuras del sistema oeste-sudeste en la periferia de rio-dacitas. 8 vetas en el límite de 3 km x 3 km. De estas la veta María Engenia tiene extensión de rumbo de 620 m, profundidad de 100 m, anchura de 10-30 m. Cu 1.5-2.0 %.	Mapeo geológico (1/25.000-1/12.500 y otros) Prospección geoquímica (Cu, Pb, Zn, Mo) Prospección geofísica (prospección electro-magnética, método de inducido-polarización) Perforación (18, 2.316.4 m) Resultados de perforaciones en estudio actualmente.
Filo Colorado	Andalgalá, Prov. Catamarca. Longitud occidental 66°15' Latitud sur 27°24'	56 km norte-nordeste de ciudad Andalgalá, de 56 km, 45 km son caminos malos que necesita 12 horas a lomo de caballos. Altura: 3.600-4.300 m s.n.m.	Rocas metamórficas pre-cámbricas, granitos paleozoicos y parcialmente distribuido disconcordantemente yacimiento neógeno, intruídas por vetas dacíticas de etapa final del Neógeno.	Yacimiento de tipo pórfido de cobre con rocas de caja de granitos. Zonas de alteración de 2 km x 2 km indica zonas de potasio-silica, de sericitización y de propilitización. Zona mineralizada encontrada en zona alterada de potasio-silica y se observa molibdenita, calco-pirita y piritas. (Cu 0.22 %, Mo 0.48 %)	Mapeo geológico (1/50.000 y otros) Prospección geoquímica (Mo, Cu, Zn, Pb) Prospección geofísica (prospección radioactiva, prospección electro-magnética) Prospección subterránea (39.5 m)
Cerro Negro	Tinogasta, Prov. Catamarca. Longitud occidental 67°10' Latitud sur 28°13'	74 km sur-sudeste ciudad Tinogasta vía carretera nacional No.43. Altura: 1.100 m s.n.m.	Esquistos cristalinos y granitos del Pre-Cámbrico cubiertos disconocordantemente por areniscas y rocas de fango del Terciario.	Yacimiento de vetas altohidrotermales que llenan zonas de fractura nortesur en esquistos cristalinos. En vetas cuarcíferas se crean scheelitas en estado de bolsón de mineral, 4 vetas, extensión de rumbo 1.600 m, 1.5-30 m ancho, grano no conocido.	Mapeo geológico (1/50.000) Prospección geoquímica (W) Exploración no desarrollada por complejidad de zonas mineras.
El Bisco	Tinogasta, Prov. Catamarca. Longitud occidental 67°17' Latitud sur 28°16'	69 km de ciudad Tinogasta vía carretera nacional No.60. Altura: 1.000 m s.n.m.	Migmatitas pre-cámbrica penetradas por granitos.	Wolframitas creadas en vetas cuarcíferas pegmatíticas en granitos. Vetas cuarcíferas tienen extensión de rumbo de 200 m, anchura de 1.5-30 cm. Parte inferior a algunos metros no comprobado.	Mapeo geológico (1/50.000) Prospección geoquímica (W)
La Jarilla	Tinogasta, Prov. Catamarca. Longitud occidental 67°57' Latitud sur 27°40'	102 km de ciudad Tinogasta Altura: 3.000 m s.n.m.	Basamento de sistema ordovicico penetrado por diorita de cuarcítica. Se acumulan sistemas carbónico y permiano. Parcialmente se observa sistema terciario.	Zona Jarilla: yacimiento tipo vetas de rocas de caja de rocas extrusivas ordovicicas. Principalmente calco piritas, piritas, etc. Anchura menos de 5 m. Inferior. Zona Angostura: piritas diseminadas principalmente en dioritas de cuarzo.	Mapeo geológico (1/25.000) Prospección geoquímica (Cu, Pb, Zn) Prospección geofísica (método de inducido-polarización)
Mina VII Achay	Tinogasta, Prov. Catamarca. Longitud occidental 67°28' Latitud sur 27°54'	8 km de bifurcación a 32 km de ciudad Tinogasta a lo largo de carretera nacional en sentido de Belen. Altura: 2.000 m s.n.m.	Rocas metamórficas pre-cámbricas intruídas por granitos paleozoicos.	Cassiteritas diseminadas en vetas de splitas en granitos. Extensión de rumbo 120 m, extensión de inclinación 50 m, anchura 2-3 m. Grando: Sn 0.2-2 %, Cu 0.2-0.3 %.	En explotación de 100 t/mes (desde 1972). Mapeo geológico de periferia de mina (1/500) Mapeo geológico subterráneo (1/100) Mapeo geológico regional (1/50.000) Prospección geoquímica

2-2 Exploración Futura

Para tres zonas descriptas, se consideran los métodos de exploración siguente:

(1) Mina Capillitas

En esta mina con extensión considerable de galerías y reserva identificada hasta cierto punto, será conveniente efectuar las exploraciones siguentes:

Levantamiento geológico: En base a la bibliografía existente de levantamiento geológico de superficie y estudios de yacimientos geológicos subterráneos, se recomienda realizar levantamiento geológico detallado de superficie y estudio de yacimiento geológico subterráneo, tendentes a identificar el mechanismo de origen de yacimientos minerales inclusive sus periferias y establecer las guías de exploración. Se recomienda también efectuar la cartografía topográfica y prospección geoquímica necesarias para las tareas mencionadas.

Prospección geofísica: En base al resultado de levantamientos geológicos citados enteriormente, se recomienda aplicar el método de inducido-polarización (IP), etc. para identificar el origen de las vetas paralelas en la periferia de yacimientos conocidos.

Exploración por perforación: En base a los resultados obtenidos por levantamientos geológicos y prospecciones geofísicas, se recomienda la ejecusión de perforación en las vetas paralelas en la extensión y periferia de yacimientos conocidos para confirmar las condiciones minerales.

Después de identificado de las condiciones minerales por estas exploraciones, será conveniente proceder a las exploraciones para comprobar las reservas con el objeto de determinar la posibilidad de desarrollo.

(2) Cerro Atajo

Como se han ejectudao en esta zona el levantamiento geológico, prospección geoquímica y perforación hasta cierto punto, se considera mejor aplicar los métodos de exploración siguientes:

Levantamiento geológico: Los levantamientos geológicos realizados hasta abora fueron algo fragmentarios y existen algunos puntos en que no está aclarada la correlación entre la estructura geológica y la mineralización. Por esta razón, además de datos existentes, se recomienda la ejecución de estudios geológicos detallados sintéticos tendentes a determinar el mecanismo de origen de yacimientos minerales, dando importancia a las características y situaciones de zonas alteradas, condiciones de zonas mineralizadas, estructura geológica, etc.

Prospección geofísica: En base a los resultados de levantamientos geológicos detallados antedichos, se recomienda aplicar el método de inducido-polarización (IP), etc. para aclarar las situaciones de yacimientos minerales en el inferior de las zonas mineralizadas y alteradas de superificie.

Exploración por perforación: Después de estudios y análisis de los testigos de perforación no analizados y estudios de los resultados de levantamientos geológicos y prospecciones geofísicas citadas anteriormente, se recomienda efectuar exploración por perforación para conocer las situaciones de origen de yacimientos minerales, especialmente las situaciones de yacimientos en la profundidad.

(3) Filo Colorado

Considerando las situaciones de zonas mineralizadas y alteradas, esta zona tiene alta posibilidad metalífera de yacimiento de tipo pórfido de cobre de gran escala, pero las tareas se ven dificultadas por las condiciones naturales rigurosas de topografía, clima, etc. Las exploraciones casi no se han realizadas excepto los levantamientos geológicos y prospecciones geoquímicas. Por esta razón será deseable efectuar las exploraciones siguientes:

Levantamiento geológico: Se recomienda efectuar los levantamientos geológicos detallados tendentes a identificar el mecanismo de origen de yacimientos minerales, dando importancia a las situaciones de cuerpos de pórfido que son rocas de caja y de mineralización. Asimismo se recomienda realizar la cartografía topográfica y prospecciones geoquímicas según sean necesarias.

Prospección geofísica: En base a los resultados de levantamientos geológicos detallados, se recomienda aplicar el método de inducido-polarización (IP), etc. para determinar el alcance de origen de yacimientos minerales, especialmente situaciones de desarrollo de zonas mineralizadas.

Exploración por perforación: De las situaciones de superficie y algunos datos de exploración subterránea, se deduce que las condiciones minerales son dominantes en la parte inferior. Por esta razón, se recomienda realizar perforación para determinar las condiciones minerales en las partes superior e inferior después de estudiar suficientemente los resultados de levantamientos geológicos detallados y prospecciones geofísicas.

3. RESUMEN DE LOS YACIMIENTOS GEOLÓGICOS DEL NOROESTE ARGENTINO

3-1 Provincias de Salta y Jujuy

(1) Resumen de las características geológicas (Fig. 2)

La geología de las tres zonas antedichas del Noroeste Argentino tienen las respectivas mente diferentes características y vinculación geológico-estructural con el sur boliviano. Estas zonas están compuestas por rocas sedimentarias, rocas volcánicas, rocas intrusivas y sus rocas metamórficas, pertenecientes Precámbrico hasta el Cuartario.

La Puna está ubicada en la extensión sur del Alti Plano boliviano y su borde este en la República Argentina corresponde a las montañas de Santa Victoria, Nevado de Acay y Palermo y cantinva hasta a la provincia Catamarca en el sur. Su anchura media es de unos 135 km.

Esta zona está compuesta por las rocas metamórficas de edad precámbrica, sedimentitas marinas del Cámbrico-Ordovícico y Paleozoico Superior y sedimentitas continentales desde el Cretácio Superior hasta el Cuartario. Las rocas ígneas pertenecen principalmente al Silúrico y Terciario-Cuartario. Además se observan las rocas intrusivas ácidas-neutras de edad no conocida. Las actividades de dacitas, andesitas y basaltos del Terciario Superior hasta el Cuartario fueron más vigorosas durante la cronología geológica de esta zona. Estas son las características de esta zona y entre otras las actividades de las dacitas tomaron una parte importante en la mineralización de esta zona, que se detalla más adelante.

Los movimientos tectónicos tuvieron lugar en las fases Tacónicas y Variscanas, pero la Orogenia Andica es la más importante, sendo la causa de los movimientos verticales de los bloques que se extendieron con el rumbo sur-norte y desarrollaron las lineas tectónicas acantiladas. En el Alti Plano se llevaron gran cantidad de sedimentos por la subida y depresión de los Andes al este y oeste y las cuencas intercaladas por éstas en la edad Terciaria. En esta área los movimientos tectónicos fueron subdivididos y solamente se desarrollaron sistemas terciarios en las cuencas de pequeña escala con rumbo sur-norte.

Esta zona está compuesta por las rocas metamórficas precámbricas y sedimentitas marinas del Cámbrico hasta el Silúrico y sedimentitas continentales del Cretácio Superior hasta el Cuartario. Las rocas ígneas son los cuerpos intrusivos del Precámbrico y Silúrico.

La estructura geológica se caracteriza por la repetición de fallas inversas de grande ángulo que se originan de los movimientos tectónicos atribuidos a la Orogenia Caledónica, Orogenia Variscana y Orogenia Andina, sendo la última la que ejerció la mayor influencia. Pertence a la extensión sur de la zona minera boliviana de estaño-tungusteno-zinc.

Las Sierras Subandinas se extenden de la frontera argentino-boliviana en el norte hasta la provincia Tucumán en el sur y desaparece en el este hacia la planicie Chaco-Salteña.

Esta zona está compuesta por las rocas metamórficas del Precámbrico, sedimentitas marinas del Cámbrico y el Triásico y sedimentitas continentales del Cretácio Superior hasta el Cuartario. Entre otros están desarrollados los sistemas cretáceo y terciario.

La estructura se caracteriza por el plegamiento acompañados por las fisuras de tipo falla.

(2) Resumen de las zonas mineralizadas

1) Resumen de las zonas mineralizadas y yacimientos minerales principales

En las provinias de Jujuy y Salta están conocidos dos períodos de mineralización: uno atribuido al Paleozoico Medio-Superior y otro atribuido al Neógeno.

La mineralización es variable según zona; En el norte de Puna es notable la zona mineralizada de estaño, plata y oro y en el sur, en cambio, está desarrollada principalmente la zona mineralizada de cobre.

En la Cordillera Oriental se observan principalmente los yacimientos de cobre acompañados por zinc y especialmente en la zona de transición a Puna se dispersan los yacimientos principales.

Los yacimientos minerales que se encuentran en las Sierras Subandinas son los depósitos de hierro sedimentarios en su mayoría, y tiene una vinculación estrecha con la metalogenia de fosforita.

Los yacimientos minerales principales en operación en Jujuy y Salta son la Mina Aguilar de tipo vena que produce el plomo, zinc y plata, las minas Cerro Labrada, Zapla y Puesto Viejo que producen el hierro, la mina Pirquitas que produce el estaño y mina La Casualidad que produce el azufre.

La mina Aguilar se encuentra ubicada en la provincia de Jujuy. La producción anual es de unas 57.000 t de concentrados de plomo y unas 80.000 t de concentrados de zinc. Ha ocupado más de 90 % de la producción nacional durante los últimos 40 años.

Los yacimientos de hierro están ubicados en las provincias de Salta y Jujuy. La producción anual de tres minas es de unas 250.000 toneladas con el grado de 31 - 42 % Fe y 0.4 % P. La reserva es de unas 8 millónes de toneladas. La mina Pirquitas que produce estaño, se encuentra ubicada en la porincia de Jujuy y su producción anual de metal es de 5.000 t. La mina La Casualidad que produce el azúfre está ubicada en la

provincia de Salta y el grado es de 32 % S.

Además, en la zona de Puna se encuentran numerosos saladares secos llamados como salinas o salares, que producen varios minerales de boro. La producción anual es de 60,000 toneladas inclusive la producción en la provincia de Catamarca.

2) Zonas exploradas por el Plan NOA-I (Fig. 3)

Es de 120.353 km² la superficie de la area seleccionada en el Plan NOA-I y investigado por la Dirección General de las Fabricaciones Militares con la cooperación del Fondo Especial de las Naciones Unidas para el Desarrollo sus y especialistas. Dentro del ámbito del área se han seleccionados y registrado 34 zonas prometedoras como Areas de Reserva. Se considera que éstas abarcan casi todas áreas prometedoras de recursos metalíferos en las provincias de Salta y Jujuy excepto las minas principales en operación mencionadas antes.

A continuación se resumirán las zonas mineralizadas de estas 34 zonas mineras. Además se indican en la Fig. 3 las ubicaciones de las respecitivas minas.

La mineralización de casi todas las minas se atribuyen al Ordovícico y Neógeno. En estas edades metalogénicas se formaron los yacimientos minerales en 23 dentro de las 34 áreas.

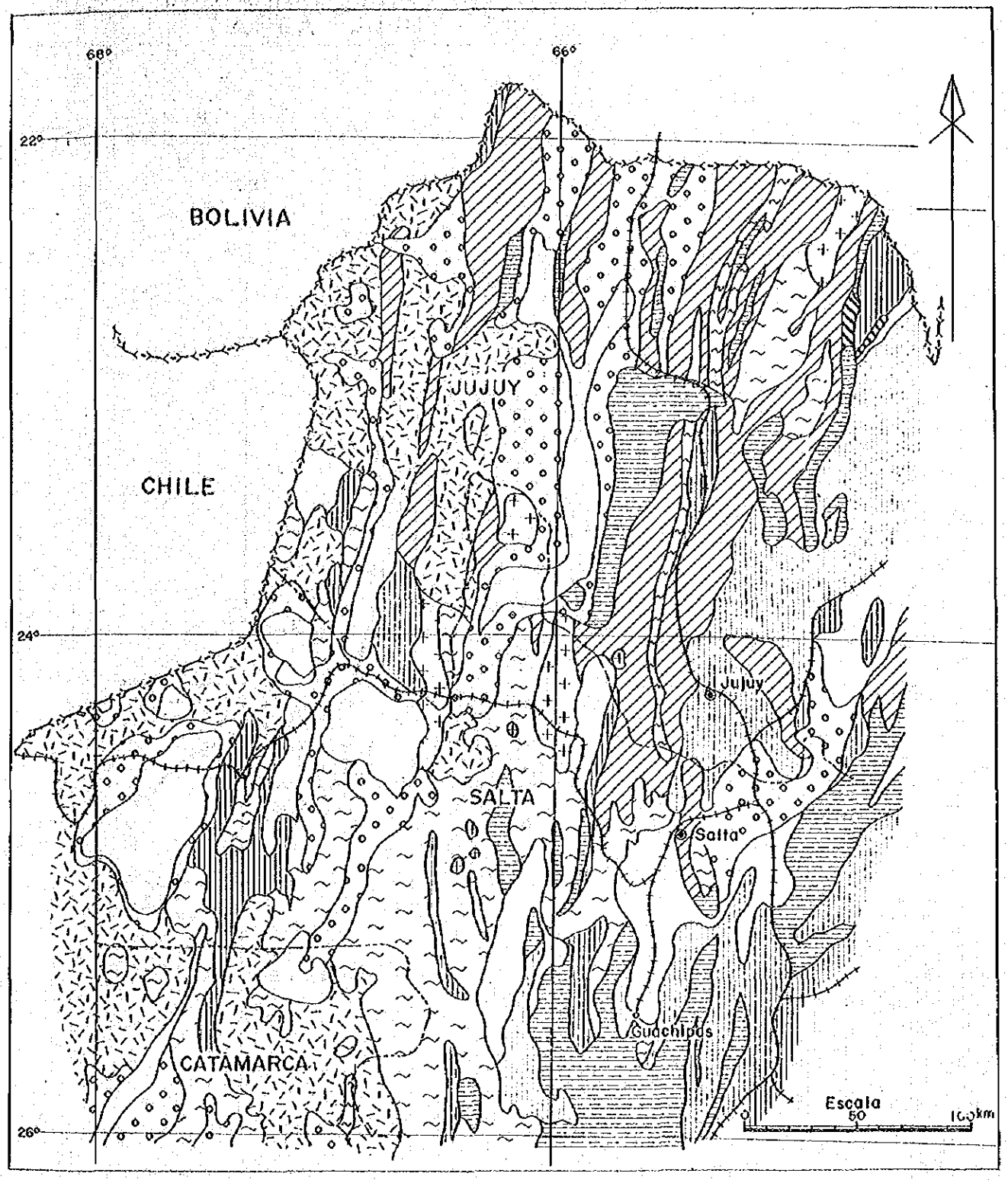
De las 23 áreas 6 corresponden a las provincias metalogénicas del Ordovícico y 17 a las provincias metalogénicas por las acitividades de dacitas del Neógeno. En buena parte de las 11 areas, además 23 áreas dichas antes, no son conocidos los períodos de mineralización.

Los yacimientos minerales del Ordovícico son de tipo vetas dentro de las pizarras o rocas metamórficas y sus minerales metálicos son las combinaciones de oro-antimonio-zinc, plomo-estaño, oro y cobre, que acompañan respectivamente las vetas cuarcíticas. Hay algunas zonas quefueren desarrolladas en el pasado, pero estas son de pequeña escala.

Los yacimientos minerales del Neógeno son en su mayoría de tipo veta dentro de dacitas, y parcialmente de tipo diseminación. Las combinaciones de minerales metálicos de los yacimientos de tipo veta son variables según mina o zona mineralizada. Están conocidas las combinaciones de cobre-plomo, cobre-plomo-zinc, cobre-plomo-níquel, cobre-hierro, plata-plomo, plata-plomo-zinc-cobre, oro-plata-antimonio; antimonio, antimonio-estaño-plomo-zinc, estaño, estaño-plata-cobre, oro y bismuto-cobre-arsénico.

Casi todos de estes yacimientos fueron explorados y desarrollados, pero están en operación solamente dos o tres minas y en pequeña escala..

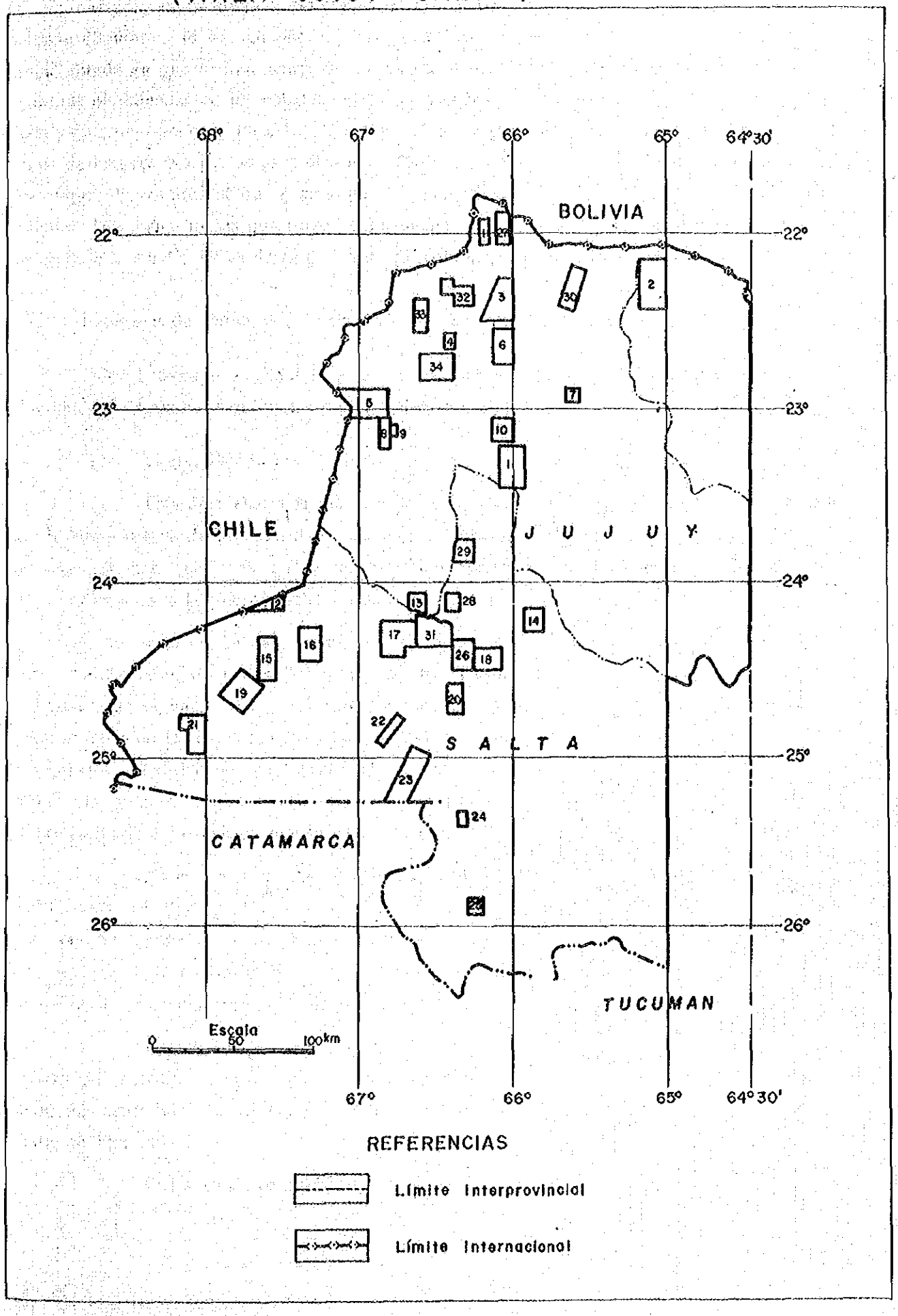
Fig. 2 MAPA GEOLOGICO DEL NOROESTE (JUJUY Y SALTA) DE LA REPUBLICA ARGENTINA



REFERENCIAS

- Aluviones
- Cuartario
- Efusivas Terciarias y Cuartarias
- Terciario Superior Continental
- Cretácico Superior
- Triásico Continental
- Paleozoico Superior
- Paleozoico Inferior
- Plutonitas
- Metamórfico

Fig. 3 UBICACION AREAS DE RESERVA
(AREA JUJUY - SALTA)



Además son conocidas dos o tres zonas mineralizadas de tipo diseminación de cobre. El Río Grande de la Area de Reserva No.11 corresponde a la zona mineralizada en que se han generado los yacimientos oxidados de criosocolas, malaquitas y cupritas diseminadas en los conglomerados del Neógeno. Su metalogenia pertence a la categoría del yacimiento de cobre tipo Coro Coro de Bolivia. En la mina Chachas de la Area de Reserva No.16 los yacimientos oxidados de cobre y piritas se diseminan tanto en los diques de granitos como en las riolitas de algunos metros de ancho que penetranen estes diques. Hay cinco minas que fueron desarrolladas en el pasado. La mina Taca-Taca de la Area de Reserva No.19 es de tipo pórfido de cobre, que se detalla más adelante.

3-2 Provincias de Catamarca, Tucumán y Santiago del Estero (Fig. 4)

Como provincia geológica en esta área se subdivida las Sierras Pampeanas, Puna, Sistema del Famatina, Cordillera Frontal y Subandinas.

(1) Sierras Pampeanas

Esta área abarca la mayoría de la mitad sur de la región bajo la responsibilidad de la Subsecretaría de Minería, desde las sierras Ambargasta, Sumampa y Guesayán hasta la sierra Narvaéz que se extienden con dirección NNO-SSE, estando adyacente a la Puna en el noroeste y a las Sierras Subandinas en el nordeste.

Esta región está compuesta por las rocas con grado de metamorfismo bajo grado hasta medio, supuestamente pertenecientes al Precámbrico, intruídas en los granitos batolíticos de supuesta edad precámbrica y sometidas a la granitización regional. Sobre éstas se asientan las rocas sedimentarias de metamorfismo de bajo grado que se consideran esignadas al Cámbrico por las trazas fósiles descubiertas en el Vallencito (Catamarca). Estas están penetradas por los granitos batolíticos de Capillitas los cuales se consideran pertenecientes al Ordovícico por su edad absoluta.

En el sudoeste de Catamarca están desarrolladas las sedimentitas continentales del Cárbónico y Pórmico (Paganzo I y II) que cubren disconcordantemente estos substrazos. Además, sobre éstas se encuentran apoyadas disconcordantemente las sedimentitas continentales del Terciario medio hasta superior, penetrados por las andesitas y riolitas. El sistema terciario se subdividen en los depósitos Calchaqui, Farallón Negro y Arauco.

Los sedimentos del Cauternario se desarrollan el pie de los monte de las cuenca del interior. En esta zona se desarrollaron las fallas inversas de dirección N-S inclinadas escarpadamente hacia el oeste y las fallas directas de dirección NO-SE y se formaron las fallas en bloques.

El las zonas topográficamente altas, permanecen los sedimentos del Carbónico

y se encuentran sedimentos terciario en los bloques hundidos. También se encuentran el fallamiento en bloques y la estructura de plegamiento de médio grado causa de por la compresión en la tercera fase de la Orogenia Andina.

La édad metalogénica de esta zona es el período comprendido entre el Precámbrico hasta el Paleozoica Inferior y Terciario Medio-Superior.

Los yacimientos minerales formados en el período comprendido entre el Precámbrico hasta el Paleozoico Inferior corresponden a las pegmatitas acompañadas por berilo, litio y tantalo de la sierra Ancaste al sudeste de esta zona, pegmatitas acompañadas por micas de la sierra Cajón, filón metalífero de estaño y tungusteno de la sierra Fianbala-Zapata y Vinquis de la región Tinogasta-Belen y oro de la sierra Culampa.

Los yacimientos minerales formados en el Terciario superior son los de tipo diseminación y vetas de Farallón Negro, Capilitas, Cerro Negro, Filo Colorado y Aconquija (inclusive cobre, molibdeno, plomo, y zinc) y vetas de manganeso en el Farallón Negro.

(2) Puna

Abarca el noreste de la área bajo la responsibilidad de la Subsecretaría de Minería del Plan NOA-I. En esta zona están distribuidas las sedimentitas marinas (flysh) del Ordovícico, rocas intrusivas ácidas del Devónico, sedimentitas marinas del Devónico que afloran en pequeña extensión, sedimentitas continentales del Carbónico, rocas volcánicas ácidas del Pérmico al Triasico, sedimentitas continentales que intercalan las rocas volcánicas neutras-básicas y los sedimentos del Cuartario.

La estructura geológica se limita por las fallas regionales del sistema N-S, y se caracteriza por los bloques subidos donde afloran las rocas antiguas y los bloques hundidos, intercalados entre los anteriores y cubiertos por sedimentitas continentales del Terciario y Cuartario.

Se encuentran en extensión amplia en ambos lados de esta región, las andesitas, dacitas, basaltos, etc. La mayoría de los basaltos se encuentran a lo largo de las fisuras de dirección NO-SE y E-O a NE-SO.

La edad de mineralizacipón de esta zona se asigna al Paleozoico Inferior-Medio y el Terciario Medio-Superior. El yacimiento mineral atribuido al inferior es la Mina Incahuasi donde se encuentra oro y los yacimientos correspondientes al posterior son Diablillos y Anto Falla, donde se encuentran plomo, zinc y oro.

(3) Sistema del Famatina

Está ubicada al sudoeste del área del Plan NOA-I en el norte de la sierra Narvaéz.

En esta zona están distribuidas las sedimentitas marinas del Ordovícico y dacitas del Pre-ordovícico (el Cámbrico ?), penetrados parcialmente por batolitos graníticos del Devónico Medio-Superior. Cubriendo doscordantemente el Paleozoico inferior, se desarrollan las sedimentitas continentales del Carbónico y Pérmico y se extienden a las Sierras Pampeanas y Puna al norte.

El Mesozoico está representado por sedimentitas continentales que se consideran atribuidas al Cretácco Inferior (?).

El sistema terciario está compuesto por las sedimentitas continentales del Oligoceno y sobre éstas se encuentran las rocas volcánicas, cubiertas por sedimentos pertenecientes al Cuartario.

Se formaron las cuencas del Terciario por el fallamiento en bloques de las rocas antiguas por la Orogenia Andina, donde se encuentran sedimentitas continentales del Oligoceno. El rumbo de la estructura que caracteriza esta zona es NNE-SSO.

La edad metalogénica pertenece al Paleozoico Medio. En Chaschuil se producen el cobre y plomo y además en Rodriguez del Cerro Negro se observa la mineralización de cobre y plomo.

(4) Cordillera Frontal

Está ubicada al sudoeste de la área del Plan NOA-I y se extiende del Sistema del Famatina a la frontera internacional y se poner, en contacto con la Puna al norte. Indica una textura de avenamiento típica de la zona de Puna, pero está clasificada como una unidad porque forma una unidad geológica.

Se considera que las rocas metamórficas de basamento sean de edad precámbrica. Sobre éstas se asientan las sedimentitas continentales del Carbónico hasta el Pérmico y se observan pequeños cuerpos intrusivos de granitos del Pérmico al Triásico. Además están cubiertas por las rocas volcánicas tales como dacitas, riolitas, etc. que se consideran pertenecientes al Mesozoico.

Estas están cubiortas por las sedimentitas continentales del Terciario Superior, y penetradas por las rocas hipabisales andesíticas. También éstas están cubiertas por rocas volcánicas neutras-básicas y sedimentos del Cuartario.

En esta zona se observan las estructuras de plegamiento y las fallas de pequeño ángulo causadas por los movimientos tectónicos del Carbónico hasta el Pérmico. También se observan las estructuras con rumbo NNE-SSO influenciadas principalmente por la tercera fase de la Orogenia Andina.

Se encuentran en esta región los minerales de cobre e hierro de Lampaya

formados en el Paleozoico Superior y los minerales de cobre, plomo y zinc de Tres Quebraias formados en el período desde el Terciario Medio hasta Superior.

(5) Sierras Subandinas

Este sector comprende el nordeste de la área bajo la jurisdicción de la Subsecretaría de Minería del Plan NOA-I.

Se encuentran las rocas sedimentarias antiguas de bajo metamorfismo pertenecientes al Precámbrico y sobre éstas están apoyadas las sedimentitas marinas del Cámbrico. *

Las sedimentitas continentales del Cretáceo Superior están penetradas por los traquibasaltos en forma de chimeneas volcánicas. Estos sedimentos del Cretáceo están cubiertos concordantemente por las sedimentitas continentales del Terciario. Además, todo el con junto de estrato está cubierto parcialmente por el estrato Cuartario.

En esta zona no se encuentran zonas mineralizadas notables.

(*) Se consideran pertenecientes al Cámbrico en comparación con las rocas otras regiones que se pertenecen al Ordovícico.

Fig. 4

MAPA GEOLOGICO DEL NOROESTE DE LA REPUBLICA ARGENTINA
(AREA TUCUMAN - CATAMARCA - SANTIAGO DEL ESTERO)

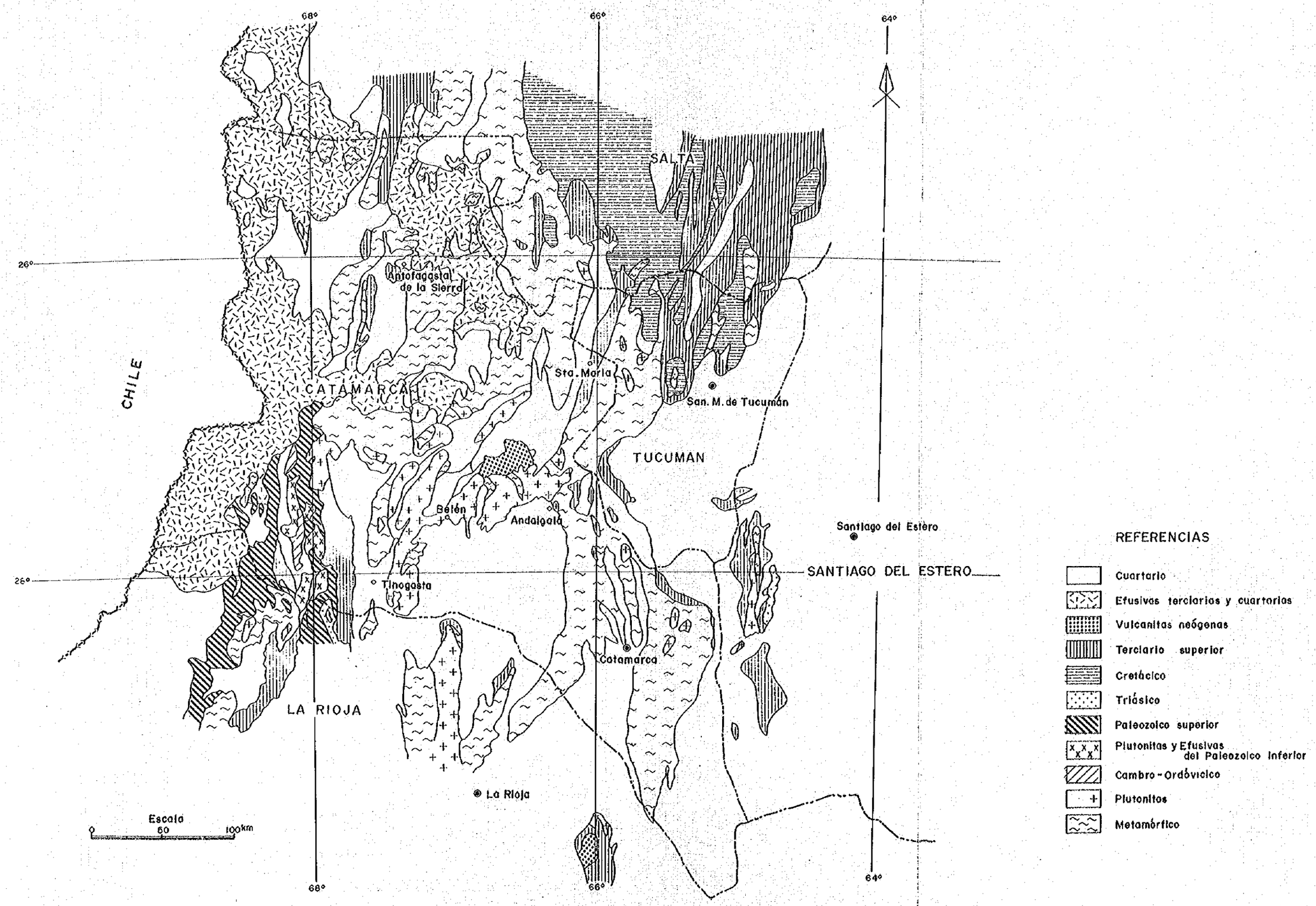
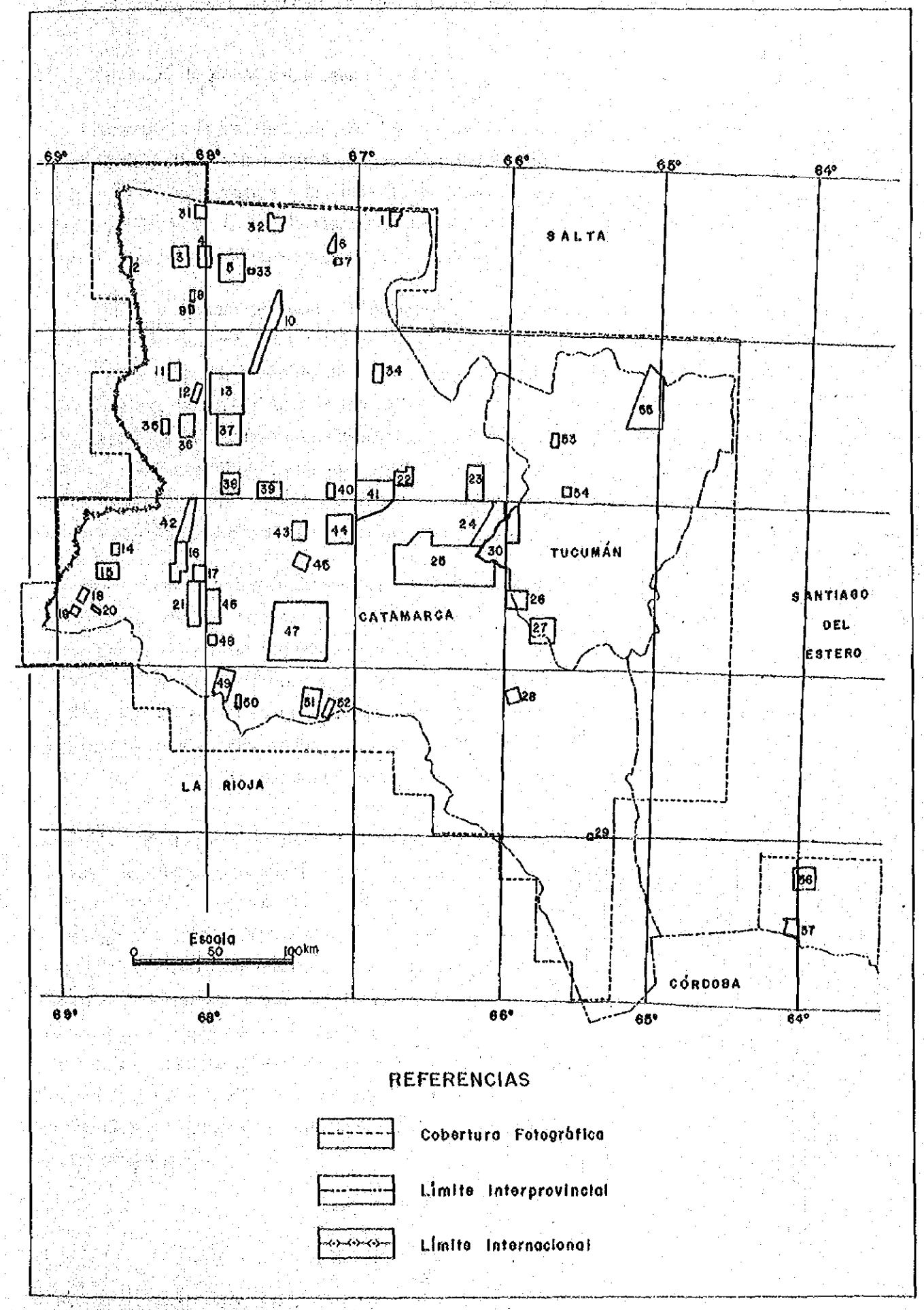


Fig. 5 UBICACION AREAS DE RESERVA
(AREA TUCUMAN-CATAMARCA-SANTIAGO DEL ESTERO)



4. DETALLES DE LAS ZONAS ESTUDIADAS

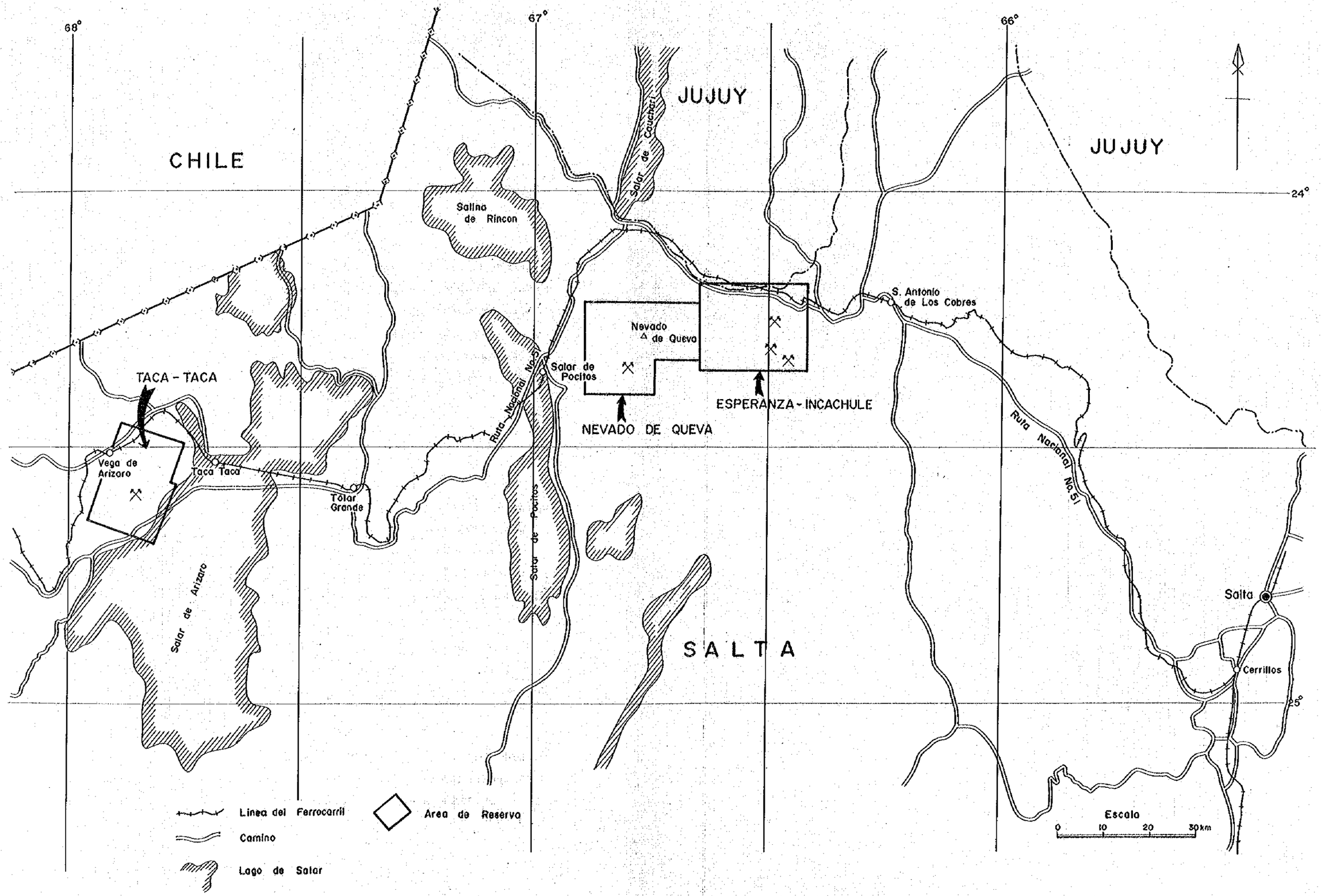
4-1 Selección de Zonas Estudiadas para FM

Respecto a la investigación para FM fueron seleccionadas 11 zonas: 3 zonas (Leoncito, Arroyo Chita y Rinconada) fueron propuestas originalmente por parte de la República Argentina y 8 zonas (Campana Mahuida, Cerro Mercedario, Taca-Taca, Esperanza-Incachule, Porvorilla, Nevado de Queva, El Oculto y Mina Capillitas) fueron propuestas adicionalmente por las Fabricaciones Militares después de la llegada de la misión.

De las tres zonas propuestas al principio, fueron eliminados Leoncito y Arroyo Chita porque no están conocidos sus detalles. También fue eliminada la Campana Mahuida, que es un yacimiento de tipo pórfido de cobre porque no se ha cambiado desde la visita de la misión japonesa en 1968. Además fue excluido el Cerro Mercedario, descubierto recientemente apartir de los bloques mineralizados en las sedimentacipon les glaciales, que se considera formado por la mineralización de tipo pórfido de cobre, por que su zona mineralizada está ubicada a una altura que excede 5.000 m y no se han realizado los estudios básicos hasta ahora y además los caminos están actualmente en construcción.

En lo que se refiere a siete zonas restantes, Rinconada corresponde al dique cuarcítico que contiene el antimonio y zinc atribuido al Ordovícico, donde se encuentran muchas minas antiguas de pequeña escala; Taca-Taca es una zona mineralizada de tipo pórfido de cobre del Terciario y se ha terminada la prospección por el momento; Esperanza-Incachule, Porvirilla y El Oculto corresponden a los yacimientos de tipo veta en dacitas pertenecientes al Terciario, de los cuales en Esperanza-Incachule están conocidos los diques de plata-zinc y diques de antimonio, estando el anterior en explotación y exploración: Provorilla y El Oculto corresponden a los diques de plata-plomo-zinc y cobre-plomo-zinc respectivamente donde se ha terminado la exploración, pero no se ha proyectado su desarrollo; el Nevado de Queva, actualmente en prospección, es una grande zona alterada de dacitas del Terciario y allí se encuentran algunas pequeñas vetas de plata-zinc y zonas mineralizadas de manganeso; la Mina Capillitas corresponde a los diques de oro-plata-cobre-plomo-zinc-manganeso de riolitas pertenecientes a la edad terciaria y granitos asignados a la edad paleozoica. Sus minerales son complejos. Es una mina de larga historia desde los anos de España, con extensión total de galerias de 17 a 20 km. Por consiguiente, se ha avanzada la prospección subterránea y el volument de minerales calculado como unas 210.000 toneladas (Au 4 g/t, Ag 150 g/t, Pb 2.5 %, Zn 4.5 %). Hay problemas en tratamiento, limpieza y concentración de minerales y actualmente está en preparación la explotación de los cristales finos de manganeso.

Fig. F - I MAPA DE LAS UBICACIONES DE LAS AREAS INVESTIGADAS



Considerando las situaciones arriba mencionadas, se han seleccionados las siguientes cuatro zonas como zonas objeto de investigación, dando mayor importancia a las zonas donde se observan las zonas mineralizadas de cobre y plomo-zinc y además teniendo en cuenta las situaciones de prospección y desarrollo (Fig. F-1).

Taca-Taca	Area de Reserva No.19
Nevado de Queva	Area de Reserva No.17
Esperanza-Incachule	Area de Reserva No.31
Mina Capillitas	

4-2 Zona Esperanza-Incachule

La zona Esperanza-Incachule corresponde a la Area de Reserva No.31 bajo el control de las Fabricaciones Militares, seleccionado considerando la recomendación del Grupo Asesor Minero Alemán (G.A.M.A.) que participó en el Plan NOA-I. Este es un yacimiento metalífero de plomo-zinc-antimonio, etc. conocido hace mucho tiempo y están conocidas las minas de Esperanza, California, Victoria y Esther. Actualmente solamente la mina Esperanza está en exploración y explotación y todas las demás han suspendido sus labores. Todas las minas pertenecen a la categoría de yacimiento de veta epitermal de rumbo E-O, NE-SO.

4-2-1 Geografía

(1) Ubicación y acceso (Fig. 3, F-1)

Se encuentra ubicada en Depto. de Los Andes de la provincia de Salta sendo una altiplanicie localizada 20 - 25 km al oeste de San Antonio de los Cobres (185 km al noroeste de Salta, capital provincial), con altura de 4.500 - 5.000 m s.n.m. La Area de Reserva tiene una superficie de 400 km² y se comprende dentro de la longitud del oeste de 66°25' - 66°39' y latitud sur de 24°12' - 24°23'. Los números de los mosaicos de fotografía aérea son 11A2, 11A3, 11B2 y 11B3.

A la Area de Reserva puede llegarse todo el año por el camino local de San Antonio de Los Cobre via ruta nacional 51 entre la Salta y Huaitiquina. Al norte de la Area pasa la ferrovía General Belgrano que conecta la ciudad Salta y Antofagasta de Chile.

(2) Topografía y clima

Esta área tiene muy escasa población. El centro comercial de esta área es San Antonio de Los Cobres con una población de 1.500 habitantes. Hay una escuela, hospital, casa de correos, central eléctrica, puesto de gasolina, etc. Algunos hoteles.

El clima es el árido continental con escasa precipitación. La diferencia máxima entre día y noche es de 36° C. La temperatura es de 26° C - –5° C en el invierno y 5° C - 27° C en el verano. La vegetación es pobre en toda la área; se encuentran esparcidamente algunos arbustos y cactos.

4-2-2 Características geológicas y yacimientos (Fig. F-2)

(1) Geología general

En esta zona están distribuidas extensamente las rocas volcánicas del Terciario hasta el Cuartario. Su litofacie corresponde a las lavas compuestas por las dacitas, andesitas y basaltos y las rocas piroclásticas y tiene una estrecha vinculación litogenética con los yacimientos minerales de esta zona. En algunas partes de esta zona afloran en fajas parcialmente las rocas intrusivas graníticas atribuidas al Paleozoico y también están distribuidas en pequeña extensión de la periferia las areniscas y conglomerados atribuidos al Mesozoico.

La estratigrafía regional de esta zona es como sigue:

El Cuartario	lavas basálticas, lavas andesíticas rocas piroclásticas homogéneas y aluvio.
El Terciario	dacitas, tobas homogéneas y depósito Cerro Morado - depósito Calchaquí
El Cretáceo	Pirgua
El Silúrico	granodioritas
El Ordovícico	rocas de barro y lucitas

El sistema Ordovicico de esta zona está distribuido generalmente en extensión estrecha y aflora en forma de ventana normalmente en las zonas de rocas volcánicas del Terciario hasta el Cuartario. Las lucitas quese originar de las rocas de barro están metamorfisada en toda zona.

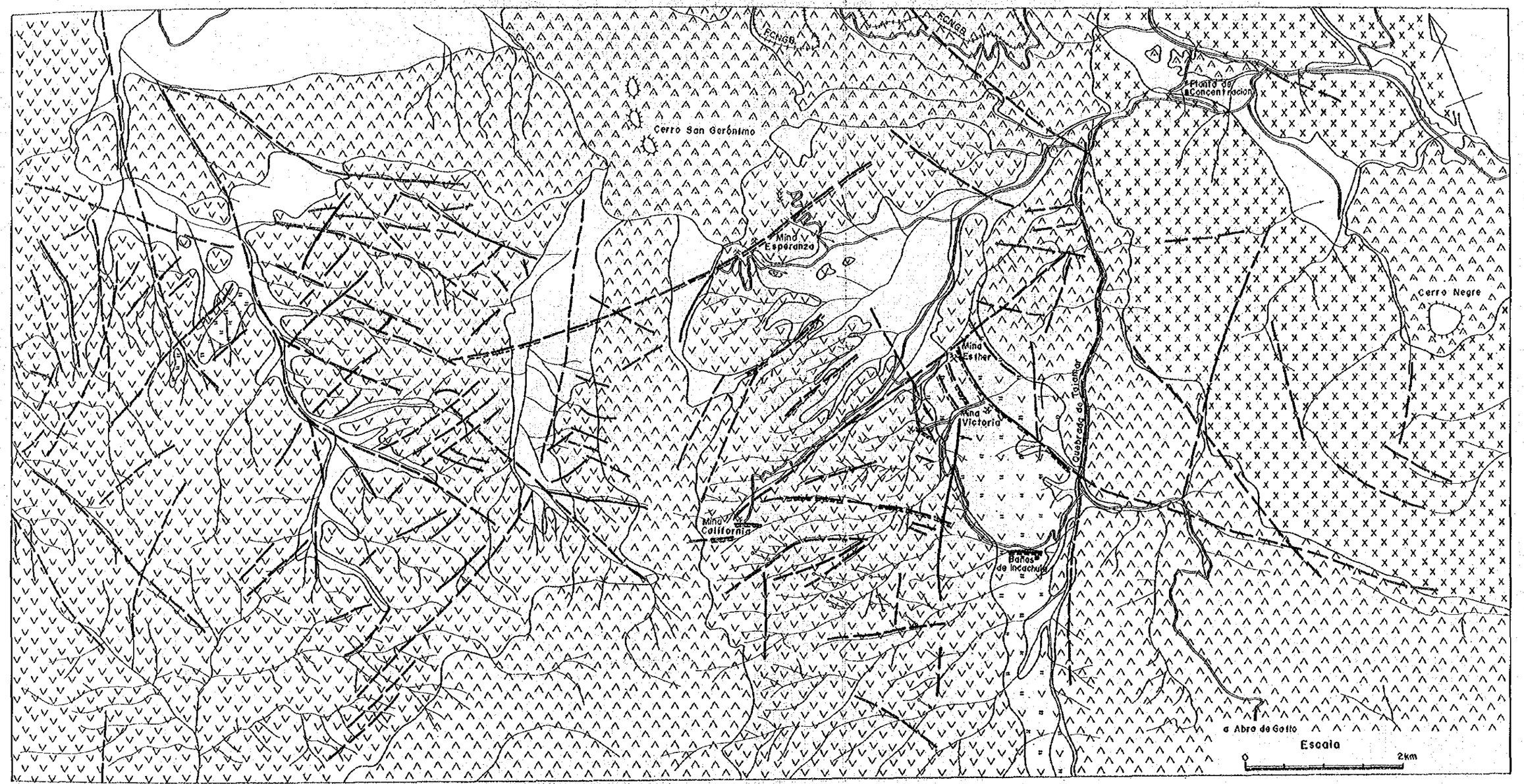
Las granodioritas, que forman el basamento del Terciario, se enouentran en el sur y nordeste de esta zona y son porfídicas al nordeste. Anteriormente se las han atribuido al Precámbrico, pero ahora se las atribuyen al Silúrico por la geología regional. Los pórfidos granodioríticos indican el color gris blanquecino verdoso y comprende ortoclasas, plagioclasas y mega-fenocristales de microclino de 4 cm. Las granodioritas son gruesas y homogéneas con articulación desarrollada parcialmente.

Al sudoeste de la area están distribuidas en pequeña extensión las arcosas y conglomerados del depósito Pirgua del Cretáceo. Las gravas de los conglomerados son las cuacitas y pizarras y su matriz es de grano grueso.

El sistema Terciario está compuesto por los depósito Cerro Morado,

Fig. F-2

MAPA GEOLOGICO DE MINA ESPERANZA - INCACHULE



REFERENCIAS

Cuartario
- Acarreos modernos
- Basaltos
- Tobas daciticas
- Andesitas
- Dacitas y Tobas daciticas
- Dacitas

Silurico
- F. Ocre granodiorita

- Falla
- Falla inferida u oculta
- Diaclasa
- Cráter
- Drenaje
- Camino
- Ferrocarril

- Mina en Actividad
- Mina abandonada
- Veta mineralizada

Calchaqui y rocas volcánicas dacíticas en el orden del inferior al superior.

a) El depósito Cerro Morado casi no aflora en esta zona, pero en la zona de estensión noroeste su espesor alcanza a unos 1.700 m. Está compuesto principalmente por las areniscas arcillosas de color pardo, acompañadas por manganeso en Tocomar. Este depósito es atribuido al Eoceno.

b) El depósito Calchaqui está formado por conglomerados y areniscas. Las gravas de los conglomerados están compuestas por los contos redondeados o subredondeados de cerca de 10 cm de pórfidos o granitos y su matriz es de grano grueso y indica el color gris blanquecino. Los conglomerados se modifican hacia el superior a las arcosas. Las arcosas contienen muchos cristales redonidillos de cuarzos, plagioclasas y microclinos.

c) Dacita y toba homogénea

Están distribuidas extensamente del oeste al este de esta zona. Está presupuesto que el centro de las actividades de estas dacitas se localiza en el monte Queva. Generalmente tiene la litofacie diversa y varían desde las cuarcíticas que contienen los fenocristales de grano grueso o medio hasta las vítreas. Contienen en gran cantidad los xenolitos de esquisto y cuarcita de 2 - 5 cm de diámetro. Generalmente se desarrollan las articulaciones y fallas, rellenadas por las calcitas y ceolitas, y ocurren las zonas mineralizadas de plomo-plata y antimonio a lo largo de las fallas (minas de Esperanza, California, Victoria, etc.).

En algunas partes se observan las separaciones de tobas de 10 - 200 m de espesor. También es posible que una parte de dacitas sea una toba homogénea en forma de bloque.

La edad de actividades de las dacitas pertenecen supuestamente al Mioceno Superior al Plioceno y su espesor excede 700 m.

El sistema Cuartario está compuesto por las andesitas, tobas homogéneas, basaltos y aluvios.

(a) Andesitas y tobas homogéneras

Como las dacitas antedichas, estas rocas ocupan una superficie amplia en esta zona. Las lavas andesíticas contienen en gran cantidad los fenocristales de plagioclasas y biotitas y son algunas veces porfídicas. Contienen los xenolitos de andesitas o dacitas.

Las tobas, de poca cantidad, se encuentran en forma de separaciones, y usualmente son tobas en bloque sin estratificación, rico en biotitas. Además, las andesitas basálticas en el nordeste son ricas en fenocristales de plagioclasas y según su localización pueden funer estructura de flujo.

(b) Basaltos

Están distribuidos al norte y nordeste y los centros de efuxión son los montes de San Geronimo y Negro. Están compuestos principalmente por las lavas ricas en plagioclasas y piroxenos y se encuentran en algunas localizaciones hay las partes que indican las estructuras de flujo y las vesiculares respectivamente.

(c) Aluvios

Los aluvios y depósitos lacustres están distribuidas a lo largo de la textura de avenamiento actual.

(2) Estructura geológica

Esta zona sufrió los movimientos tectónicos intensos en la edad terciaria superior, influenciados por la Orogenia Andina y se ocurrieran los fallamientos de dirección N-S por las fuerzas compresivas de rumbo E-O, acompañados por la actividad de las dacitas. Paralelamente se formaron las fisuras del sistema E-O y así se completó más o menos la estructura geológica actual.

Simultáneamente con la formación de las fisuras del rumbo E-O, ocurrió la mineralización. Además, practicamente todos estes movimientos tectónicos se terminaron en el Terciario y sin mucha influencia en el Cuartario.

(3) Yacimientos minerales

Todos los yacimientos minerales de esta zona son vetas hidrotermales y pueden ser subdividos en es cuatro tipo siguientes:

i. Zona mineralizada de plomo-plata: minas de Esperanza y California.

ii. Zona mineralizada de plomo: sin valor económico.

iii. Zona mineralizada de antimonio: minas de Esther y Victoria.

iv. Zona mineralizada de manganeso: sin valor económico.

De las zonas mineralizadas antedichas, las importantes de interés económico son las zonas mineralizadas de plomo-plata y antimonio.

1) Zona mineralizada de plomo-plata

Las minas de Esperanza y California son los yacimientos minerales formados por la mineralización de plomo-plata de misma característica y ambas poseen las rocas dacíticas como rocas de caja respectivamente. Estas minas son los yacimientos de vetas que se generan en las fallas de rumbo N-E y sus minerales principales son las galenas argentíferas, acompañadas, además, por las piritas, calcopiritas y esfaleritas. Como minerales

secundarios san conocidos cerusita, beudantita, malchita, azurita, calcocita, covellina, limonita, etc. y se encuentran los minerales matrices son cuarzo, calcita, clorita, sericita, caolín, etc.

a) Mina Esperanza Altura : 4.700 - 4.800 m

Está ubicada en el flanco este de la sierra Aguas Calientes y dista unos 25 km de San Antonio de los Cobres. El yacimiento es hidrotermal, formado a lo largo de las fallas con rumbo N 70° E, de inclinación casi vertical. En la superficie, se han efectuados aquí y allí prospecciones que exceden 2 km. A una altura de 4.700 m se hacen actualmente en exploración y explotación. En la galería de exploración a 4.700 m está se siguiéndo las vetas a lo largo de las fallas hasta approximadamente 90 m de la entrada. Las vetas son totalmente arcillosas. Los análisis por el rayo X de las muestras sacadas indican que la parte arcillosa está compuesta por un complejo de minerales alterados de beudantita, clorita, sericita, caolín, cuarzo, etc., además de calcita y pequeña cantidad de pirita.

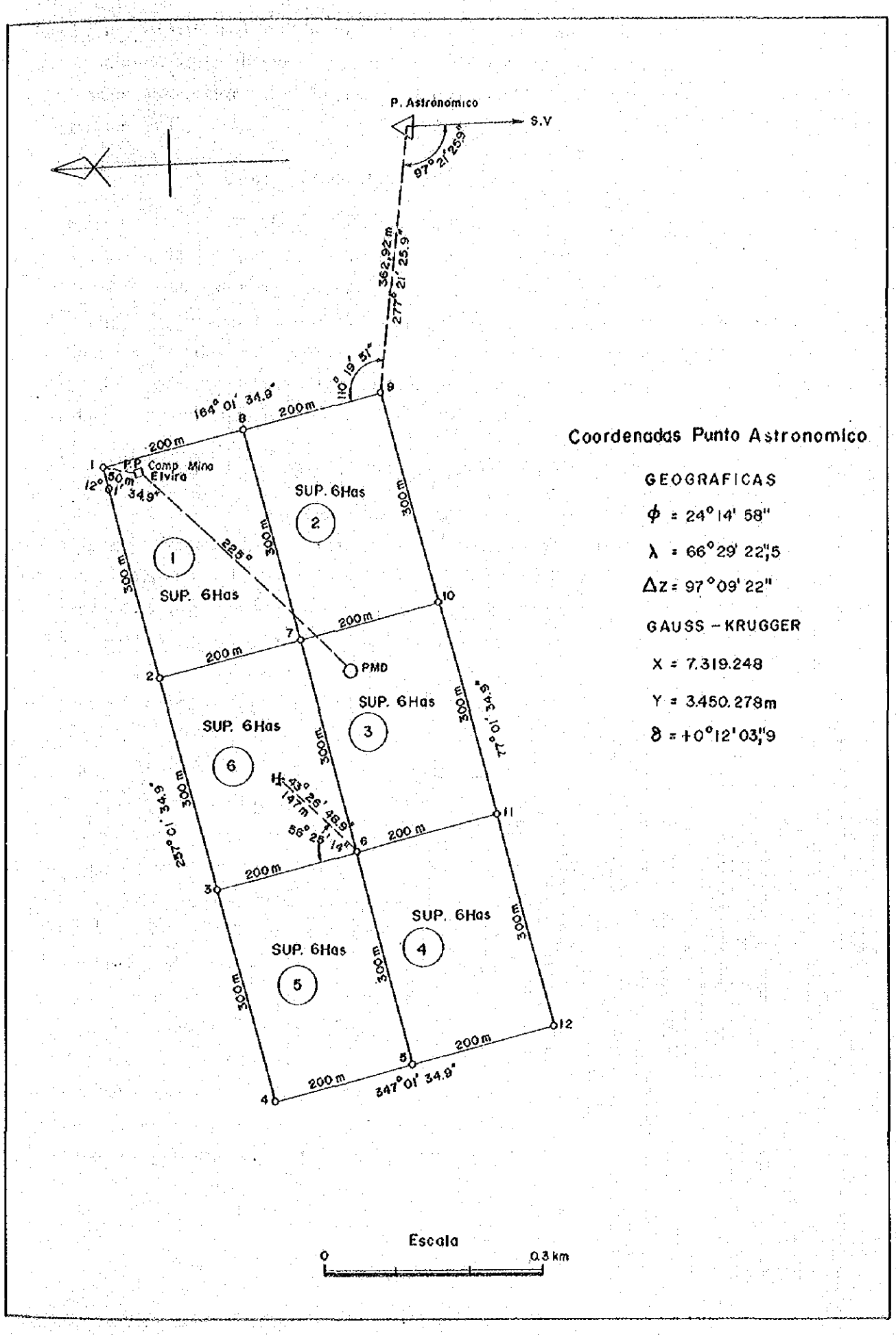
El yacimiento presenta dimensiones considerablemente variables, es decir, 20 - 30 cm en la parte estrecha y 1 - 2 m en la parte ancha, y no puede decirse que el potencial de veta es estable. Pero, se espera que la situación se mejore en los nivel inferior porque la extensión horizontal de la veta principal continua larga y el nivel de 4.700 m ahora investigada corresponde al estrato superior de la litofacie dacítica. Hay otros vetas paralelas, pero no fueron exploradas.

Actualmente está explorada y explotada parcialmente por medio de equipos simples (compresores, perforadoras de roca), La producción de minerales crudos es de unas 200 - 300 toneladas por mes. El grado de plomo y plata crudos es de 12 % Pb y 200 g/t Ag.

b) Mina California Altura : 4.850 m

Se enecuentra ubicada a 3.5 km al sur de la mina Esperanza y actualmente está suspendidos los labores. Está compuesta por tres vetas paralelas que distan 100 - 200 m respectivamente. La Veta Norte, Veta Central y Veta Sur son los yacimientos de vetas hidrotermales con rumbo N 70° E o EO, con las dacitas como rocas de caja. Las características de las vetas son similares al yacimiento Esperanza. Cada veta está explorada aquí y allí en la superficie con extensión de 100 a 700 m por medio de zanjas, hoyos, etc. y en algunos puentes se están efectuándo la exploración por galerías. La oxidación es notable en la superficie y en muchos caros los minerales metálicos ya no se quedan como resultado del lavado. Las vetas son arcillosas y están compuestas por clorita, sericita, caolín, cuarzo calcedónico, calcita, etc. y los minerales metálicos están compuestos principalmente por las galena, acompañadas por pirita, calcopirita y esfalerita. El contenido de plata en la galena es alto. El ancho de veta es variable como en Esperanza, desde 20 cm

Fig. F-3 MAPA CON UBICACION DE LAS PERTENENCIAS EXISTENTES DE MINA ESPERANZA



hasta 2 m. El potencial mineral no es muy predominante en la superficie, pero se espera que se mejoren las condiciones en el inferior. Por consiguiente, es deseable efectuar la exploración subterránea por perforación. La distribución de las zonas mineras de este área se indica en la Fig. F-3.

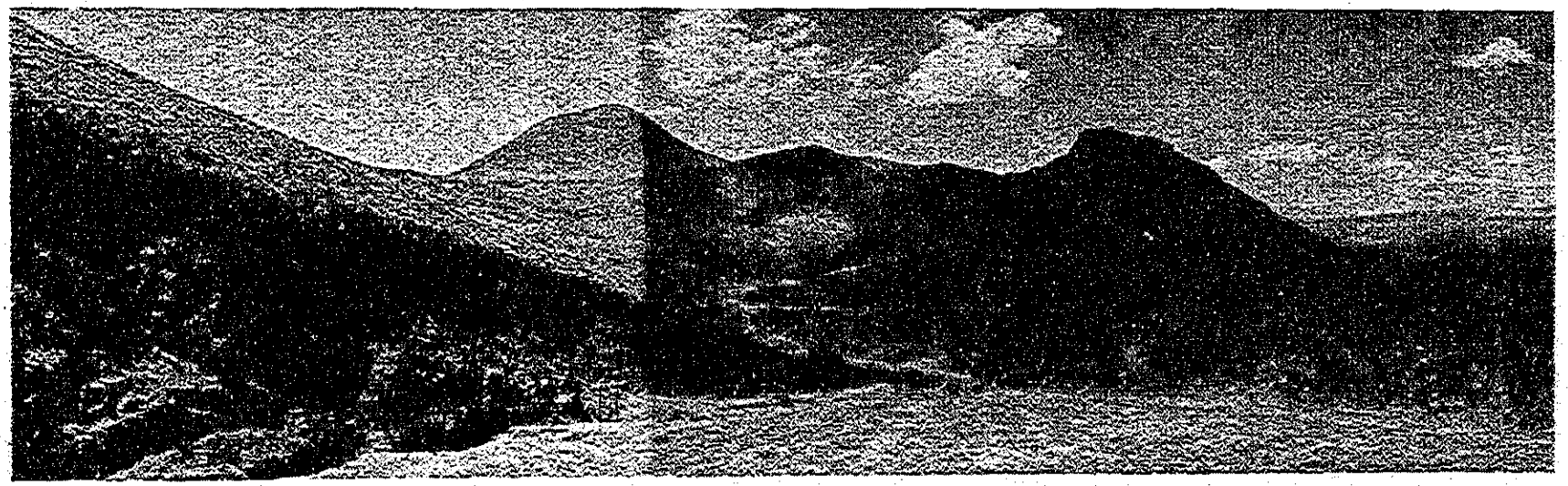
2) Zona mineralizada de plomo

Diferentemente de la zona mineralizada de plomo-plata descrita en el inciso anterior, la roca de caja de esta zona está compuesta por las dacitas y andesitas superiores, formadas por la mineralización más moderna. La zona mineralizada está ubicada a lo largo de la zona de fractura con rumbo N 80° O y la roca de caja está silicificada. Los minerales metálicos son galena, baritina, cuarzo, cerusita, hematita y limonita. La mina La Olbidada corresponde a este tipo de yacimiento, pero no tiene valor económico porque es pobre la zona mineralizada.

3) Zona mineralizada de antimonio (Fig. F-4)

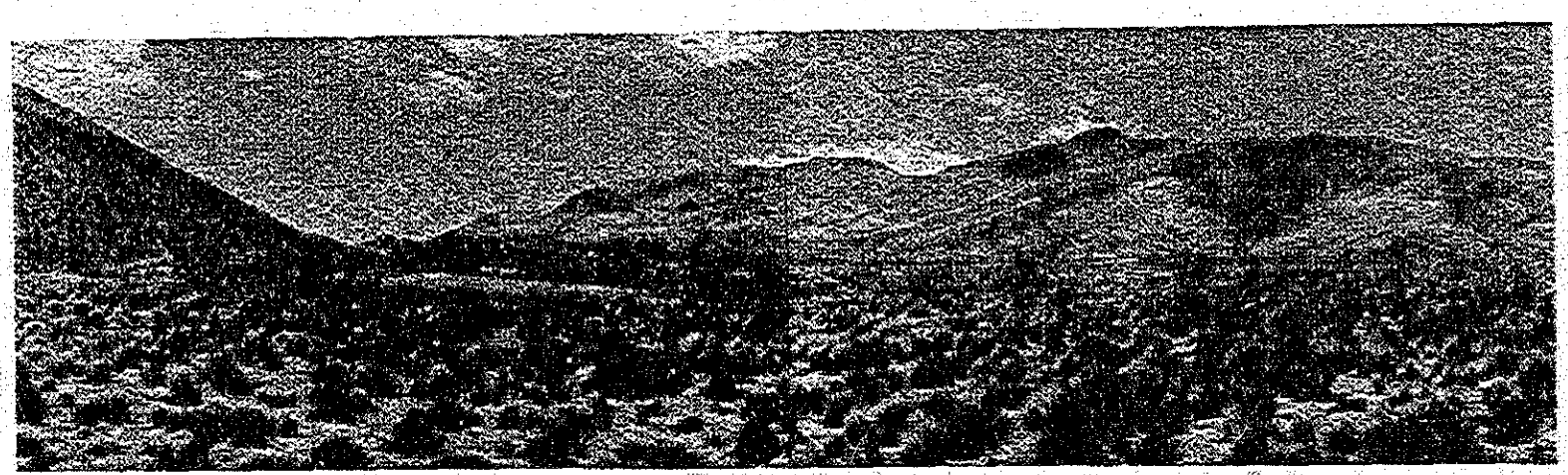
Las minas de Esther y Victoria pertencen a esta categoria de mina. La veta tiene el rumbo N 50 - 70° O, inclinación 70 - 90°. En la mina Victoria la extensión máxima de veta en la superficie es de 600 m. Los minerales metálicos son similares en ambas minas y existen los yacimientos primarios de estibina, pirita y algunas esfaleritas, y los minerales oxidados de limonita y ocre de antimonio. La ganga es el cuarzo calcedónico. Las estibinas son idiomórficas en forma de aguja y en muchos casos forman los agregados radiales en las matrices de cuarzo. En la mina Esther la exploración está en ejecución en dos niveles de galerías y numeroses hoyos de zanjeo, pero no son favorable las condiciones minerales. En la galería superior se encuentran dos vetas de cuarzo calecedónico, con extensión de 10 m y 40 m y ancho de 2 cm y 80 cm respectivamente, parcialmente ricas en estibina, pero de bajo grado de antimonio y sin interés comercial. La mina Victoria está compuesta por dos vetas: Veta Norte y Veta Sur. La Veta Norte es una veta de falla de rumbo N 65 - 70° O y inclinación 85 - 90° O. Su totalidad es cataclástica y vetillas de cuarzo y estibina se rellenan y aglomeran entre las brechas. La exploración está sendo efectuada por hoyos de zanja en la superficie y parcialmente por galerías. La Veta Sur, con rumbo N 40° O y inclinación 90° ±, es una zona de fractura de 8 - 12 m ancho. Está totalmente silicificada y presenta la apariencia de dique. La exploración está sendo ejecutada por hoyos de zanja y parcialmente por galerías. En la superficie se observa solamente una zona notablemente silicificada y casi ningun mineral de antimonio tal como estibina. Pero, se observan muchos poros que se presumen como indicios de sulfuros, y es posible que mejoren las condiciones mineras en la parte inferior a la zona meteorizada.

Foto-F1



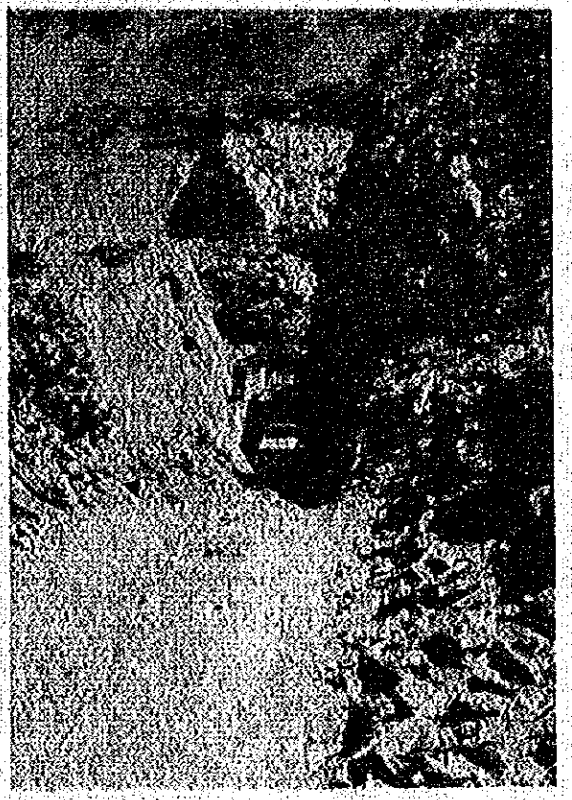
Afloramiento de Veta de Mina Esperanza

Foto-F2



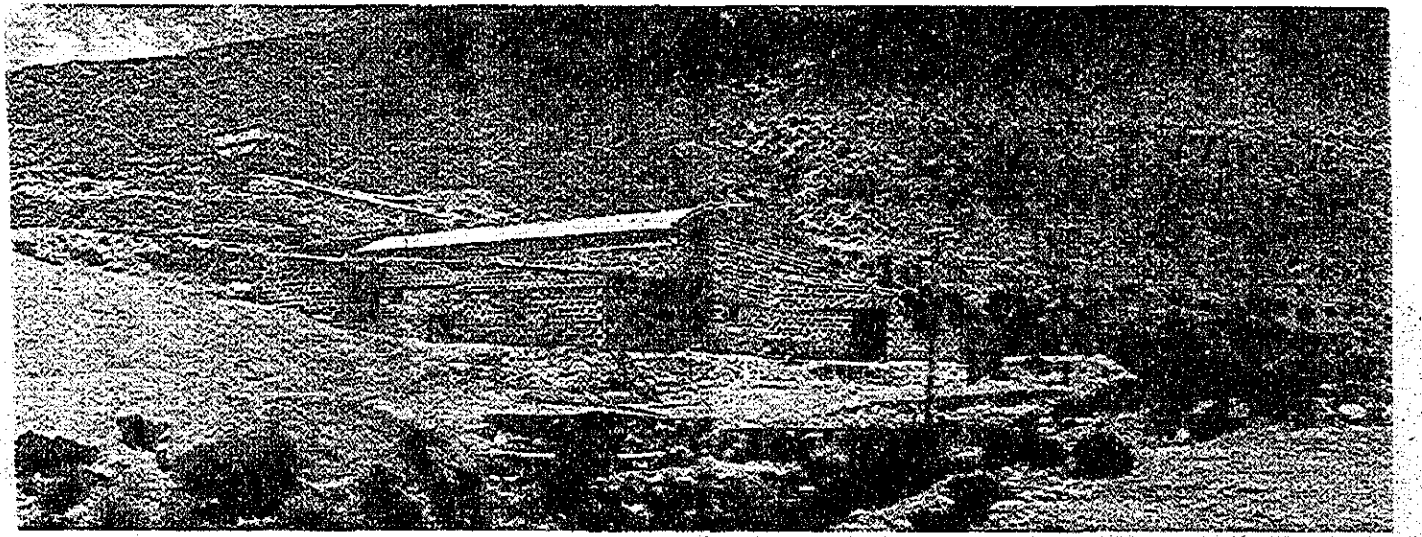
Zona de Alteracion (Esperanza)

Foto-F3



Mina Esperanza

Foto-F4



Planta de Mina Esperanza

Foto-F5

Mina California

Fig.F - 4 MAPA GEOLOGICO Y METALOGENETICO DE SECTOR DE MINA ESTHER Y VICTORIA (ESPERANZA - INCACHULE)

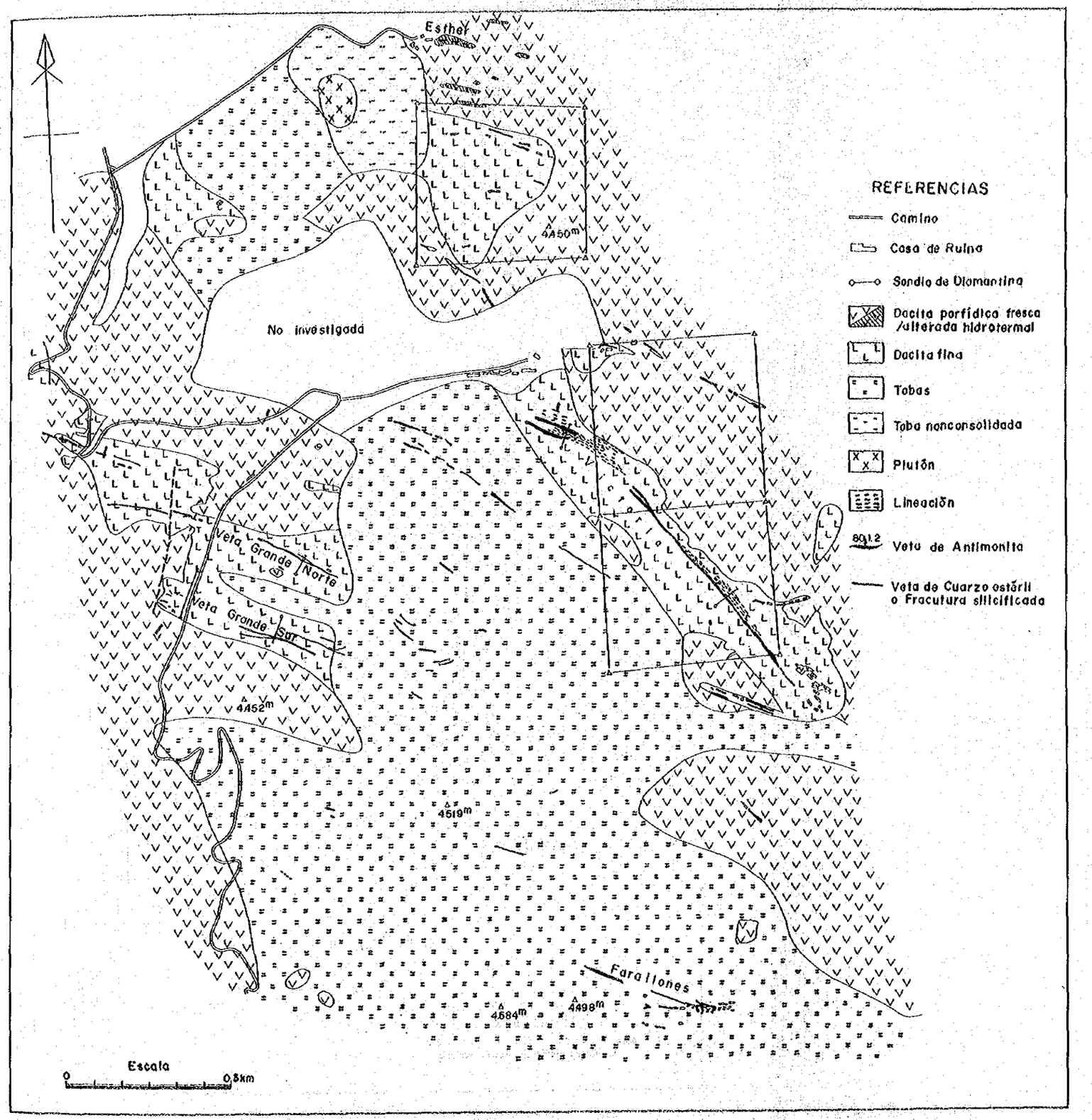
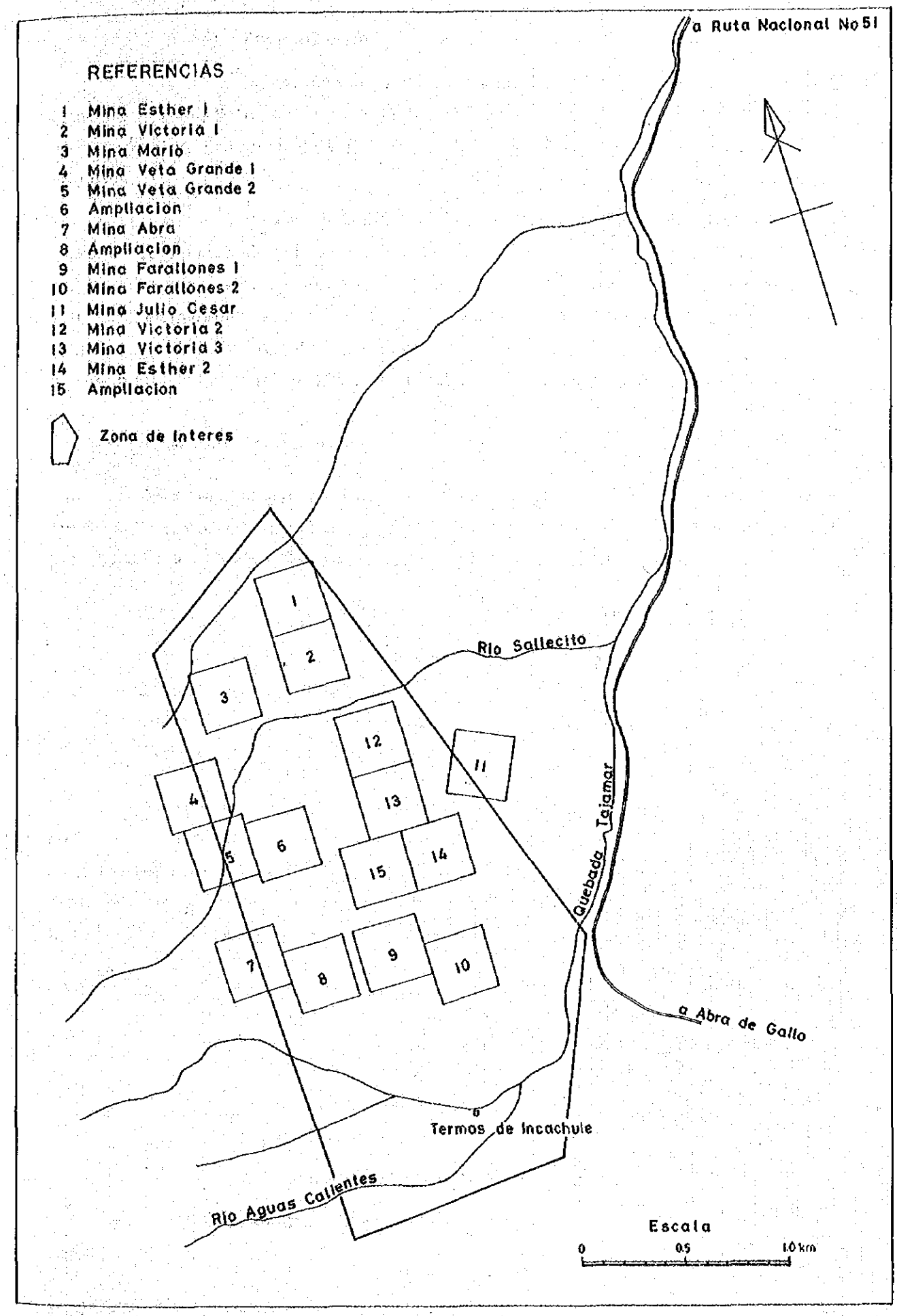


Fig.F-5 MAPA CON UBICACION DE LAS PERTENENCIAS EXISTENTES EN REGION DE LAS MINAS "VICTORIA — ESTHER"



4) Zona mineralizada de manganeso

Se encuentran indicios de mineral de manganeso en el sitio llamado Incachule 3 km al oeste del Cerro Negro. Se observan en las fisuras de andesitas fracturadas los minerales de manganeso de bajo grado y sin valor económico, compuestos por psilomelano, pirolusita, etc.

De los yacimientos de la zona Esperanza-Incachule, las zonas mineralizadas de plomo-plata de (3) - 1) y las zonas mineralizadas de antimonio de (3) - 3) se consideran originadas de las actividades post-volcánicas de dacitas en la edad terciaria superior y su edad metalogénica se considera casi coincidente con los yacimientos de tipo pórfido de cobre de Taca-Taca y vetas de cobre-zinc de Capillitas. Son yacimientos interesantes por su similitud a los de vetas de la región de toba verde asignados al Neogeno en el Japón.

4-2-3 Resultados de exploración

Esta zona ha sido zona minera por muchos años y cada mina es una propiedad privada. La localización de zonas mineras se indica en la Fig. F-5. Las zonas mineras de cada minas y los propietarios de derechos de las minas son como sigue:

Mina	Propietario de derechos	Pertenencia
Esperanza	Jose Nioi	7
California	Desconocido	3
Esther	Mario de Nigri	15
Victoria	F. Boero	

La exploración en esta zona fue limitada a la exploración directa de los afloramientos por zanjas, hoyos, galerías, etc. efectuada por las firmas privadas y propietarios de derechos de minas hasta 1972 y no fue realizado un estudio global y planificado. Se ha efectuado desde 1972 las siguientes exploraciones planificadas y sistemáticas por el Plan NOA-I y se han estudiado globalmente el potencial de los yacimientos de esta zona.

Primera fase: Se efectuaron las siguiente tareas por los ingenieros tenendo el Grupo Asesor Minero Alemán como equipo principal:

1. Levantamientos geológicos y análisis de aerofotografías (1/25.000).
2. Prospecciones geoquímicas (sacado de 2.344 muestras de suelo, 500 muestras de roca y análisis de tres componentes de Pb, Zn y Cu).
3. Investigaciones de vetas metalíferas.
4. Estudios litológicos de muestras de rocas.

Segunda fase: Fueron realizadas las siguientes tareas por los ingenieros y geólogos de la Jefatura de Investigación de los Recursos Naturales Geológicos de Salta de las Fabricaciones Militares:

1. Selección de 180 km² de zonas prometedoras dentro de la Area de Reserva de 400 km².
2. Pruebas para determinar el método de exploración geoquímica eficaz.
3. Trazado de mapas estructurales (1/25.000) (análisis de aerofotografía).
4. Exploraciones geoquímicas de rocas (intervalo entre cursos de 300 m, sacado de 236 muestras y análisis de Pb, Zn Ag y Sb).
5. Construcción de caminos de 2 km.
6. Zanjas (20 m x 2).
7. Prospecciones magnéticas (8 cursos), método de inducido-polarización y método de resistividad (6 cursos).
8. Levantamientos topográficos.

(1) Prospección geoquímica

Se han efectuado sobre toba zona durante las primera y segunda etapas del Plan NOA. Los resultados de las prospecciones geoquímicas se han analizado globalmente. Los resultados de tratamiento estadístico de los valores analizados son como sigue:

	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	
Fondo	20	120	50	Distribución de frecuencia
Umbral	20 - 40	120 - 240	50 - 100	
Anomalía	40	240	100	
Fondo	24	110	50	Curvas acumulativas
Umbral	24 - 90	110 - 270	50 - 100	
Anomalía	90	270	200	
Fondo	25	120	50	Registro en el mapa
Umbral	26 - 90	121 - 210	51 - 200	
Anomalía	90	210	200	

En el tratamiento estadístico de los datos arriba mencionados, fueron excluidas las muestras contaminadas de las cercanías de las minas existentes. También, en el muestreo de exploración geoquímica, fueron seleccionados los puntos de muestreo

sobre las líneas cruzadas en ángulo recto a la línea estructural. El intervalo de muestreo fue de 300 m. De los resultados de las exploraciones geoquímicas fueron descubiertas las zonas anormales que se consideran como las zonas mineralizadas en cinco puntos.

(2) Prospección geofísica

Se han efectuados por el método de inducido-polarización, método de resistividad, prospección magnética y prospección sísmica. Dentro de estas tareas, la más sistemática fue el método de indicido-polarización, que se realizó en seis cursos y fueron descubiertas las zonas anormales que se consideran respectivamente como zonas mineralizadas. Las prospecciones magnéticas se efectuaron en ocho cursos y se observaron las zonas anormales negativas correspondientes a las fallas. De los resultados del método de resistividad efectuado junto con el método de inducido-polarización y de los resultados de la prospección sísmica por el método de refracción, fue confirmada la extensión al oeste del yacimiento Esparanza, fue descubierta la zona mineralizada con estructura similar en las cercanías del yacimiento Esperanza y se determinó el espesor del suelo de superficie. Sus detalles son desconocidos.

4-3 Zona Nevado de Queva

La zona Nevado de Queva corresponde a la Area de Reserva No.17.

4-3-1 Geografía

(1) Ubicación y acceso (Fig. 3, F-1)

Está ubicado en Los Andes, provincia de Salta, unos 280 km al oeste de la ciudad Salta, 80 km al oeste de San Antonio de los Cobres, 20 km al nordeste de Salar de Pocitos y en la ala oeste de la cordillera Nevados de Pastos Grandes. El Area de Reserva posee una superficie de unos 422 km². Los números de los mosaicos de aerofotografías del Plan NOA-I corresponden a 11B1 y 11B2.

En aguas arriba de la cañada Incahuasi se quedan los edificios de la mina Armonia de la Cía. Minera Picasa que pueden ser utilizadas como campamento de base para reconocimiento de esta zona.

En las cuencas de las cañadas de Grande y Mamaturi no hay caminos y debe llegarse a pie o a lomo de mula.

(2) Topografía y clima

La zona entera pertence a la Puna según la clasificación topográfica argentina y corresponde a la topografía de altiplanicie con altura del orden de 4.000 m s.n.m.

La Area de Reserva está a altura de 4.500 a 5.000 m y están distribuidos en forma casi semi-circular los estratovolcanes del Cuartario tales como El Queva (6.200 m), Azufrera (5.800 m), Azufre (5.800 m), Quironcolo (5.500 m), formándose una topografía montañosa. Los cumbres de estes volcanes están recubiertos con glaciares todo el año y se desarrolla la topografía glacial del flanco hacia el cumbre. En los medios de de corriente de las cañadas principales están sedimentadas las morenas.

El clima es el árido continental con precipitación extremadamente escasa y casi sin vegetación.

La temperatura alcanza a 20° C en el verano, pero baja a −26° C en el invierno. Por consiguente, es conveniente efectuar las investigaciones de campaña en el verano, de octubre a abril.

La población más cercana es Salar de Pocitos. Su población es de 100 - 200 habitantes. Hay una estación del ferrocarril internacional que conecta la ciudad Salta y Antofagasta de Chile y la mayoría de la población trabaja en el ferrocarril. Como en la zona de Esperanza-Incachule no se encuentran en las cercanías industria ni pueblo notable. Está poblada muy escasamente.

4-3-2 Características geológicas y yacimiento mineral

(1) Geología general

Este sector está compuesto por las rocas volcánicas atribuidas al Terciario y Cuartario que forma los montes altos de Nevado de Queva (6.200 m), Azufre (5.800 m), etc. y parcialmente están distribuidos los granitos atribuidos al Ordovícico y Silúrico y en pequeña extensión las rocas sedimentarias atribuidas al Terciario. La estratigrafía normal es como sigue:

Cuartario	Sedimentos glaciales, aluvio, ignimbrita dacítica, Rumibola Cuartario (andesitas)
Terciario	Estrato Pucará (dacitas), grupo Pastos Grandes, subgrupo Santa Barbara
Silúrico	Granitos
Ordovícico	Estrato Acoyte (?)

La edad de mineralización de esta zona se considera pertenecente a la etapa final de actividad del estrato Pucará.

El Ordovícico, llamado estrato Acoyte, está compuesto principalmente por

las pizarras y filitas bien estratificadas e intercala algunas lutitas, cuarcitas y grauvacas. Las pizarras son fisiles y en algunos casos está desarrollada una veta de cuarzo de 1 - 2 cm ancho. Generalmente está levemente metamorfizado y parcialmente está desarrollada la estructura de plegamiento. Se producen en gran cantidad los fósiles de graptolitas. Se lo atribuye al Ordovícico.

Los granitos, atribuidos al Silúrico, son rocas similares a los distribuidos extensamente en las zonas Esperanza-Incachule y Taca-Taca.

El Terciario está compuesto por el subgrupo Santa Barbara, grupo Pastos Grandes y estrato Pucará.

El subgrupo Santa Barbara está compuesto principalmente por las areniscas dolomíticas. Influenciado por los movimientos tectónicos, está inclinado escarpadamente.

El grupo Pastos Grandes está compuesto por las areniscas de color gris o gris blanquecino y rocas de fango. Corresponde a la sedimentacipón continental que se compara con el grupo Calchaqui.

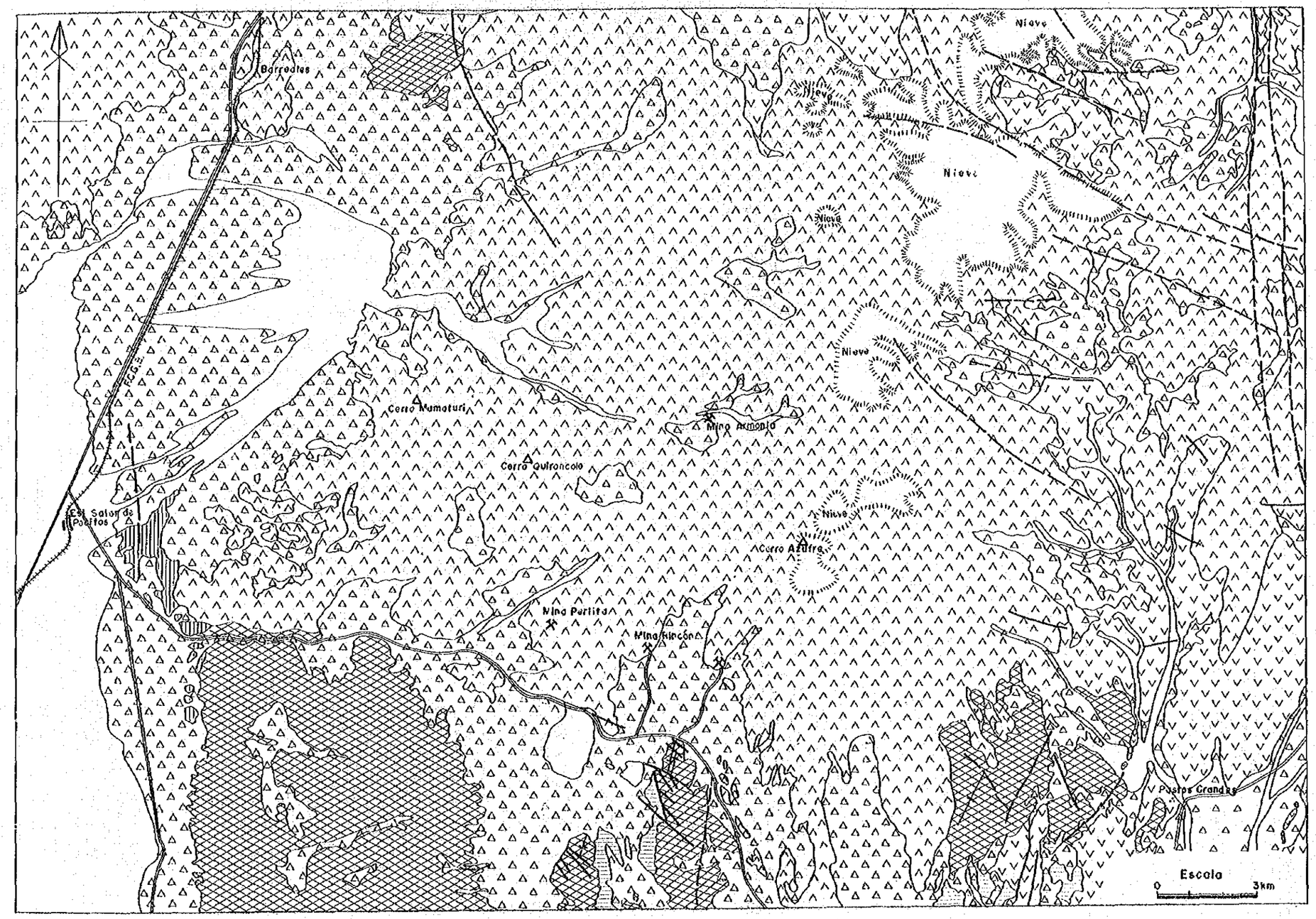
El estrato Pucará, anteriormente atribuido al Cuartario, es ahora atribuido al Terciario Superior por comparación con la edad de las rocas similares de otras localizaciones de la Puna. Forma el núdeo de los volcanes El Queva y Azufre y está distribuida extensamente en las cuencas del Toro Grande, Incahuasi, Mamaturi, etc. Es formado principalmente de lavas dacíticas, acompañadas por tobas de misma sustancia y andesitas que contienen cuarzo. Las dacitas tienen color gris blanquecino o gris y son ricas en cuarzos de cercade 2 mm y fenocristales de plagioclasas. En aguas arriba y medios de las cañadas de Incahuasi, Toro Grande y Mamaturi, en muchos casos es imposible distinguir las rocas por la decoloración debida a la alteración hidrotermal y destrucción de las texturas primarias.

El Cuartario está compuesto por el estrato Rumbiola, ignimbritas dacíticas y sedimentitas glaciales.

El estrato Rumbiola está formado principalmente por las lavas andesíticas y intercala las tobas de la misma sustancia. Las andesitas son las coladas de lava compactas de color gris oscuro o gris parduzco, ricas en fenocristales de plagioclasa y la tierra firme está compuesta por las texturas intergranulares. Los minerales fenocristales están acompañados por algunas biotitas, piroxenos y raramente cuarzos, además de plagioclasas. En el centro de efusión se encuentran en gran cantidad las lavas de andesitas y hacia la periferia aumenta las tobas de misma sustancia.

Están distribuidas las ignimbritas dacíticas en la cuenca de cañada de Mamaturi. Estas indican las estructuras aglutinadas típicas y se parecen a las ignimbritas de

Fig. F-6 MAPA GEOLOGICO REGIONAL DE ZONA DE NEVADO DE QUEVA



REFERENCIAS

Cuartario	Aluviones	
	Depositos glaciales	
	Andesitas - Formacion Rumibola	
Terciario	Dacitas - Formacion Pucara	
	Grupo de Pastos Grandes	
	Grupo de Santa Barbara	
Ordovicico	Formacion de Acoyte	

Falla
Anticlinal
Sinclinal
Rumbo y Buzamiento
Nieve
Mina

misma sustancia del Cuartario en el Japón. El vidrio negro extiende en forma lenticular y está desarrolladas las diaclasas columnares. Contiene en gran cantidad los cristales de cuarzo astillosos de 1 - 3 mm. En el Noreste Argentino reportado este tipo de ignimbritas hasta ahora, pero posible que se distribuyan tambien en otras zonas.

(2) Estructura geológica

Los volcanes de El Queva, Azufre, Azufrero, etc. son estratovolcanes compuestos y su distribución se relaciona estrechamente con la estructura geológica. Es decir, estas actividades volcánicas reflectan los movimientos post-orogénicos de la Orogenia Andica. Por ejemplo, el volcán El Queva está ubicado a la intersección del rumbo N-S de los Andes de y la línea estructural de NO-SE que se cruza diagonalmente con la cordillera. También la distribución plana de las zonas mineralizadas se limita regionalmente por una estructura geológica similar.

En la zona El Queva se encuentran las fallas de dirección NE-SO a NNE-SSO y NO-SE a NNO-SSE y la falla del sistema NE a NNE está generalmente acompañada por la zona de fractura. Su época de actividades anterior a la del estrato Rumibola.

Esta zona de fractura alcanza la anchura de 5 a 10 m en la cañada de Incahuasi y forma el paso de la solución de mineral y el sitio de actividades de exhalación, están do las rocas en las cercanías marcadamente alteradas. Las fallas de dirección NO-SE a NNO-SSE son más nuevas que las actividades de andesitas y en la cañeria Incahuasi hizo desplazarse unos 200 m las fallas de dirección NE-SO a NNE-SSO, pero no hay relación directa con la mineralización.

(3) Zonas mineralizadas (Fig. F-7)

En la Area de Reserva No.17 están conocidas las minas de Rincon, Perlita, Armonia, etc. Este área corresponde a una zona alterada en gran escala originada por las actividades post-ígneas de dacitas y las minas antedichas se incluyen en esta zona alterada.

La zona alterada está distribuida con su centro en la cañada de Incahuasi y si extiende en el rubro N-S. Diferente de la alteración de la mina Esperanza y zona de Taca-Taca, se parece a una zona de alteración geotérmica regional en la etapa final de las actividades volcánicas. Especialmente en los locales que se supone tengansido las fumarolas volcánicas en equella época o sus cercanías, las dacitas, rocas de caja, están brechadas y decoloradas y sufrieron fuerte argilización, sericitización y algunas veces silicificación. Los minerales manganesíferos se rellenan entre las brechas a dacita. En una parte de las minas fueron explotados los minerales manganosíferos. Parcialmente están desarrolladas las perlitas y otros y en una mina las perlitas están en explotación a cielo abierto como materias primas para industria (mina Perlita).

Se observa una determinada form en el cambio de la zona alterada con centro en fumarola. Es decir, se encuentra en la cañada Incahuasi una disposición zonal des desdeel centro de la fumarola hacia su borde, como se describe abajo:

a) Zona central

Es imposible distinguir las texturas de las rocas crudas por causade fuerte argilización y sericitizacipón. En algunos puntos se sedimentaron en gran cantidad el azufre y en éste está diseminada la pirita.

b) Zona media

La alteración es más ligera que a). Especialmente la sericita desaparece casicompletamente y en cambio se sumenta el caolín. En esta zona se observan los fenómenos cavsados por la silicificación.

c) Zona de bordes

Se observa principalmente la silicificación y se soperpone una ligera argilización. La textura de las rocas crudas está conservada y es distinguible. En esta zona se superpónen mutuamente varias alteraciones como arriba mencionadas y se complica la disposición de zonas alteradas. Además, se encuentran acompañada el yeso y alunita en una parte de las zonas alteradas de a) y b).

En las proximidades de la mina Armonia en aguas arriba de la cañada Incahuasi, se encuentran la galena, esfalerita y pirita diseminadas en dacitas y están efectuadas las exploraciones por levantamiento de superficie y galería. La galena es argentífera y se dice que alcanzó 40 kg/t Ag. Se explotaron los minerales plomo-plata, pero se han suspendidos los labores por causa de su pobre potencial.

Los sulfuros antes mencionados se depositaron en la fase final de alteración geotérmica y se consideran diferentes de los sedimentados de soluciones hidrotermales normales.

4-3-3 Resultados de exploración

Este sector fue seleccionado por las razones siguientes:

1. Existencia de amplia zona alterada.
2. Anomalías observadas en exploraciones geoquímicas en las cañadas de Grande y Mamaturi.
3. Minas existentes de Armonia, Perlita, etc.
4. Líneas estructurales, fallas, etc. desarrolladas y estructura complicada.

Se firmó en 1972 un contrato de exploración entre Falconbridge y la Cía. Minera PICASA, propietaria de la mina Armonia. La firma Falconbridge efectuó las prospeccionas globales para yacimiento de tipo pórfido de cobre, pero no pudo descubrir una zona mineralizada. Las tareas exploratorias ejecutardas por Falconbridge son como sigue:

a) Levantamiento geológico en detalle.
b) Prospección geoquímica detallada.
c) Método de inducido-polarización y prospección magnética detallada.
d) 5 sondeos (profundidad máx 120 m).

Los datos de exploración de Falconbridge en esta zona no son disponibles y sus detalles son desconocidos.

Las Fabricaciones Militares ha efectuado en esta zona las tareas exploratorias siguientes desde 1974.

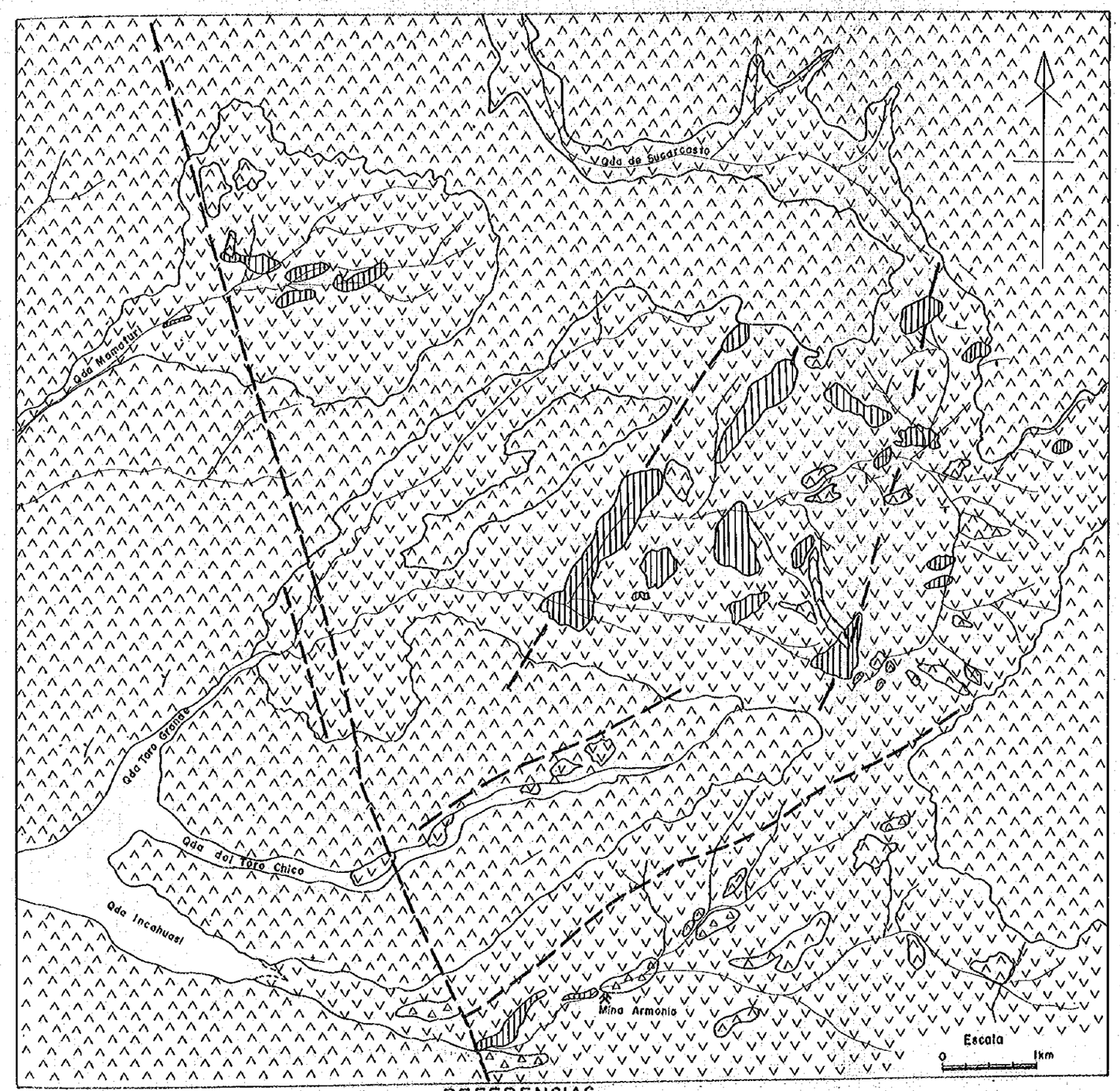
a) Reevaluación de zonas alteradas en la cuenca de la cañada Incahuasi (levantamiento geológico, prospección geoquímica).
b) Reconocimiento en la cuenca de las cañadas de Toro Grande y Mamaturi, análisis de aerofotografías, prospección geoquímica y estudio de minerales alterados.

Las situaciones actuales de cada mina son como sigue:

Mina Armonia: Altura 4.800 m. Yacimiento de plomo y plata. Labores suspendidos. Las instalaciones fueron removidas y en la mina quedan solamente dos edificios. Están derrumbadas las antiguas galerías que fueron exploradas y desarrolladas en pequeña escala y no se puede entrar. El volumen de minerales restantes es menos de 1.000 t. En las dacitas metamorfoseadas se observan zonas ligeramente mineralizadas, principalmente de galenas, pero la observación en la superficie no indica factibilidad de explotacipón. La distribución de minas de esta zona se indica en la Fig. F-8.

Mina Perlita: Altura 4.530 m. Perlitas en explotación. Se está explotándo 50 t/día de perlitas a cielo abierto, que se despachan para cemento y filtro. De los resultados de las observaciones en la superficie, se encuentran afloradas, en extensión de unas centenas de metros de diámetro, las perlitas de dacitas y el volumen de minerales se considera de uarios millones toneladas. Su calidad y condiciones geográficas son los problemas a seren considerados en el futuros.

Fig. F-7 MAPA GEOLOGICO DE NEVADO DE QUEVA



REFERENCIAS

- Aluviones
- Andesita (Formación Rumibola)
- Dacitas (Formación Pucará)
- Falla Post Rumibola
- Buzamiento de Vulcanitas
- Brecha
- Zona de Alteración
- Mina

Fig. F-8 MAPA DE DISTRIBUCION DE MINAS
ZONA DE NEVADO DE QUEVA

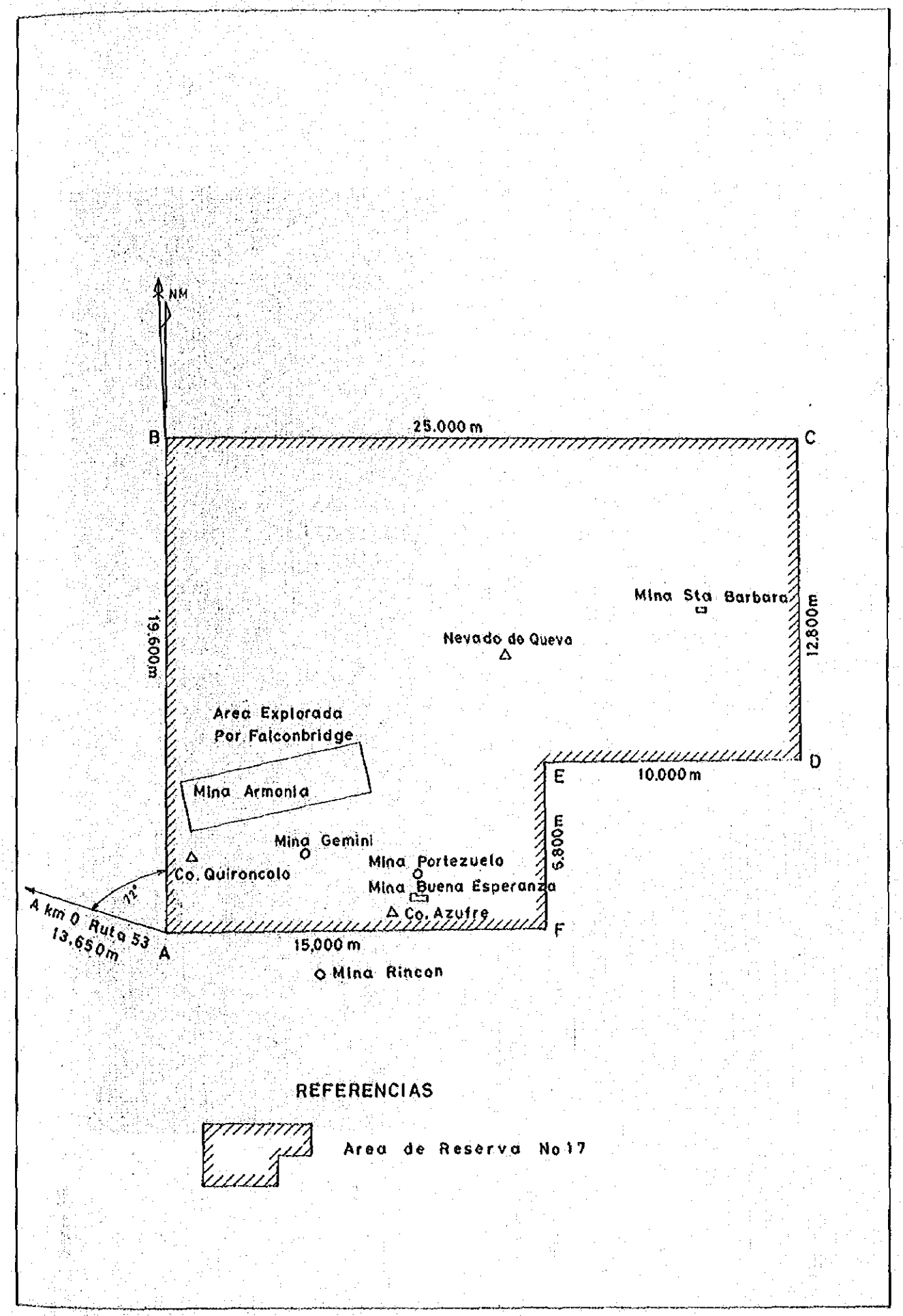


Foto-F6

Mina Armonia
(Nevado de Queva)

Foto-F7

Mina Armonía

(Nevado de Queva)

Foto-F8

Zona de Alteracion de Quebrada Inrahuasi (Nevado de Queva)

Foto-F9

Mina Perlita (Nevado de Queva)

Mina Rincon: Altura 4.460 m. Yacimiento de manganeso. Labores suspendidos. Actualmente quedan las ruinas de explotación a cielo abierto de minerales manganesíferos. Parece que la explotación fue suspendida sin provecho debido a su baja ley y pequeña escala. Surfió la alteración hiderotermal similar a la mina Perlita. Las dacitas, rocas de caja, se encuentran brechadas por las exhalaciones volcánicas y los minerales manganesíferos se rellenan entre las brechas. Casi todas las brechas daciticas son perlitas parcialmente silicificadas. La zona mineralizada de manganeso es pobre totalmente y es fuera de la cuestión como yacimiento de manganeso porque es de bajo grado.

4-4 Zona de Taca-Taca

La zona de Taca-Taca corresponde la Area de Reserva No.19. Comprende una superficie de 316.400 km², donde se encuentran las minas de Arizaro, La Sarita, etc.

4-4-1 Geografía

(1) Ubicación y acceso (Fig. 3, F-1)

Se localiza en la borde oeste del Salar de Arizaro y pertence al departamento Los Andes de la provincia de Salta. Se limita al alcance de la latitud sur de 24°30′ - 24°15′ y longitud occidental de 67°30′ - 68°00′. Se llega a esta zona situada en el borde oeste del Salar de Arizaro y en el borde este de la Sierra Taca-Taca, via San Antonio de los Cobre, Cauchari (235 km), Salar de Pocitos (267 km) y Tolar Grande (354 km) a lo largo de la ruta nacional No.51 de la capital provincial Salta. Dista 400 km de Salta a lo largo de ruta y en la ferrovía que conecta Salta y Antofagasta de Chile, la distancia entre la estación de Taca-Taca y Salta es de 448 km. Las rutas no están pavimentadas, pero generalmente están en buenas condiciones y transitables todo el año.

(2) Topografía y clima

La zona de Taca-Taca, ubicada a la altura de 3.800 - 4.300 m, corresponde a la topografía de altiplanicie, sendo una típica topografía de Puna. La mayor población es Tolar Grande localizada unos 35 km al este y con una población de cerca de 300 hombres. La mitad de la población está ocupada en los trabajos relacionados a la ferrovía. Hay la estación Taca-Taca al pie de la Sierra Taca-Taca, con escasos residentes permanentes.

El clima es árido continental y la temperatura es de −30° C - 5° C en el invierno y 5° C - 20° C en el verano. La precipitación es extremadamente escasa. Por consiguiente, casi no se observa vegetación y no hay agua potable en las proximidades.

Es necesario transportar la agua potable de Vega de Arizaro que dista unos 30 km de la estación de Taca-Taca. Este será um serio problema en el desarrollo minero. Naturalmente no es disponible la mano de obra.

El Salar de Arizaro es uno de los más grandes saladares del mundo, que hace el paisaje de esta zona aún más desierto.

4-4-3 Geología y yacimiento

(1) Geología general

Como las zonas de Esperanza-Incachule y Nevado de Queva, la zona de Taca-Taca está compuesta por el Ordovíco, granitos silúricos, riodacitas y pórfidos terciarios, andesitas, basaltos y aluvio cuartarios.

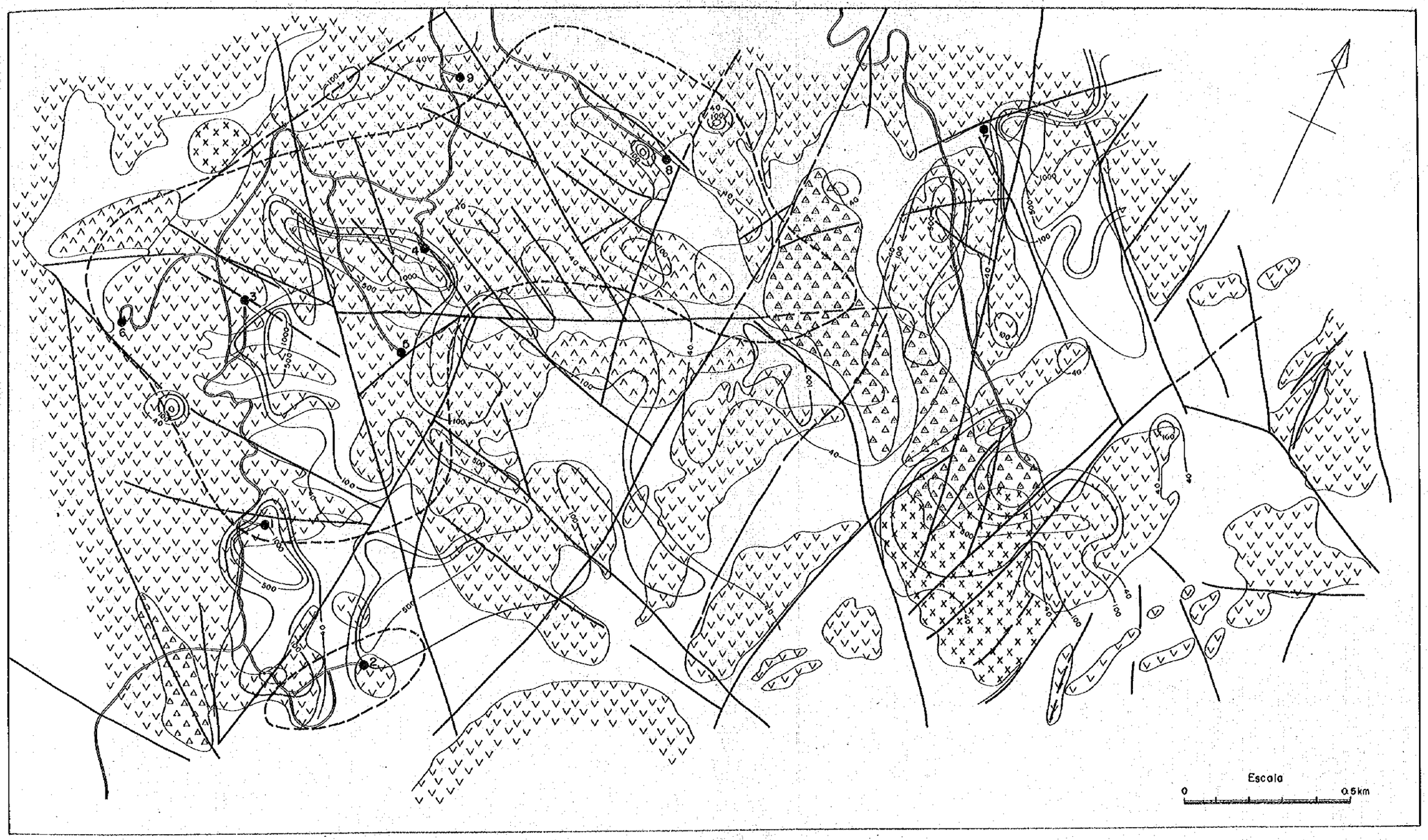
Además, la mineralización tiene su origen en las actividades de la riolita terciaria superior.

El Ordovícico constituye el basamento de esta zona y está compuesto por areniscas de grano muy fino a grano fino de color verde oscuro o gris oscuro. Contiene muchos feldespatos y es ácrosa. Están desarrolladas las venillas irregulares de cuarzo. También el Ordovícico está distribuido en el rumbo NE-SO a lo largo de la falla inversa llamada como Agua del Desierto y forma las rocas de bajo metamorfismo por intrusión de granitos silúricos. Estas se llaman granitos de Taca-Taca, de color rojizo y de grano medio, y sus minerales constitutivos principales son plagioclasa, ortoclasa, cuarzo y biotita y contiene algunas hornblendas. Los feldespatos están considerablemente sericitizados o argilizados y los minerales de color están parcialmente cloritizados. La edad absoluta es 323 m.a. según el método de K-Ar, que corresponde al Silúrico. Se encuentran las partes fracturadas por los movimientos tectónicos (principalmente, fallamientos), partes en que se desarrollan articulaciones y partes que constituyen las rocas de caja del yacimiento de cobre diseminado.

Los pórfidos dacíticos terciarios son los cuerpos intrusivos de forma irregular de color crema o gris blanquecino verdoso y contienen los fenocristales de plagioclasa y cuarzo de tamaño de 2 - 3 mm. Microscópicamente, las matrices están compuestas por los microcristales de cuarzo y feldespato.

Están desarrollados los diques de riolita que cortan los granitos y pórfidos dacíticos anteriormente descriptos y es dominante la dirección N-S y E-O. Indican el color gris o gris blanquecino y contienen los fenocristales de tamaño de 1 mm de plagioclasa (con notable disposición zonal), ortoclasa, cuarzo, biotita, etc. La matriz está compuesta por los microcristales de cuarzo y plagioclasa. La totalidad sufrió la epidotización y argilización. En particular, la plagioclasa está parcialmente metasomatizada por la sericita.

Fig. F - 9 MAPA GEOLOGICO, GEOQUIMICO Y GEOFISICO DE ZONA TACA - TACA



REFERENCIAS

- Deposito Cuartario
- Brecha Intrusiva
- Brecha Dacitica
- Porfido Riodacitico
- Porfido Dacitico
- Tonalita

- Falla Comprobada
- Falla Inferida
- Sondeo de Diamantina y Numero
- Camino

Anomalia de Geoquimico (Cu)

- > 1000 ppm
- 500 - 999
- 100 - 499
- 40 - 99
- < 39

Anomalia de Geofisico

- Anomalia de I.P. Probable

Además, las brechas distribuidas en esta zona se clasifican en el mapa geológica en brechas dacíticas y brechas intrusivas que contienen las turmalinas. La edad de actividades de estas rocas ácidas se considera perteneciente al Terciario superior en comparación con las rocas de misma característica distribuidas ampliamente en otras zonas de Puna.

Las rocas volcánicas del Cuartario están distribuidas a lo largo de la línea estructural de NO-SE y cubren el cumbre de la sierra Taca-Taca.

(2) Estructura geológica

En esta zona se desarrollan las fallas de N-S o N20° E y en este rumbo de fallas son dominantes los diques riolíticos. Sus fisuras se formaron simultáneamente con la alteración y mineralización de esta zona y fueron los pasos de la solución hidrotermal y desempeñaron una función importante en la metalogenia de Taca-Taca. Además se considera que en la parte cruzada de fisuras y fallas de N-S o N20° E surgieron selectivamente los granitos y se formó el cono volcánico.

(3) Yacimientos

En la zona Taca-Taca están conocidas las minas de Arizaro, La Sarita, etc., sendo ambos yacimientos de tipo pórfido de cobre respectivamente.

Se observan ampliamente las zonas hidrotermales alteradas, descoloradas. Las zonas alteradas y no alteradas se distinguen claramente por la diferencia de tono. De las alteraciones, es notable la zona alterada compuesta por la silicificación llamada fílica, sericitización y piritización. También se desarrollan las zonas alteradas por la cloritización, epidotización propilitización, etc. Se forman una serie de yacimientos de tipo pórfido de cobre por superposición de dos tipos vetiforme y diseminado. Fel vetiforme se forma generalmente en las fisuras de dirección N20° O - N20° E. Las rocas de caja del yacimiento están compuestas por granitos y rocas dacíticas.

1) Zonas alteradas (Fig. F-10)

De las diferentes zonas alteradas de esta zona, es más importante la zona alterada fílica, que se divide en tres zonas según la intensidad de alteración.

A) Zona de filica fuerte

En esta zona, usualmente los mineralres comunes que forman las rocas fueron cambiados casi completamente en los minerales alterados y no es distinguible el límite de granito y roca dacítica. Es decir, los silicatos y sericitas reemplazaron casi completamente plagioclasa, ortoclasa y mineralres de color y formaron los diques reticulares. También se encuentran abundantes óxidos de hierro tales como goethita, jarosita, hematita, etc. Normalmente la pirita está limonitizada y se desarrolla la textura de boxwork.

No se observan los sulfuros primarios. En lo concerniente al óxido de cobre, se observan la crisocola, alguna malaquita y turquesa en las proximidades de los sondeos tercero y cuarto.

B) Zona de filica media

En esta zona se puede distinguir con dificultad una parte de las texturas de las rocas crudas. Es notable la sericitización de plagioclasa, pero se puede discriminar los minerales opacos, ortoclasa y cuarzo. La argilización fue avanzada con la sericitización y parcialmente se observan los fenómenos causados por la epidotización. En la superficie se observan algunos óxidos de cobre de crisocola y malaquita solamente en las proximidades de los sondeos segundo y séptimo.

C) Zona de filica débil

En esta zona alterada se desarrollan las vetillas de silicatos, acompañados en gran cantidad por jarosita y goethita. No se pueden discriminarse los minerales primarios donde se desarrollan estas vetillas especialmente donde se desarrollan compactamente, pero en otras localizaciones se puede distinguir cada mineral porque las texturas de las rocas crudas están conservadas.

En los bordes de las zonas alteradas mineralizadas se desarrollan ampliamente las zonas propilitizadas compuestas por clorita, epidoto y calcita.

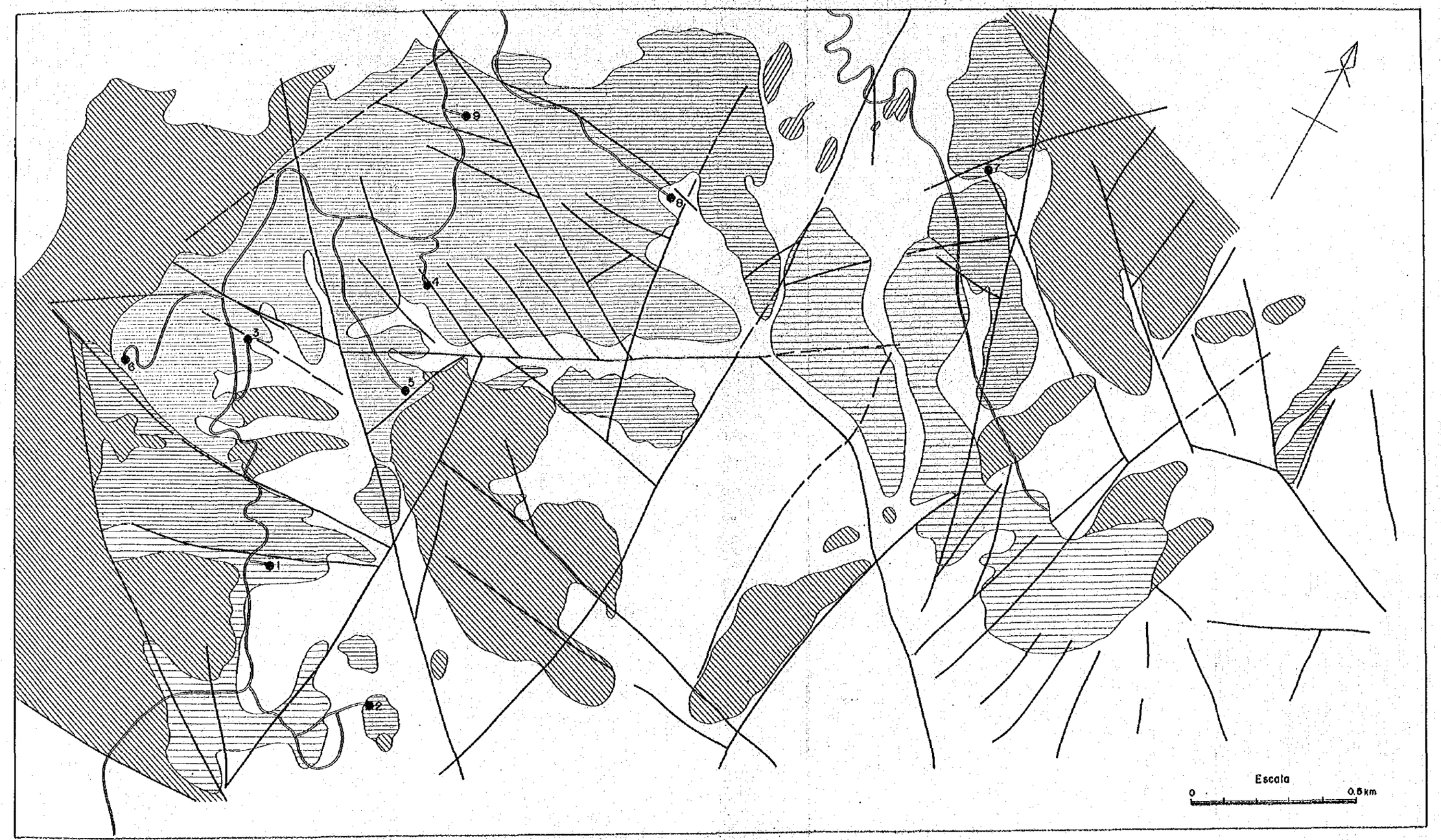
Además, no se observa en esta zona la zona alterada de potasio que a veces se desarrolla en el yacimiento tipo pórfido de cobre.

2) Zona mineralizada

En la zona Taca-Taca se observa amplia mineralización, aparte de su su ley.

El yacimiento de esta zona es de tipo pórfido de cobre y su forma es vetiforme y diseminada. El tipo vetiforme se encuentra superficialmente, principalmente de dirección N-S, pero hay yacimiento de dirección N-E en gran cantidad. En la superficie solamente se observan localmente los óxidos de cobre tales como turquesa, crisocola, malaquita, etc. Se desarrolla en la zona de filica fuerte el "box work" de origen de pirita y se manifiesta considerablemente el cambio vertical de zona mineralizada. La zona mineralizada está compuesta por la siguiente disposición zonal en el orden de la superficie hacia el inferior: a) zona oxidad y lavada, b) zona de enriquecimiento secundario y c) zona mineralizada primaria. Pero hay localizaciones de pobre o carentes de enriquecimiento secundario.

Fig. F- 10 MAPA DE ALTERACION DE ZONA TACA - TACA



REFERENCIAS

Cuarzo sericitica o filica
- Fuerte
- Media
- Debil

- Propilítica
- Silicificación
- Falla Comprobada

- Falla Inferida
- 2 Sondeo de Dimantina y Numero
- Camino

a) Zona oxidada y lavada

Según 9 perforaciones (profundidad media de 43 m) efectuadas sobre las zonas oxidadas y lavadas, los sulfuros primarios están reemplazadas completamente por geothita, jarosita y hematita. En los sondeos No.2, No.3, No.4, No.5 y No.6 se desarrolla la zona parcialmente oxidada y a veces se observan a lo largo de las fisuras los óxidos de cobre enforma de crisocola, turquesa, etc.

b) Zona de enriquecimiento secundario

En Taca-Taca la ley de minerales de la zona primaria es baja, es decir, al rededor de 0.1 % Cu. Por consiguiente, el enriquecimiento secundario es importante para mejoramiento de la ley de minerales. Las perforaciones indican dos casos: una acompañada por zona de enriquecimiento secundario y otra sin zona de enriquecimiento secundario.

En los sondeos No.2, No.3 y No.5 se encuentran las distintas zonas de enriquecimiento secundario y su espesor y ley son como sigue:

	Espesor (m)	Cu (%)
Sondeo No.2	20	0.25
Sondeo No.3	27.6	0.47
Sondeo No.5	47.7	0.31

Son de baja ley y potencia escasa, en comparación con a las zonas de enriquecimiento secundario de yacimiento de tipo pórfido de cobre de los Andes actualmente en explotación. En las zonas de enriquecimiento secundario se cambiaron pirita y calcopirita primarias en calcocita y covellina y se observan cuprita y molibdenita.

En los sondeos No.1, No.4 y No.9 se observan parcialmente zonas de débil enriquecimient.. También se observá una relación de transición con zonas mineralizadas primarias y a medida que aumente la profundidad, la calcocita y covellina se cambian gradualmente en pirita y calcopirita primarias.

En los sondeos No.6, No.7 y No.8 están carentes de zonas de enriquecimiento secundario, y las zonas lavadas se cambian directamente a las zonas mineralizadas primarias.

c) Zonas mineralizadas primarias

Los resultados de análisis de los testigos de perforación indican que la ley de cobre de zonas mineralizadas primarias es baja, es decir, cerca de 0.1 %. Los minerales constitutivos principales son piritas, acompañadas por calcopirita, bornita y molibdenita. Estas rellenan las articulaciones principalmente, pero algunas veces se encuentran vetiformes.

Las brechas de esta zona se subdividen en dos tipos: brechas formadas en los movimientos estructurales y dique de brechas. El anterior es aglomerado de pórfidos daciticos fracturados en los movimientos estructurales y se considera que la parte brechada fue paso de solución mineral. En otra parte, el dique de brechas es el cuerpo de pequeña escala e irregular que penetra en el cuerpo de pórfido dacítico. Es rico en hierro y su ley alcanza a 40 % de Fe_2O_3 y asimismo contiene en gran cantidad turmalina y epidoto.

4-4-3 Resultados de exploración

Se han efectuadas en esta zona las siguientes tareas exploratorias en el ámbito del Plan NOA-I.

Enero de 1971	Se realizaron el análisis de aerofotografía, reconocimiento geológico y prospeccón geoquímica y se descubrió la zona mineralizada de Taca-Taca.
Febrero a marzo de 1971	Prospección geoquímica de zona mineralizada de Taca-Taca (muestreo a reja de 100 m, 774 muestras de rocas y suelos, descubrimiento de anomalía de cobre y molibdeno).
Mayo a junio de 1971	Estudio geológico detallado, utilizando conjuntamente el levantamiento con placheta (mapa geológico a 1:5.000).
Octubre de 1971 a mayo de 1972	Fueron efectuadas perforaciónes en las zonas mineralizadas confirmadas por levantamiento geológico y prospecciones geoquímicas aproximada y detallada. Extensión total de 9 sondeos : 1.089 m.

La prospección geofísica ha sido efectuada muchas veces por el Grupo Asesor Minero Alemán, Naciones Unidas (UNDP) y Fabricaciones Militares. La prospección magnética efectuada en la fase inicial no fue suficientemente efica. En noviembre de 1972 fueron provistos los equipos para método de inducido-polarización se comenzó la prospección sistemática por el método inducido-polarización en zonas mineralizadas, que se continuó hasta ebril de 1973.

Por las prospecciones globales antes mencionadas se descubrió un yacimiento de tipo pórfido de cobre de baja ley (reserva de 12 millones toneladas, 0.3 a 0.4 % Cu), las tareas exploratorias estan casi interrumpidas desde 1973.

(1) Prospección geoquímica (Fig. F-9)

El descubrimiento de anomalía en la prospección geoquímica llevó al descubrimiento de zona mineralizada de Taca-Taca. La prospección geoquímica es muy útil en la exploración de yacimiento de tipo pórfido de cobre. En está zona se realizaron la la prospección geoquímica general y la detallada y especialmente en la prospección geoquímica detallada se efectuó el muestreo a intervalo de 100 m en la zona mineralizada-alterada. Se analizaron dos ó tres constitutivos de cobre, molibdeno y algunas veces níquel. El cobre y molibdeno fueron analizados por la fotoabsorción atómica y níquel, por el método colorimétrico. Se indican las frecuencias acumulativas gráficamente para cobre y molibdeno para determinar el fondo, umbral y anomalía. Fueron analizadas solamente las muestras de níquel y cobre que indican anomalía en los valores analizados de molibdeno.

Los resultados de análisis estadísticos de los valores analizados de cobre y molibdeno son como sigue:

	Elemento analizado	Número de muestras	Fondo (ppm)	Umbral (ppm)	Anomalía (ppm)
Suelo	Cobre	445	50 (300)	80 (100)	130 (45)
	Molibdeno	424	5 (367)	10 (43)	10 (14)
Roca	Cobre	329	130 (243)	500 (69)	780 (18)
	Molibdeno	328	20 (290)	50 (20)	50 (18)

Nota: Los números puestos entre paréntesis indican los números de muestras correspondientes.

El alcance de distribución de anomalía de cobre es casi igual al límite de la zona alterada de filica fuerte. Especialmente, la zona de anomalía de cobre que alcanza a 1.000 ppm está localizada en el medio entre los sondeos No.3, No.4 y No.5 y ése coincide con el resultado de perforación. Por otra parte, la anomalía de molibdeno está más limitada que la de cobre y no es clara su correlación con la zona mineralizada. Se observa la anomalía de molibdeno de 50 ppm en las proximidades de los sondeos No.5 y No.7 y brechas, pero existen otros puntos con anomalía.

No se observa la molibdenita en la superficie.

(2) Prospección geofísica

Se ha efectuado la prospección por los métodos magnético, electromagnético y de inducido-polarización.

Sondeo	Altura m s.n.m.	Profundidad pie (m)	Situación geológica	Prospección geofísica	Situación metalífera
1	4.146	402 (122)	Pórfido dacítico Borde exterior de zona alterada	Valor anómalo de cobre: 1.220 ppm	Mal desarrollo de zona de enriquecimiento secundario. Zona mineralizada primaria Cu < 0.1 %
2	4.073	351 (109)	Brecha dacítica Zona alterada en el sudoeste	Valor anómalo de cobre: 890 ppm	Zona de enriquecimiento secundario: (38 - 58) 20 m 0.25 % Cu Zona mineralizada primaria cerca de 0.1 % Cu
3	4.182	362 (112)	Brecha dacítica Zona alterada de cuarzo-sericita	Valor anómalo de cobre: 1.800 ppm	Zona de enriquecimiento secundario: (49 - 67) 28 m 0.42 % Cu Zona mineralizada primaria cerca de 0.2 % Cu
4	4.168	512 (157)	Centro de brecha dacítica	Valor anómalo de molibdeno 380 ppm	Mal desarrollo de zona de enriquecimiento Zona mineralizada primaria cerca de 0.1 % Cu
5	4.149	560 (172)	Pórfido Centro de zona alterada	Valor anómalo de molibdeno 100 ppm	Zona de enriquecimiento secundario: (42 - 90) 48 m 0.31 % Cu Zona mineralizada primaria cerca de 0.1 % Cu
6	4.206	452 (137)	Brecha Zona piritizada	Sin anomalía	Carente de zona de enriquecimiento secundario. Zona mineralizada primaria Cu < 0.05 %
7	4.080	333 (101)	Granito Borde este de zona alterada	Valor anómalo de molibdeno 80 ppm	Carente de zona de enriquecimiento secundario Zona mineralizada primaria Cu < 0.1 %
8	4.080	288 (88)	Centro de brecha dacítica	Sin anomalía	Carente de zona de enriquecimiento secundario Zona mineralizada primaria Cu < 0.1 %
9	4.176	373 (114)	Brecha dacítica Borde de zona alterada	Sin anomalía	Mal desarrollo de zona de enriquecimiento secundario Zona mineralizada primaria Cu < 0.1 %

Fig. F- II MAPA GEOFISICO DE ZONA DE TACA-TACA

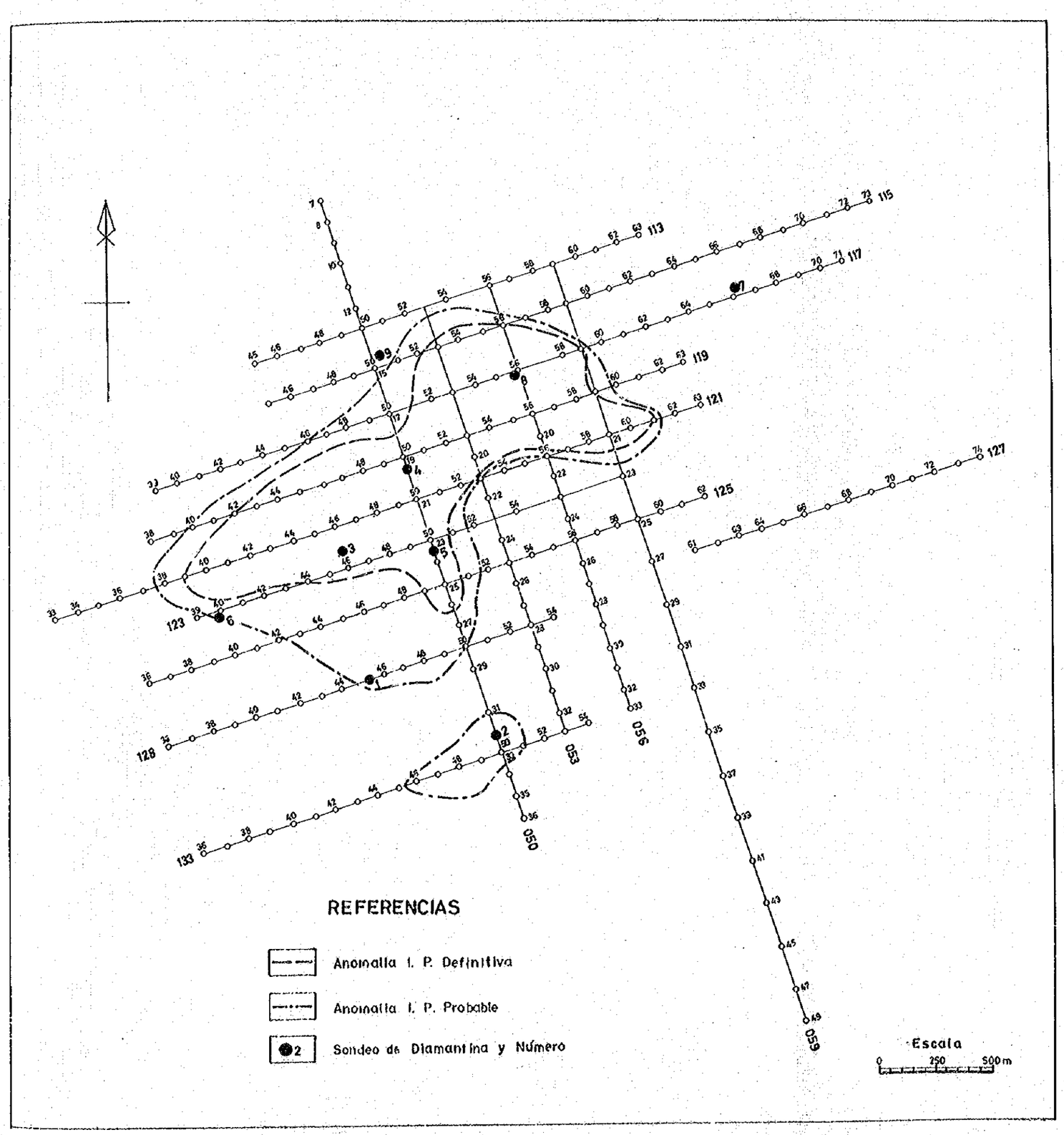


Fig. F - 12 PROSPECCION POR POLARIZACION INDUCIDA EN TACA-TACA

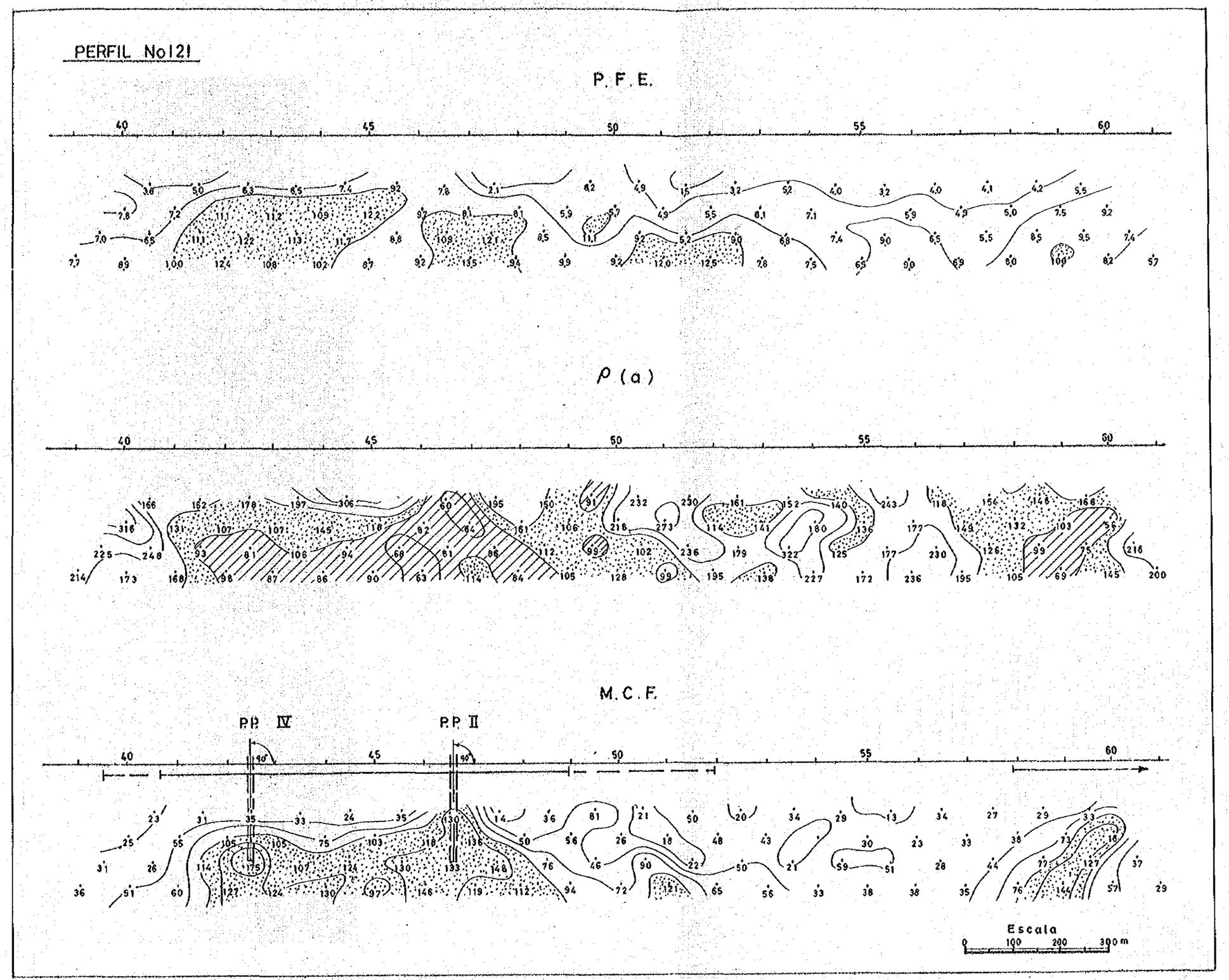
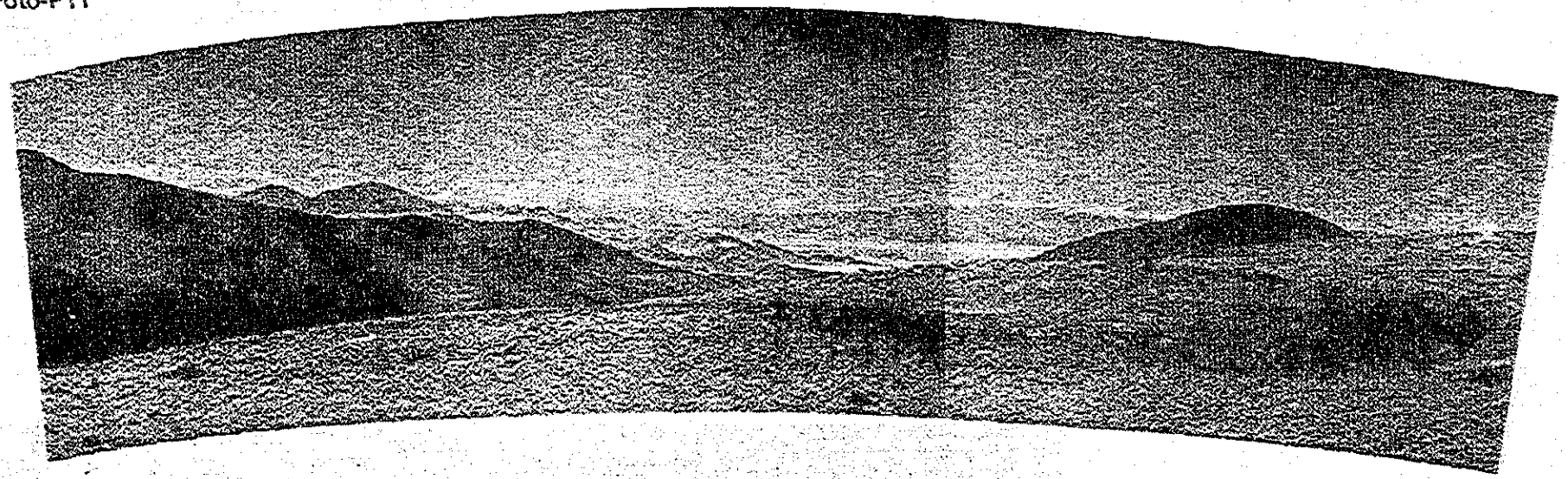


Foto-F10 Taca-Taca

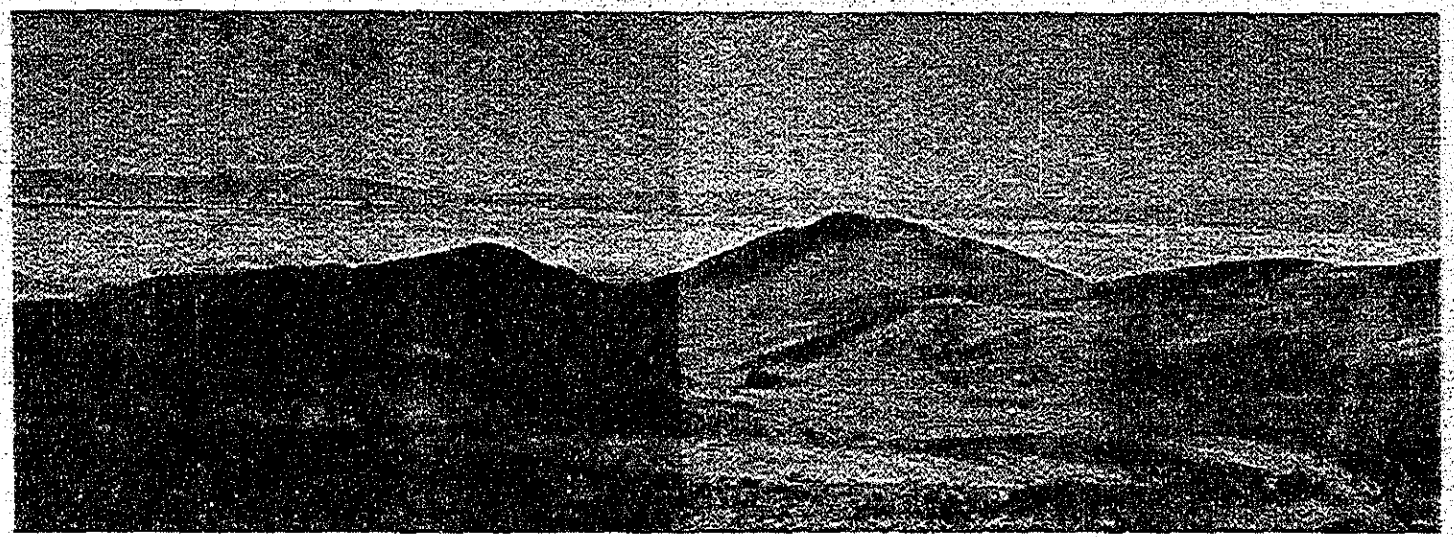
Perforacion No.5

Foto-F11



Taca-Taca

Foto-F12



Salar de Arizaro (Taca-Taca)

Fig. F-13 PROFILE DE PERFORACION NO5 DE ZONA DE TACA-TACA

AZIMUT INCLINACION 90° LONGITUD 560

COMIENZO 24-2-72 TERMINACION 16-3-72 DIAMETRO D:152/BQ,152-56%/AQ MAQUINA BB-S1

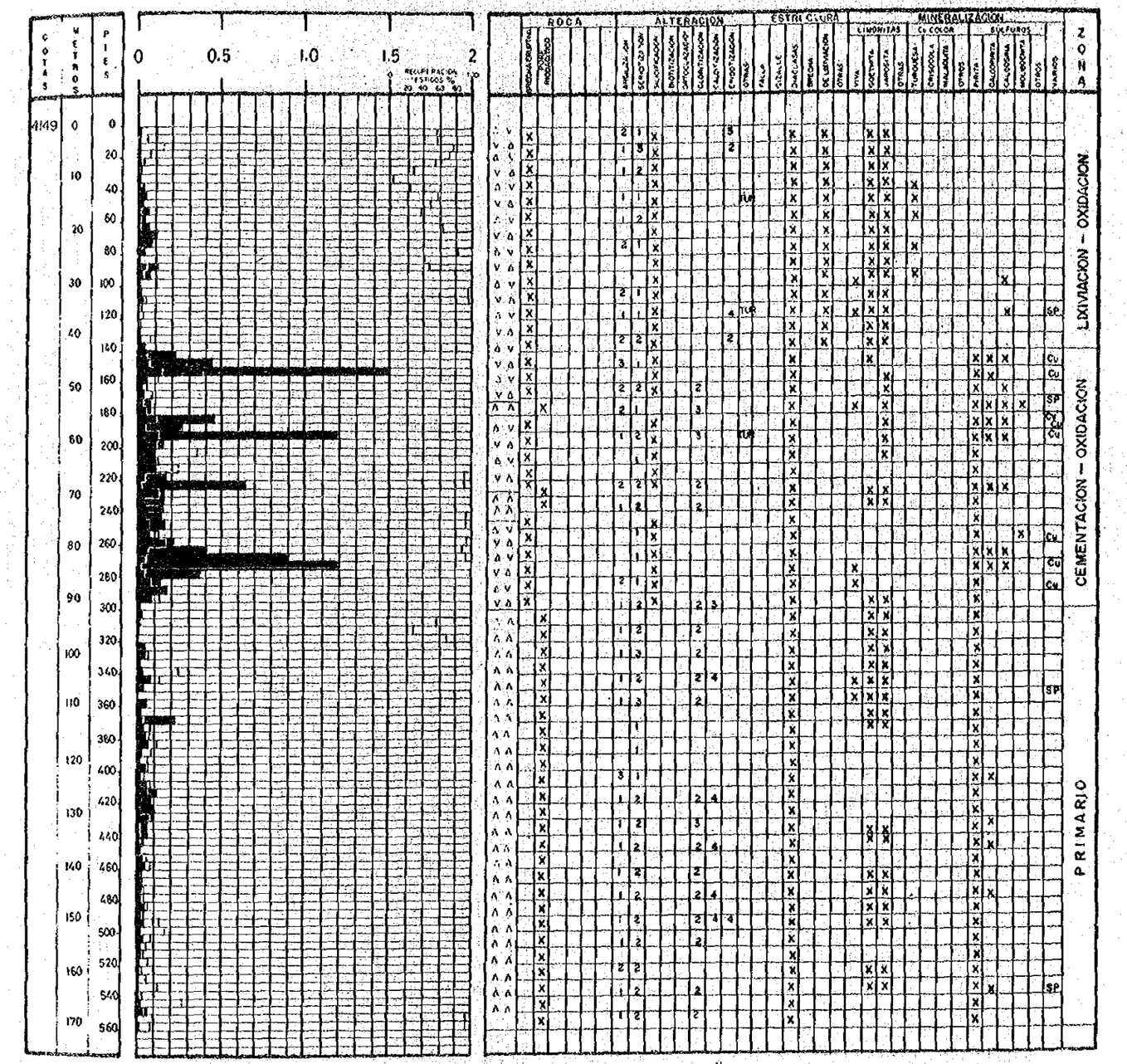
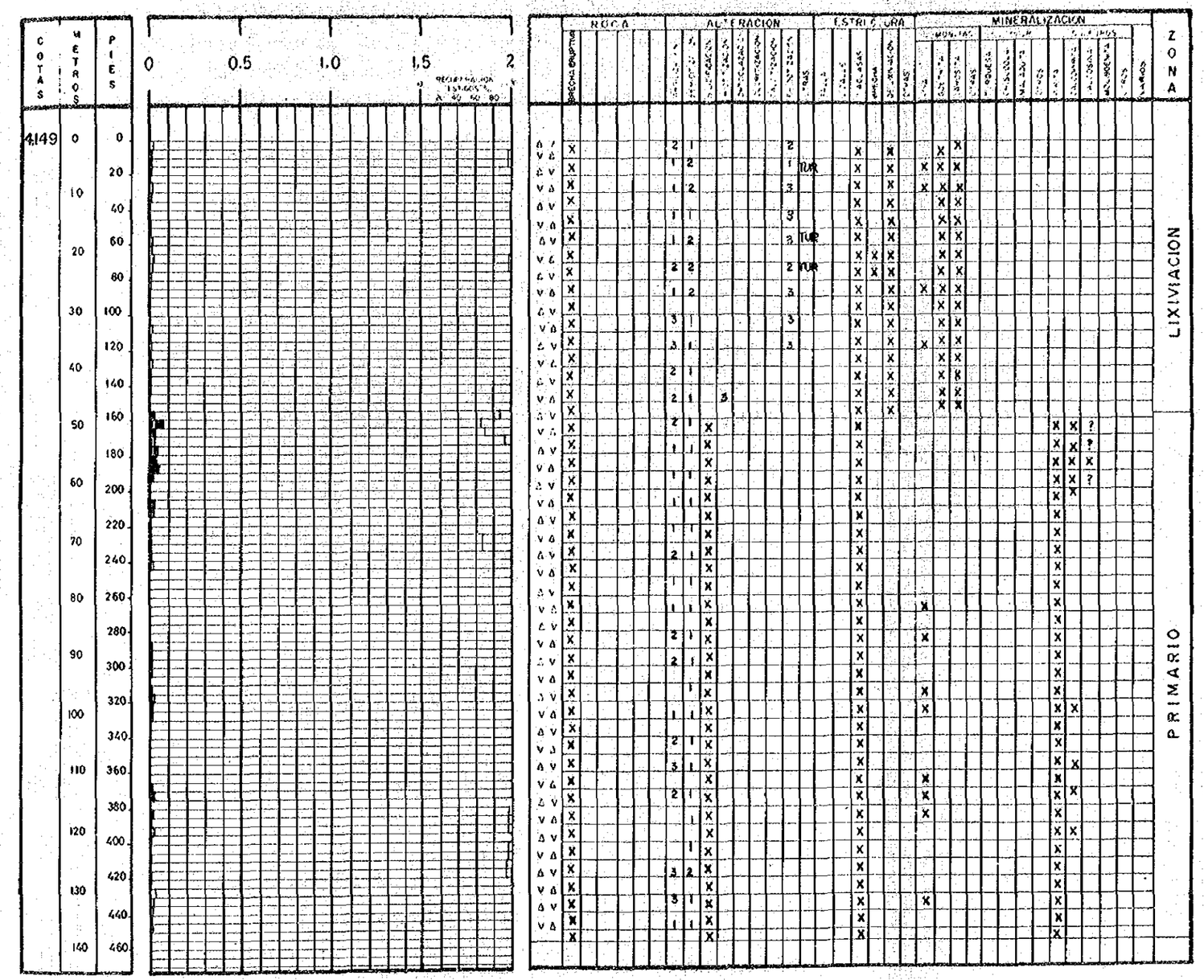
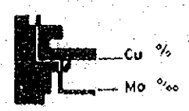
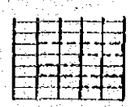


Fig. F - 14 PROFILE DE PERFORACION NO.6 DE ZONA DE TACA-TACA

AZIMUT —— INCLINACION 90° LONGITUD 452
COMIENZO 5-III-72 TERMINACION 24-3-27 DIAMETRO BQ MAQUINA BBS.1







TUR- TURQUESA
BRECHA: SE HA MARCADO SOLAMENTE LA BRECHA DE TURMALINA
ALTERACIÓN: LA INTENSIDAD DECRECE DEL Nº 4 al Nº 4

V Δ / Δ V BRECHA ERUPTIVA