

# **Informe sobre la exploración minera del área Yani-Pelechuco, República de Bolivia Tercera Fase**

**Marzo, 2005**

## PROLOGO

El gobierno del Japón, en respuesta a la solicitud del gobierno de la República de Bolivia, decidió realizar estudios de exploración de yacimientos minerales mediante interpretación de datos existentes, exploración geoquímica e interpretación de imágenes satelitales con el objetivo de reconocer el potencial de recursos minerales metálicos en el área de Yani-Pelechuco, ubicada al Norte de la República de Bolivia. Para lo cual, asignó a la “Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)”, para su auspicio, la cual designó a la “Organización Minera Metálica del Japón (actualmente JOGMEC: “La Corporación Nacional de Petróleo, Gas y Metales del Japón””, institución inherente al tema, para el planeamiento y ejecución del estudio.

El estudio fue realizado en un período de 3 años a partir de la primera fase iniciada en el año 2002; la presente tercera fase comprendió entre 21 de agosto y 19 de noviembre de 2004, lapso en el cual JOGMEC constituyó y destacó un equipo para los estudios geológicas y prospección geoquímica conformado por 5 miembros.

El presente informe compila los resultados de los estudios correspondientes a esta tercera fase.

Finalmente, quisiéramos expresar nuestro más profundo agradecimiento por la colaboración recibida en la realización del presente estudio a las instituciones vinculadas del gobierno de la República de Bolivia, así como al Ministerio de Relaciones Exteriores, al Ministerio de Economía e Industria, a la Embajada del Japón en Bolivia, y a todo el personal relacionado con esta investigación.

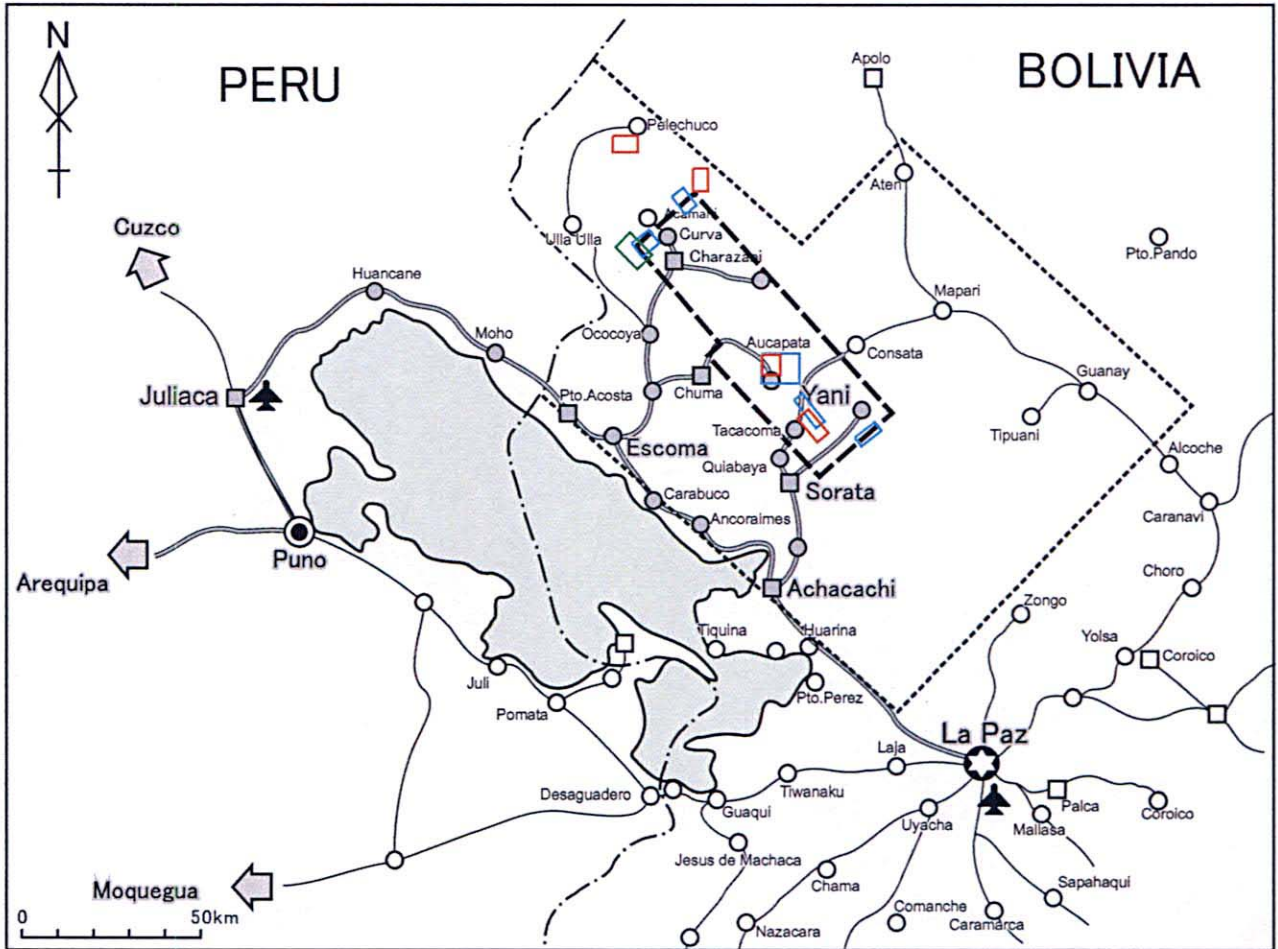
Febrero, 2005

Tadashi Izawa

Director      Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Hidejiro Ohsawa

Presidente    Corporación Nacional de Petróleo, Gas y Metales del Japón



- ★ Capital
- City
- Town
- Village
- Study Area
- Field Survey Area (Phase I)
- Field Survey Area (Phase II Stage I)
- Field Survey Area (Phase II Stage II)
- Field Survey Area (Phase III)

第1図 調査地域位置図

Fig. 1 Ubicacion de la zona materia de estudio

# Resumen

El presente informe compila los resultados del estudio básico de cooperación en desarrollo de recursos mineros abarcando el área de Yani-Pelechuco de la República de Bolivia correspondiente a la tercera fase. El estudio se realizó con el objeto de descubrir nuevos yacimientos reconociendo las condiciones geológicas y mineralización en 4 distritos previamente seleccionados.

Se realizaron prospecciones geoquímicas simultáneamente a estudios semi-detallados dentro de un ámbito de 185 km<sup>2</sup>, seguido de estudios geológicos detallados dentro de un área de 1,44 m<sup>2</sup>.

Cabe destacar las siguientes conclusiones, a pesar que no se logró descubrir nuevos yacimientos durante el presente estudio:

## (1) Mineralización

Se verificó la presencia de mineralizaciones en forma de yacimientos auríferos tipo manto, vetiformes homogéneos al tipo manto y vetiformes auro-cupríferos.

Se infiere que las formaciones de los yacimientos auríferos tipo manto, en ambos sectores septentrional y meridiano, corresponden y fueron guiadas por la actividad orogénica del metamorfismo y alteración regionales de la misma época; además, el sector meridiano habría sido afectado posteriormente por alteración térmica asociada a la intrusión de roca ígnea.

En las zonas donde se observan notorias estructuras geológicas, se reconfirmaron que los yacimientos tipo manto se emplazan hacia los ejes sinclinales, siendo de importancia la presencia de éstos.

Se infiere correlación entre los yacimientos vetiformes, que yacen como cuerpos de cuarzo auro-cupríferos distribuyéndose en dos distritos del sector meridiano, y la mineralización polimetálica de la región; considerándoseles pertenecientes al gálico-cenomaniano del cretáceo posterior, según la datación de los andesíticos.

Por otro lado, se descubrieron fósiles de conchas en el distrito Aucapata, identificándoseles como pertenecientes al período siluro-devoniano, de lo cual la distribución de este sistema fue ampliada. Simultáneamente, se pudo reconocer que el yacimiento aurífero tipo manto, previamente conocido como depósito perteneciente al ordovícico, también yace en las sedimentarias del siluro-devoniano.

## (2) Prospección geoquímica de rocas

A pesar que se realizaron prospecciones geoquímicas de rocas en dos distritos del sector septentrional, no se

verificaron notorias anomalías.

**(3) Alteraciones (grado de grafitización, análisis de difracción)**

Se realizaron mediciones del grado de grafitización y análisis de difracción de rayos X sobre las mismas muestras utilizadas para la prospección geoquímica de rocas, con el objeto de reconocer el historial térmico y verificar el grado de alteración del sector septentrional respectivamente.

Como resultado de ello, se verificaron facies de baja alteración en la zonificación de cloritas con litofacie verdosa, no obstante, la distribución térmica presentó comportamiento heterogéneo, no encontrándose un patrón definido a pesar de observarse tendencia en dirección NO-SE.

Se reconocieron que los yacimientos auríferos tipo manto yacen en zonas con grado de grafitización entre 15-30 (aproximadamente menores de 400°C), independientemente de su formación.

Se estima la presencia de mineralizaciones similares a los yacimientos auríferos orogénicos tipo boliviano, hacia el oriente del área del estudio, formados en asociación a la actividad orogénica del yacimiento aurífero tipo manto en ambos sectores. Dado el caso, las estructuras sinclinales y el grado de grafitización serían importantes factores de evaluación.

# Informe sobre la exploración minera del área Yani-Pelechuco, República de Bolivia

## Indice

Prologo

Mapa de ubicación del área de estudio

Resumen

### **Parte I Generalidades**

#### **Capítulo 1 Introducción**

1-1 Cronología del Estudio.....	1
1-2 Conclusiones y Propuestas del Estudio durante la Segunda Fase .....	2
1-3 Sinopsis del Estudio de la Tercera Fase .....	5

#### **Capítulo 2 Geografía del Área del Estudio**

2-1 Geomorfología e hidrología .....	9
2-2 Clima y vegetación.....	9

#### **Capítulo 3 Geología General**

3-1 Aspectos geológicos.....	11
3-2 Sinopsis de yacimientos y ocurrencias conocidos.....	11

### **Parte II Análisis e Interpretación**

#### **Capítulo 1 Resultados del Estudio Geológico y Prospección Geoquímica**

1-1 Distrito Pelechuco .....	16
1-2 Distrito Hilo Hilo .....	29
1-3 Distrito Aucapata .....	42
1-4 Distrito Tacacoma .....	57

#### **Capítulo 2 Análisis Integral**

2-1 Geología .....	65
2-2 Actividad Ígnea .....	65
2-3 Metamorfismo (Grado de Grafitización, Análisis de Difracción).....	67
2-4 Mineralización.....	68
2-5 Conclusiones .....	75

### Parte III Conclusiones y Propuestas

Capítulo 1 Conclusiones.....	83
Capítulo 2 Propuestas .....	86
Referencia bibliográfica.....	88

#### Lista de Figuras

Fig. 1	Ubicación de la zona materia de estudio.....	(2)
Fig. 2	Mapa de ubicación del área del estudio.....	6
Fig. 3	Mapa geológico regional sinóptico.....	12
Fig. 4	Perfil de columna estratigráfica .....	13
Fig. 5	Mapa geológico local.....	14
Fig. 6	Mapa de ubicación de las ocurrencias mineralizadas.....	15
Fig. 7	Mapa geológico del sector Pelechuco.....	17
Fig. 8	Perfil geológico de los sectores estudiados.....	18
Fig.9-1	Resultado de analisis químico de menas (distribución Au ; Pelechuco).....	20
Fig.9-2	Resultado de analisis químico de menas (distribución Cu ; Pelechuco).....	21
Fig.10	Distribución de temperatura homogeneización de inclusiones fluidas (Pelechuco).....	22
Fig.11-1	Distribución caracterización geoquímica de rocas (Au ; Pelechuco).....	25
Fig.11-2	Distribución caracterización geoquímica de rocas (Cu ; Pelechuco).....	26
Fig.12	Distribución de resultado difracción de rayos X ( Pelechuco).....	27
Fig.13	Mapa de distribución del grado de grafitización (Pelechuco) .....	28
Fig.14	Mapa geológico del sector Hilo Hilo.....	30
Fig.15-1	Resultado de analisis químico de menas (distribución Au ; Hilo Hilo).....	33
Fig.15-2	Resultado de analisis químico de menas (distribución Cu ; Hilo Hilo).....	34
Fig.16	Distribución de temperatura homogeneización de inclusiones fluidas (Hilo Hilo) .....	36
Fig.17-1	Distribución caracterización geoquímica de rocas (Au ; Hilo Hilo) .....	37
Fig.17-2	Distribución caracterización geoquímica de rocas (Cu ; Hilo Hilo) .....	38
Fig.18	Distribución de resultado difracción de rayos X (Hilo Hilo) .....	39
Fig.19	Mapa de distribución del grado de grafitización (Hilo Hilo).....	40
Fig.20	Mapa geológico del sector Aucapata .....	43
Fig.21-1	Resultado de analisis químico de menas (distribución Au ; Aucapata).....	45
Fig.21-2	Resultado de analisis químico de menas (distribución Cu ; Aucapata).....	46
Fig.22	Distribución de temperatura homogeneización de inclusiones fluidas (Aucapata) .....	48
Fig.23-1	Distribución caracterización geoquímica de suelos (Au ; Aucapata) .....	51
Fig.23-2	Distribución caracterización geoquímica de suelos (Cu ; Aucapata) .....	52
Fig.24	Mapa geológico del area Huanco .....	53

Fig.25	Perfil geológico del area Huanco.....	54
Fig.26-1	Resultado de analisis químico de menas (distribución Au ; Huanco).....	55
Fig.26-1	Resultado de analisis químico de menas (distribución Cu ; Huanco).....	56
Fig.27	Mapa geológico del sector Tacacoma.....	58
Fig.28-1	Resultado de analisis químico de menas (distribución Au ; Tacacoma).....	60
Fig.28-2	Resultado de analisis químico de menas (distribución Cu ; Tacacoma).....	61
Fig.29	Distribución de temperatura homogeneización de inclusiones fluidas (Tacacoma) .....	63
Fig.30	Periodos de actividad magmática y mineralización / alteración.....	66
Fig.31	Distribución de temperatura homogeneización de inclusiones fluidas (Aucapata - Tacacoma) .....	71
Fig.32-1	Relación entre salinidad y temperatura(Pelechuco-Hilo Hilo).....	72
Fig.32-2	Relación entre salinidad y temperatura(Aucapata-Tacacoma) .....	72
Fig.33-1	Mapa de interpretación integral (Pelechuco).....	78
Fig.33-2	Mapa de interpretación integral (Hilo Hilo).....	79
Fig.33-3	Mapa de interpretación integral (Aucapata).....	80
Fig.33-4	Mapa de interpretación integral (Tacacoma).....	82

#### **Lista de Cuadros**

Cuadro 1	Equipo del estudio in situ .....	7
Cuadro 2	Períodos del estudio.....	7
Cuadro 3	Extensión del estudio.....	8
Cuadro 4	Precipitaciones promedio mensuales.....	10
Cuadro 5	Resultados de mediciones de inclusión fluida (Pelechuco) .....	19
Cuadro 6	Análisis de principales compuestos (roca) .....	24
Cuadro 7	Resultados de mediciones de inclusión fluida por tipo de yacimientos (Pelechuco).....	29
Cuadro 8	Resultados de mediciones de inclusión fluida (Hilo Hilo).....	32
Cuadro 9	Resultados de mediciones de inclusión fluida por tipo de yacimientos (Hilo Hilo).....	41
Cuadro 10	Resultados de identificación de fósiles (Aucapata) .....	42
Cuadro 11	Resultados de mediciones de inclusión fluida (Aucapata).....	47
Cuadro 12	Análisis de principales compuestos (suelo) .....	50
Cuadro 13	Resultados de mediciones de inclusión fluida (Tacacoma).....	62
Cuadro 14	Resultados de identificación de fósiles (Camata) .....	65
Cuadro 15	Comparación de mediciones en inclusiones fluidas del yacimiento tipo manto (Pelechuco-Hilo Hilo).....	69
Cuadro 16	Comparación de mediciones en inclusiones fluidas del yacimiento tipo manto (Tacacoma -Aucapata).....	73
Cuadro 17	Comparación de mediciones en inclusiones fluidas del yacimiento vetiforme (Tacacoma -Aucapata).....	74



## **Apéndices**

- Apéndice 1 Datos de muestras para estudio en gabinete
- Apéndice 2 Ubicación de puntos muestreo (sedimentos, rocas para grafitización y suelos)
- Apéndice 3 Observaciones de sección delgada y microfotografías
- Apéndice 4 Observaciones de sección pulida y microfotografías
- Apéndice 5 Difracción de rayos X
- Apéndice 6 Temperatura homogeneizada y salinidad de inclusión fluida
- Apéndice 7 Datación por el método K-Ar
- Apéndice 8 Análisis químico de menas (minerales)
- Apéndice 9 Análisis geoquímico de suelos
- Apéndice 10 Análisis geoquímico de rocas
- Apéndice 11 Grado de grafitización
- Apéndice 12 Fotografías de fosiles
- Apéndice 13 Fotografías del campo

## **Planos Adjuntos**

- Pl. 1 Mapa geológico del sector Pelechuco(1:10,000)
- Pl. 2 Mapa geológico del sector Hilo Hilo(1:10,000)
- Pl. 3 Mapa geológico del sector Aucapata(1:10,000)
- Pl. 4 Mapa geológico del sector Tacacoma(1:10,000)
- Pl. 5 Mapa geológico del sector Aucapata (1:2,000)
- Pl. 6 Perfil geológico de los sectores estudiados(1:10,000)
- Pl. 7 Mapa geológico detallado

## **Parte I    Generalidades**

## Capítulo 1 Introducción

### 1-1 Cronología del Estudio

La minería ha sido una de las actividades de mayor importancia para la República de Bolivia, no obstante, a partir de la abrupta caída de las cotizaciones del estaño en 1985, ha denotado una constante disminución en la participación del PIB; la cual del 17,5% logrado en el año 1980, apenas alcanzó el 4,3% en el año 2002. Asimismo, el valor de las exportaciones de productos mineros es de aproximadamente US\$300 millones representando sólo el 23,3% del total.

La extensión territorial de la República de Bolivia es de 1.098.581 km<sup>2</sup>, teniendo como límites al Perú y Chile hacia el oeste, Argentina y Paraguay hacia el sur y Brasil circundando desde el norte hacia el este, siendo en consecuencia un país mediterráneo. La topografía, y las clasificaciones de zonas geológicas y metalogénicas muestran una faja paralela con tendencia a los Andes en dirección NO-SE. Las provincias geológicas se clasifican en 5 unidades, siendo la Cordillera Occidental de los Andes que limita con la República de Chile, el Altiplano, la Cordillera Oriental de los Andes, Escudo Brasileño que colinda con la Planicie Chaco-Beniana. Las provincias metalogénicas se clasifican principalmente en polimetálicas que yacen entre la Cordillera Occidental de los Andes y el Altiplano, estanníferas hacia el flanco occidental de la Cordillera Oriental de los Andes, polimetálicas del flanco oriental de la Cordillera Oriental de los Andes; y auro-manganesíferas del Escudo Brasileño.

El área del estudio corresponde al cuadrante demarcado entre latitudes sur 14°37'-16°24' y longitudes oeste 67°35' y 69°22', hacia el noroeste de Bolivia próxima a la zona limítrofe con la República del Perú, ubicada dentro de la Cordillera Oriental de los Andes (Figura 1). De acuerdo a la clasificación metalogénica citada, correspondería entre estannífera de la provincia metalogénica de la Cordillera Oriental de los Andes y polimetálica, conociéndose la existencia de estaño, oro, tungsteno, plomo y zinc entre otros metales, sin embargo, hasta la fecha no se han realizado estudios ó interpretación de estructuras y sistemas geológicos.

Bajo este marco, el gobierno boliviano solicitó al gobierno japonés, la realización del estudio de cooperación que contribuya al fomento de las inversiones en el distrito minero, mediante el reconocimiento del potencial de los yacimientos mineros en el área del estudio. La recepción de la solicitud conllevó a la suscripción de los Alcances del Trabajo (*Scope of Works*), el 16 de octubre de 2002, propuesta por la misión japonesa encargada del planeamiento del estudio.

El presente estudio tiene como objetivo seleccionar zonas de interés con potencial minero de modo eficaz *in-promptu*, mediante la interpretación integral de los resultados a obtenerse con la realización de análisis de imágenes satelitales, datos existentes y prospección geoquímica correspondientes de acuerdo a los Alcances del Trabajo. Simultáneamente, se realizará transferencia de tecnología a la contraparte boliviana (Ex SERGEOMIN: Servicio Nacional de Geología y Minería; actualmente SERGEOTECMIN: Servicio Nacional de Geología y Técnico de Minas), relacionada a la metodología del estudio y técnicas de interpretación.

## **1-2 Conclusiones y Propuestas del Estudio durante la Segunda Fase**

### **1-2-1 Conclusiones de la Segunda Fase**

Los tipos de yacimientos auríferos potenciales en el área del estudio, exceptuando los pequeños polimetálicos y wolframianos, consisten en depósitos sedex, yacimientos estratificados emplazados concordante al estrato con estratoligación originada en la roca huésped (yacimiento tipo manto), vetiformes y aluviales (formación glacial y aluvial).

Los depósitos sedex se caracterizan por contener sulfuros auríferos estratificados, observándose en el distrito de la Rinconada en los límites con el Perú, no obstante son pequeños.

Los yacimientos tipo manto son muy evidentes estructuralmente en el eje anticlinal, siendo una característica de importancia.

Los yacimientos vetiformes se presentan principalmente en las vetas de cuarzo en sentidos NO y NE; infiriéndose que la formación de la estructura en sentido NE es más reciente basado en su discordancia con la estructura yacente. De los resultados del análisis químico, se observa tendencia de mineralización hacia la veta de cuarzo en sentido NO.

Como yacimiento glacio-aluvial se conoce la existencia de la mina La Roca ligada a la laguna Suches.

De lo anterior, se concluye que las zonas de interés son los yacimientos auríferos tipo manto.

Se reconoció que la distribución de yacimientos auríferos tipo manto se presentan en zonas de bajo metamorfismo, dentro de un rango de grafitización de 15-30 (temperatura moderada). Se infiere que la probabilidad de existencia de yacimientos auríferos tipo manto es alta en zonas de superposición de zonas de temperatura moderada y los sectores anómalos detectados mediante la prospección geoquímica de álveos.

A continuación se describe las conclusiones con respecto al potencial de cada distrito.

#### **Distrito Quellhuacota:**

Tomando como referencia los resultados de la prospección geoquímica de álveos, son bajas las probabilidades de presencia de yacimientos tipo manto (sedex), salvo en el yacimiento Yana Orkho, existiendo posibilidades fuera del distrito hacia el sector noreste. Se infiere que corresponde al extremo sudoeste de la mineralización que continua desde Pelechuco, habiendo posibilidades de unión en los sectores septentrional-oriental. Existe probabilidad de presencia yacimientos polimetálicos hacia su sector occidental.

**Distrito Charazani Oeste:**

A pesar que el sector occidental del distrito se encuentra alterado por silicificación de las sedimentarias permianas, no se observan concentraciones auríferas. Asimismo, de acuerdo a inspección ocular no se observó la existencia de yacimientos en los contactos de los intrusivos. En los resultados de la prospección geoquímica, se observan ampliamente anomalías auríferas hacia el sector occidental del distrito, sin embargo, ello no ocurre en las muestras del suelo ni de los conglomerados superficiales. Es probable que las partes con alto contenido de oro hayan sido exfoliadas y desplazadas; sin embargo, es posible la existencia de yacimientos aluviales abisales.

**Distrito Aucapata:**

Presenta un eje anticlinal y lineamiento bordeando al río Lucumayo hacia el sector occidental, observándose muchas ocurrencias de vetas de cuarzo en dirección NO y vetas de cuarzo asociadas a cobre. Se estima la presencia de yacimientos de tipo manto y vetiforme debido a las anomalías auríferas observadas en los resultados del análisis químico de álveos y rocas.

Hacia su sector oriental presenta un eje anticlinal y cuerpos de óxidos, sin embargo, al no observarse anomalías geoquímicas en los álveos excepto en las nacientes de la vertiente, son bajas las posibilidades de generación de yacimientos.

**Distrito Tacacoma:**

Se estima la existencia de yacimientos de tipo manto hacia el sector meridiano, infiriéndose que las anomalías auríferas en los álveos del río Chijchimpaya son producto del yacimiento San Vicente ubicado aguas arriba (sector meridiano) del distrito. El potencial latente está ligado a la presencia de vetas de cuarzo en dirección NO, no obstante la existencia de cuarzo conteniendo oro entre los sectores central y meridiano, con abundantes vetas de cuarzo en dirección NE.

**Distrito Chuchu Jahuira:**

Son bajas las probabilidades de existencia de yacimientos según los resultados de los análisis, a pesar que se estima la presencia de un depósito sedex debido a las lutitas con diseminación de pirita. Los resultados de la prospección geoquímica de álveos muestran anomalías auríferas en los contactos entre los granitos de Zongo-Yani y las lutitas, infiriéndose la presencia de mineralización en la zona de contacto, sin embargo, no se espera la existencia de un gran yacimiento en la zona de alteraciones termales de alta temperatura (de alta grafitización) en los puntos de contacto con el granito.

De lo anterior se infiere que las zonas de interés se localizan en el sector occidental del distrito Aucapata y meridional de Tacacoma.

Del estudio regional, las anomalías geoquímicas muestran similitudes en los distritos de Pelechuco, Hilo Hilo y Quellhuacota, encontrándose en un rango alto de valores de grafitización 20-30. Se estima la presencia de yacimientos tipo manto, interpretándose espacialmente una mineralización continua entre los distritos Pelechuco y Quellhuacota.

De los resultados del estudio en la presente fase se infiere que la grafitización se habría formado en el interior de la zona ligada a magma granítica.

### **1-2-2 Propuestas de la Segunda Fase**

Como resultado del estudio en la segunda fase se establece como zonas de interés, el distrito Aucapata Oeste, Tacacoma Sur y Pelechuco-Hilo Hilo-Quellhuacota Este, requiriéndose los siguientes estudios.

#### **Distrito Aucapata Oeste**

Hacia el sector occidental del distrito se encuentra puntos de ocurrencias y anomalías geoquímicas, estimándose la presencia de yacimientos tipo manto y vetiformes. En consecuencia, se requiere realizar estudios geológicos en detalle con prospección geoquímica de rocas. Asimismo, es importante reconocer la relación entre el sistema de fracturas y la mineralización aurífera.

El sector oriental de Aucapata muestra índices favorables para la formación de yacimientos tipo manto por su grado de grafitización, sin embargo, las anomalías de los álveos son importantes solamente en la parte superior de la cuenca. Se requiere verificar la presencia de ocurrencias aproximándose a las zonas sin vegetación que se ubican por encima de 4.000 m.s.n.m., a pesar de las dificultades que conlleva ello.

#### **Distrito Tacacoma Sur**

Se infiere que las anomalías geoquímicas del distrito detectadas son producto de las exfoliaciones aguas arriba (sur) de la mina San Vicente, requiriéndose realizar estudios geológicos en detalle mediante prospección geoquímica de rocas.

Hacia su sector central es importante verificar la relación entre el sistema de fisuras y la mineralización aurífera mediante estudios geológicos en detalle y análisis químico, debido a la presencia de vetas de cuarzo.

#### **Distrito Quellhuacota-Hilo Hilo-Pelechuco**

Se infiere que los yacimientos del distrito Quellhuacota y Yana Orkho se tratan de la misma mineralización aurífera existente en Pelechuco, debiendo ampliarse el ámbito de exploración. Se recomienda analizar la probabilidad de presencia de yacimientos tipo manto con la realización de estudios geológicos regionales y

prospección geoquímica de rocas.

Esta zona llena de geografía agreste tiene sus dificultades para la realización de estudios, por tanto, se deberá considerar además prospección geoquímica de álveos en detalle.

### **1-3 Sinopsis del Estudio de la Tercera Fase**

#### **1-3-1 Distritos Materia del Estudio**

Se realizaron estudios geológicos y prospecciones geoquímicas (suelos y álveos) en 4 distritos seleccionados, Aucapata, Tacacoma, Pelechuco e Hilo Hilo, seleccionados con los resultados del hasta la segunda fase (Figura 2).

#### **1-3-2 Objetivos del Estudio**

Descubrimiento de nuevos yacimientos mediante la interpretación de la geología y mineralización en el área del estudio.

#### **1-3-3 Metodología del Estudio**

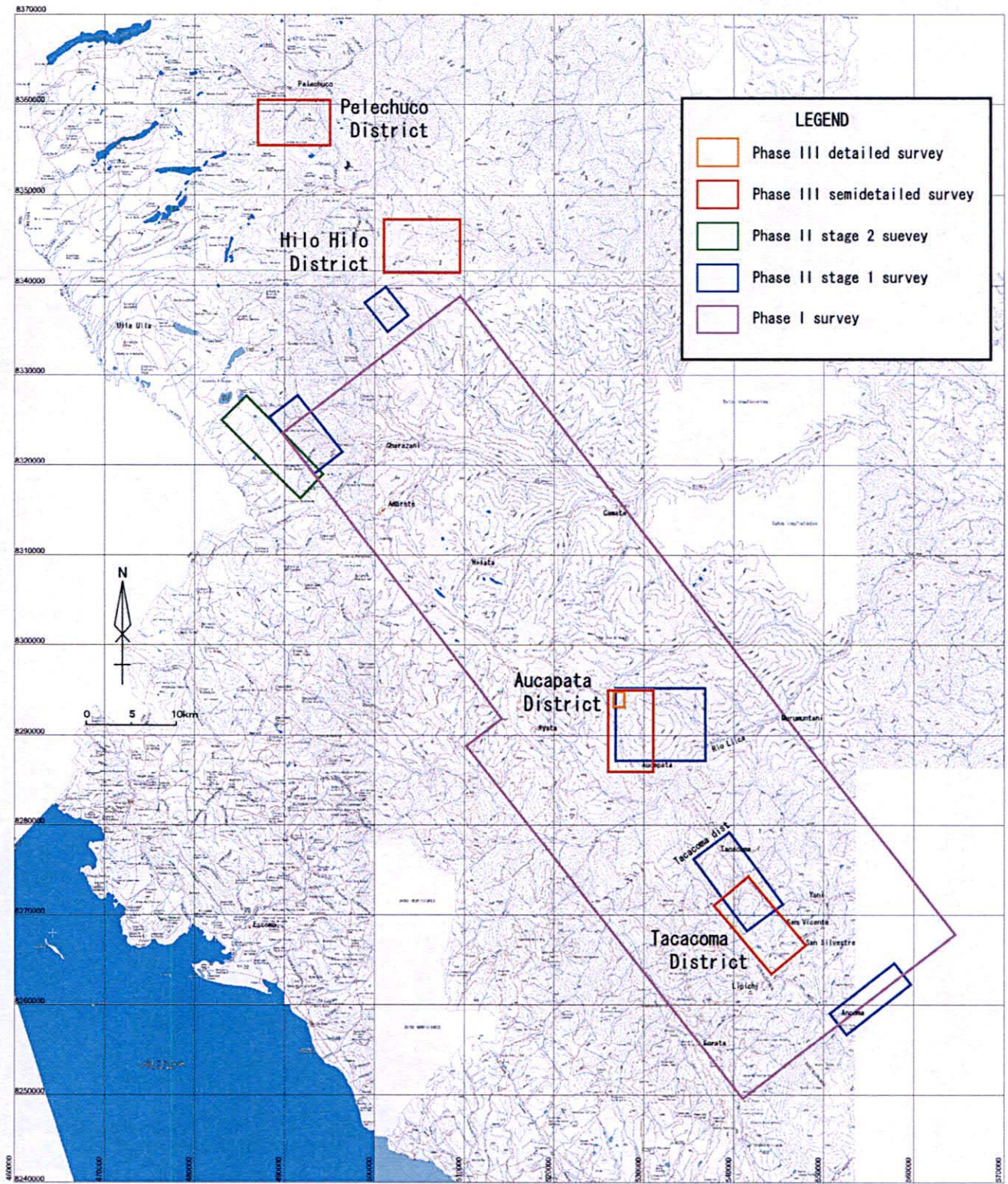
Realización de estudios geológicos en detalle (semi-detallado) y prospección geoquímica en los 4 distritos seleccionados; adicionalmente toma de muestras en los distritos Pelechuco e Hilo Hilo para la medición del grado de grafitización, debido a que se estiman alteraciones termales en ellos.

Asimismo, de los resultados del estudio, la realización de estudios geológicos en detalle en el distrito de Aucapata.

En cuanto a las muestras de unidades geológicas y minerales representativos, se confeccionaron piezas de 6x4x2cm, para su almacenamiento. Estas se adecuaron para los análisis de gabinete de secciones delgadas, secciones pulidas, difracción de rayos-x y mediciones de inclusiones fluidas.

Se tomaron muestras de rocas de aproximadamente 2 kg para análisis, realizando mediciones de coordenadas UTM y altitud mediante GPS.

Las tomas de muestras de suelos se realizaron en el estrato B, entre 30-40 cm de profundidad exceptuándose los ríos, terrenos y zonas de siembra privados. En estos puntos también se registraron las mediciones de coordenadas UTM y altura medidas con GPS, así como datos relacionados a la geología, profundidad de la muestra y aspectos del suelo como su coloración.



第2図 調査地区位置図

Fig. 2 Mapa de ubicacion del area del estudio



Los análisis fueron enviados a Chemex de Canadá para sus correspondientes análisis.

#### 1-3-4 Conformación del Equipo de Estudio

Los miembros del equipo del estudio estuvieron conformados por 5 japoneses y 5 bolivianos. Asimismo, en el distrito de Pelechuco los estudios se realizaron parcialmente internándose con acémilas debido a la falta de caminos hacia la zona.

En el Cuadro 1 se muestra a los miembros que formaron el grupo de estudio.

Cuadro 1 Equipo del Estudio in Situ

Contraparte Boliviana			Misión Japonesa		
Nombre	Cargo	Institución	Nombre	Cargo	Institución
Héctor Vargas Santi	Jefe Equipo	SERGEOTECMIN	Morio Hashimoto	Jefe Misión	MINDECO
Roberto Trigo	Geología	SERGEOTECMIN	Akira Takami	Geología	MINDECO
José Luis Argandoña	Geología	SERGEOTECMIN	Akimitsu Takebe	Geología	MINDECO
Oscar Almendas Alrcon	Geología	SERGEOTECMIN	Kinzo Asari	Geología	MINDECO
Bernardino Coronado	Geología	SERGEOTECMIN	Yutaka Katsuno	Geología	MINDECO

SERGEOTECMIN: Servicio Nacional de Geología y Técnico de Minas

MINDECO: Mitsui Mineral Development Engineering Co., Ltd.

#### 1-3-5 Período y extensión del estudio

En el Cuadro 2 se muestra el período del estudio.

Cuadro 2 Períodos del Estudio

	2004					2005	
	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Planeamiento	10 — 20						
Movilización - Desmovilización	21-22 —			17-19 —			
Estudio in situ	23 —	—			16		
Interpretación - Reporte		25-1 —		9 —	—		

En el Cuadro 3 se muestra la extensión del estudio.

Cuadro 3 Extensión del Estudio

Item	Extensión
Geología (Semi-detallado)	Area 185 km <sup>2</sup>
{ Pelechuco	(40 km <sup>2</sup> )
{ Hilo Hilo	(50 km <sup>2</sup> )
{ Aucapata	(45 km <sup>2</sup> )
{ Tacacoma	(50 km <sup>2</sup> )
{ Extensión de exploración	230 km
Geología (Detallado)	
Aucapata	1,44 km <sup>2</sup>
Extensión de exploración	30 km
Muestras	
Suelos	330
Análisis de rocas	130
Grado de grafitización	110
Análisis de minerales	375
Sección delgada (rocas)	20
Sección pulida (minerales)	20
Difracción de rayos-x (polvo)	110
Temperatura homogeneización	40
Datación radiológica	6

## Capítulo 2 Geografía del área del estudio

### 2-1 Geomorfología e hidrología

La regionalización geomorfológica de la República de Bolivia se clasifica en 5 unidades divididas en sentido de oeste a este, por la Cordillera Occidental de los Andes limitando con la República de Chile, el Altiplano, Cordillera Oriental de los Andes, Planicie Chaco-Beniense y Escudo Brasileño. La Cordillera Oriental de los Andes se subdivide adicionalmente en Andes Oriental y Subandino hacia su extremo oriental. El sector central del área del estudio está demarcado por el Andes Oriental, y por otro lado yacen parcialmente el Altiplano y el Subandino respectivamente bordeando los límites occidental y oriental. Los estudios de prospección geoquímica del presente año abarcaron la cadena central del Andes Oriental.

El Altiplano que limita el sector occidental del área del estudio, forma una estrecha loma contigua al Lago Titicaca cuya superficie se encuentra a 3.810 m.s.n.m., continúa hasta la Cordillera Oriental de los Andes. El Andes Oriental tiene su altura máxima en su nevado Illampu de 6.429 m.s.n.m. cubierto por nubosidad durante todo el año, cuenta con una topografía muy accidentada por la cadena de nevados en dirección noroeste-sudeste. El Subandino que limita el sector oriental se encuentra entre 1.000 y 2.500 m.s.n.m. de altitud, presenta lomas muy tenues en la superficie, no obstante, en los valles profundos presentan topografías jóvenes.

Los principales ríos del flanco occidental la cadena central del Andes Oriental en el área del estudio, fluyen de noreste a sudoeste. Por otro lado, los del flanco oriental fluyen de sudoeste a noreste; y, en el sector oriental de noreste a sudeste. Es decir, se observa notoria flexión concentrada hacia la zona de los Andes. Los arroyos se desarrollan en forma ramificada con direcciones noroeste-sudeste y sur-norte.

### 2-2 Clima y vegetación

El clima del área difiere completamente entre sus zonas de cumbre y pie de la Cordillera Oriental. La zona de cumbre se distingue por un clima frío característico de altura con poca variación de temperatura promedio durante el año, siendo marcada la diferencia entre los meses de noviembre a marzo y de abril a octubre, que corresponden respectivamente a estaciones de lluvias y estiaje. Las precipitaciones alcanzan el valor anual de 1.900 mm durante la estación de lluvias, la cual permanece cubierta por nubarrones la mayor parte del tiempo y presenta frecuentemente lluvias con granizos y celliscas. En cambio, al pie de cordillera, si bien se cubre parcialmente con nubes cargadas provenientes de las zonas altas, las precipitaciones anuales son relativamente menores alcanzando un valor aproximado de 900 mm, y el tiempo de exposición a la luz solar es relativamente mayor. En cuanto a la temperatura, hacia la cumbre, la variabilidad diaria es alta durante la estación de estiaje, pudiendo llegar a una temperatura máxima por encima de 20°C y a una mínima por debajo de -10°C. Al pie de cordillera dentro del Subandino la temperatura promedio es de aproximadamente 10°C, siendo su fluctuación muy estrecha. En el siguiente cuadro se muestra los registros de precipitaciones promedio entre 1992 y 2001 de las principales estaciones de observación.

**Cuadro 4      Precipitaciones promedio mensuales (unidad: mm)**

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Sorata	205	160	165	72	15	12	6	15	51	60	68	130	959
Quiabaya	220	176	146	64	33	28	20	34	53	62	75	135	1045
Charazani	57	54	46	31	13	13	12	13	32	35	35	34	375

La vegetación del área es predominantemente secundaria, no obstante, parcialmente está cubierta por bosques inexplorados en las zonas altas. La vegetación secundaria consiste principalmente de herbáceas como paja y arbustos en la rivera de los ríos. Hacia la cumbre, exceptuando la actividad agrícola, predominan pequeños arbustos de gimnospermas.

## Capítulo 3 Geología General

### 3-1 Aspectos geológicos

En el área del estudio se distribuyen sedimentos y volcánicos del paleozoico hasta el cuaternario hacia el noroeste extendiéndose al sudeste. Intrusivos a éstos se distribuyen batolitos de Yani-Zongo del co-herciniano, de Illampu y stock de Huato (Amarete) del post-herciniano y complejo hipabisal Charazani del neogeno inicial (Figuras 3, 4 y 5).

La geología del área es paralela a la tendencia de los Andes (noroeste-sudeste), distribuyéndose generalmente estratos del paleozoico hacia el noreste y sucesivamente unidades geológicas más jóvenes en dirección al sudoeste. Las estructuras de plegamiento tienen un arreglo coordinado tendiendo a los Andes, presentando suave anticlinorio. En los anticlinales se observan fallas inversas de alta inclinación asociadas a los pliegues. Se observan notorias fallas de desplazamiento de rumbo ligadas a zonas de compresión y deslizamientos interstratificados especialmente en lutitas negras. Asimismo, las fallas transversales correspondientes a la zona de tensión cruzan a las fallas de desplazamiento de rumbo con direcciones NE-SO y N-S. Se infiere que los movimientos de las fosas tectónicas debidos a la zona de tensión se originaron durante el jurásico inferior; sin embargo, no fue posible verificarlos en campo.

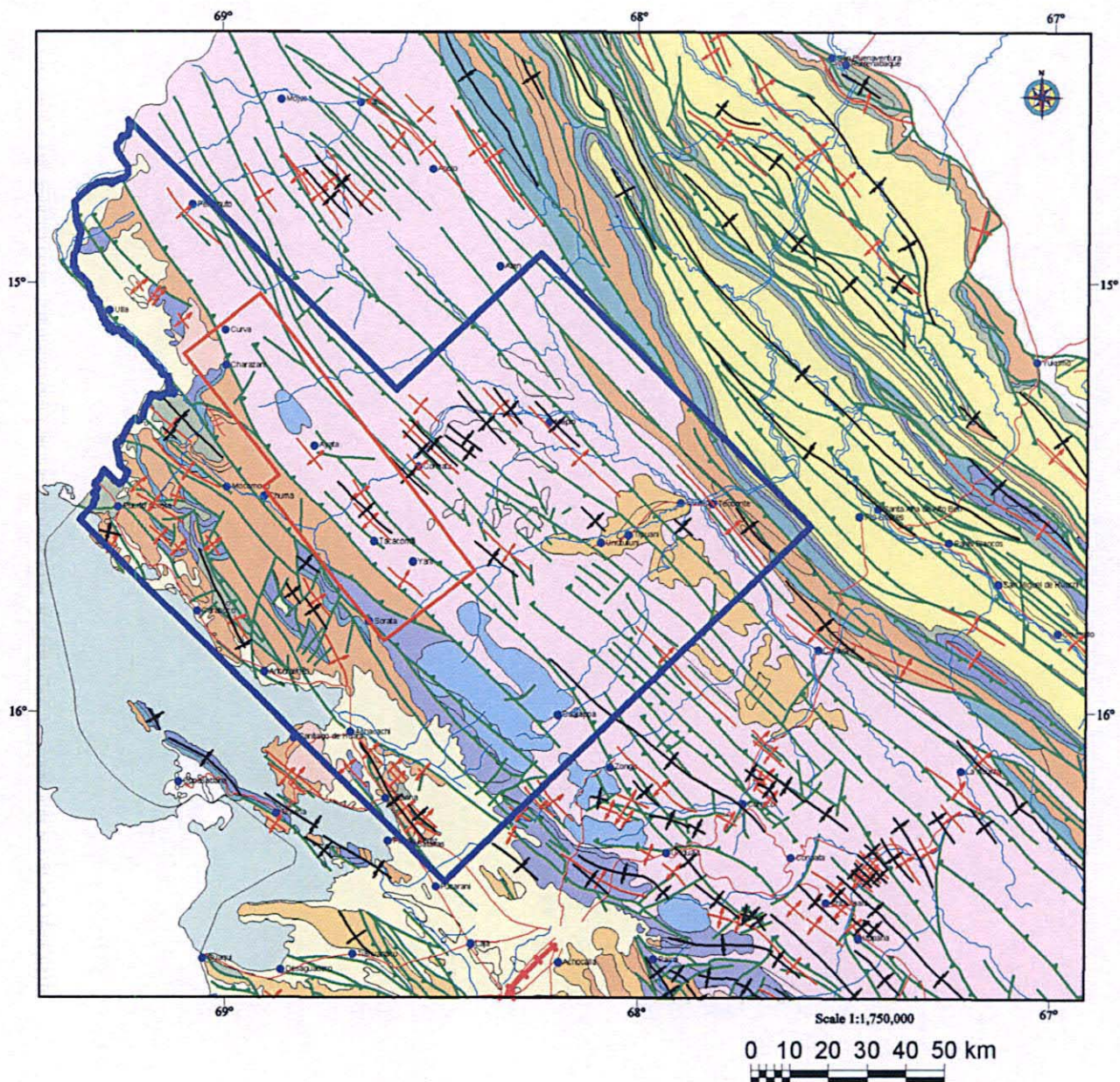
Hacia el sector central del área se distribuye la faja de fallas de la Cordillera Real extendiéndose hacia NO-SE limitado por el Cratón de Guapole hacia noroeste y el Macizo de Arequipa-Huarina hacia el sudoeste.

### 3-2 Sinopsis de yacimientos y ocurrencias conocidos

El área del estudio, según las provincias metalogénicas de Bolivia, se ubica entre las provincias estanníferas y polimetálicas marginales de los Andes Oriental.

De acuerdo a la carta de ubicación de ocurrencias minerales del Proyecto Cordillera, se conocen 201 entre yacimientos y ocurrencias (en adelante ocurrencias en general) en el área del proyecto (Figura 6). Estos se clasifican en 63 de estaño-tungsteno, 53 de oro, 45 de cobre-plomo-zinc, 26 de antimonio, 5 de molibdeno, 2 de uranio, 2 de bario-mercurio y 5 de tipo desconocido. Las ocurrencias de oro y cobre-plomo-zinc se distribuyen hacia el centro y norte, y Sn-W hacia el meridiano del área del estudio. La distribución de ocurrencias de antimonio presenta principalmente correlación con las ocurrencias de cobre-plomo-zinc.

Las ocurrencias que se distribuyen dentro de la zona de prospección geoquímica son 71. Los minerales correspondientes a estas ocurrencias incluyen 19 de plomo-zinc, 18 de oro, 12 de antimonio, 7 de estaño, 4 de tungsteno, 4 de estaño-tungsteno, 1 de bismuto (-estaño-tungsteno), 1 de estaño-plomo, 1 de uranio y 4 de tipo desconocido. Macroscópicamente, la distribución de oro, estaño y tungsteno ocurren hacia el meridiano y plomo-zinc y antimonio principalmente hacia los sectores central y septentrional de la zona de prospección geoquímica.



### Legend

- |  |  |  |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #fff9c4; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Depositos aluviales, fluvio lacustre, fluvio glaciales, coluvial, lacustre, morrena</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #f4cccc; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Complejo volcanico</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #fff2cc; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Conglomerado, arenisca, limolita, caliza, marga, diapiro intercalan toba y lava</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #f4cccc; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Colada de lava, toba, estrato volcan y sucesion volcanico sedimentaria</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #c6e0b4; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Conglomerado, caliza, arenisca, limolita, marga y basalto intercalado</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #a6c9ec; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Arenisca</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #a6c9ec; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Pluton de granitoide</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #a6c9ec; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Caliza, marga, lutita, arenisca y manto de antracita</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #a6c9ec; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Diamictita, conglomerado, arenisca y lutita</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #f4cccc; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Arenisca, lutita y limolita</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #a6c9ec; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Lutita, limolita, arenisca, cuarcita y diamictita</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #f4cccc; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Arenisca, limolita, cuarcita, pizarra, lutita y lava almohadillada</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; border-bottom: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Contacto geologico</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; border-bottom: 1px dashed red; margin-right: 5px;"></span> Eje anticlinal</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; border-bottom: 1px dashed red; margin-right: 5px;"></span> Eje anticlinal inferido</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; border-bottom: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Eje sindinal</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; border-bottom: 1px dashed black; margin-right: 5px;"></span> Eje sindinal inferido</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; border-bottom: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Falla</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; border-bottom: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Falla inversa</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; border-bottom: 1px dashed black; margin-right: 5px;"></span> Falla inferida</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; border-bottom: 1px solid blue; margin-right: 5px;"></span> Rio</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #a6c9ec; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Lago</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: black; border-radius: 50%; margin-right: 5px;"></span> Poblacion</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; border-bottom: 1px dashed black; margin-right: 5px;"></span> Limite internacion</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; border-bottom: 1px solid red; margin-right: 5px;"></span> Ferrocarril</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; border-bottom: 1px solid red; margin-right: 5px;"></span> Camino</li> </ul> |
|--|--|--|
- 
- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 20px; border: 1px solid blue; margin-right: 5px;"></span> Project Area</li> <li><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 20px; border: 1px solid red; margin-right: 5px;"></span> Field Survey Area</li> </ul> |
|--|

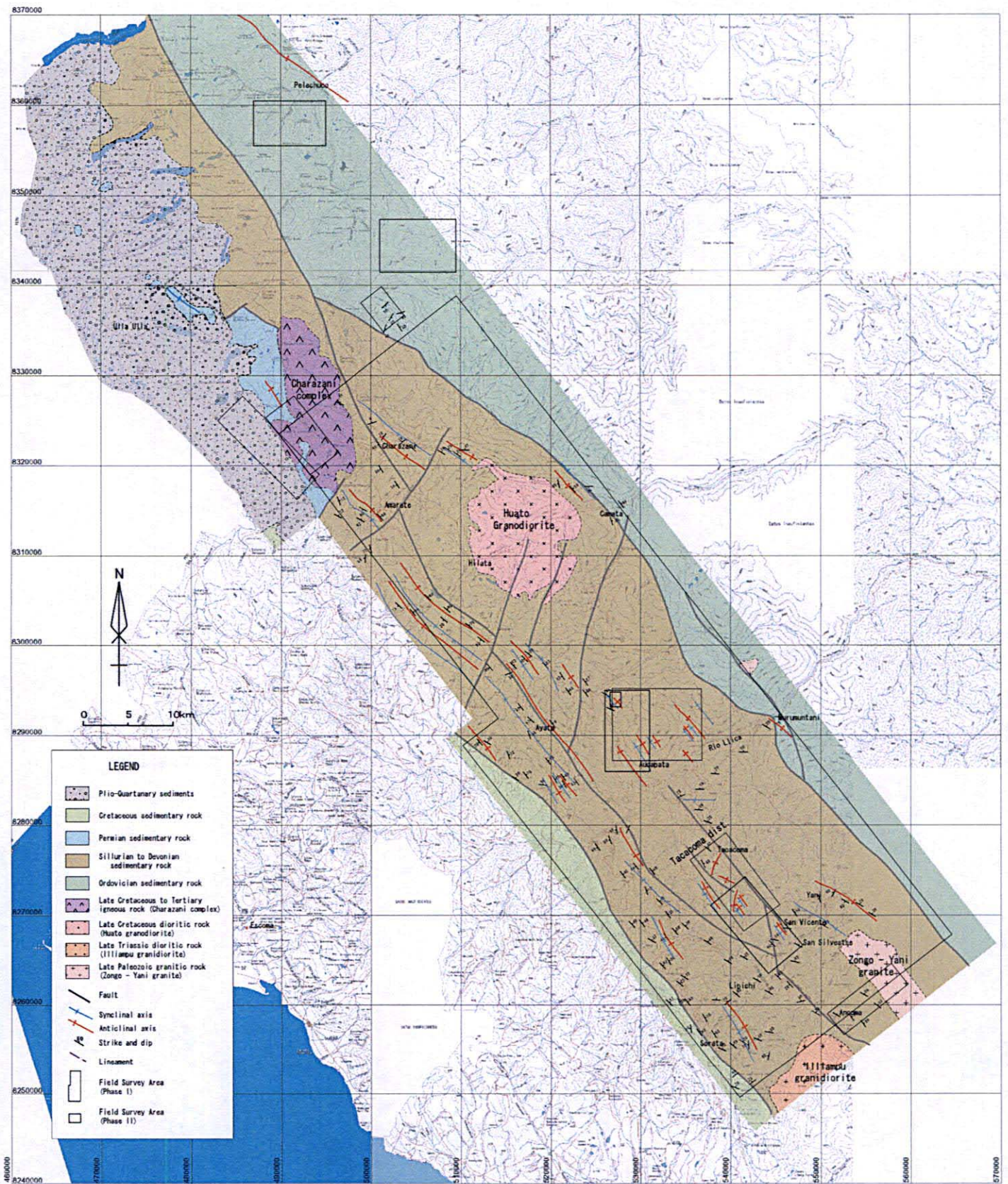
第3図 広域地質概略図

Fig. 3 Mapa geológico regional sinóptico

System	Series	Stratigraphic Unit		Igneous Activity		
		Fomations	Lithology			
CENOZOIC	Quaternary	Holocene		glacial sediments, lacustrine deposit, colluvium, alluvium	Hydrothermal activity in Zongo-Yani area $35.3 \pm 1.0$ K/Ar (biotite) Charazani hypabyssal complex $47.1 \pm 1.0$ K/Ar (whole rock) $56.8 \pm 1.5$ K/Ar (whole rock)	
		Pleistocene				
	Tertiary	Neogene	Pliocene			
			Miocene	Cangallí F.		conglomerate with sandstone and shale
		Paleogene	Oligocene			
			Eocene			
Paleocene						
MESOZOIC	Cretaceous	Upper	Ococoya F.	siliceous shale with quartzite	Amarete granodiorite $93.4 \pm 2.6$ K/Ar (biotite) Charazani hypabyssal complex $94.9 \pm 2.6$ K/Ar (biotite) $97.7 \pm 2.5$ K/Ar (whole rock)	
			Huarachani F.	shale with limestone and calcareous sandstone		
			Ancoraimas F.	sandstone with gypsum		
			Matilde F.	limestone and dolomite		
		Lower	Carabuco F.	psamitic rocks		
			Pacobamba F.	conglomerate, sandstone, mudstone		
	Jurassic	Upper				
		Middle				
		Lower				
	Triassic	Upper			Illampu granodiorite $210.7 \pm 5.8^{m\gamma}$ K/Ar (biotite)	
		Middle				
		Lower				
	PALEOZOIC	Permian	Upper	Chutani F.	alternation of feldspathic sandstone, calcareous shale and dolomite	Zongo-Yani granite $[35.3 \pm 1.0$ K/Ar (biotite)] Aucapata silica - clay vein $289.3 \pm 15.8$ K/Ar (whole rock)
			Lower	Copacabana F.	limestone with siliceous nodule and dolomite	
Carboniferous		Upper		Yaurichambi F.	sandstone with chert, dolomite, conglomerate, shale	
		Lower	Ambo G.	Siripaca F.	sandstone with limestone and abundant plant fragments	
				Kasa F.	sandstone and shale with small scaled diamict	
Cumaná F.				diamict, sandstone and conglomerate		
Devonian		Upper		Collpacucho F.	sandstone and shale and siltstone with sandstone	
		Middle		Sicasica F.	shallow marine to delta sediments	
		Lower		Belén F.	deep to shallow marine sediments	
				Vila Vila F.	sandstone with cross bedding	
Silurian		Pridolian		Catavi F.	sandstone	
		Ludlovian		Uncía F.	shallow marine pelitic sediments	
		Wenlockian		Llallagua F.	pale gray to brown quartzite, sandstone, siltstone and greenish gray shale	
		Llandoerian		Cancañiri F.	diamict	
Ordovician	Ashgillian		Amarete F.	alternation of sandstone and quartzite		
	Caradocian					
	Llandeilan		Coroico F.	black mudstone and shale		
	Llanvirnian			fine grained sandstone		
	Arenigian					
Tremadocian						

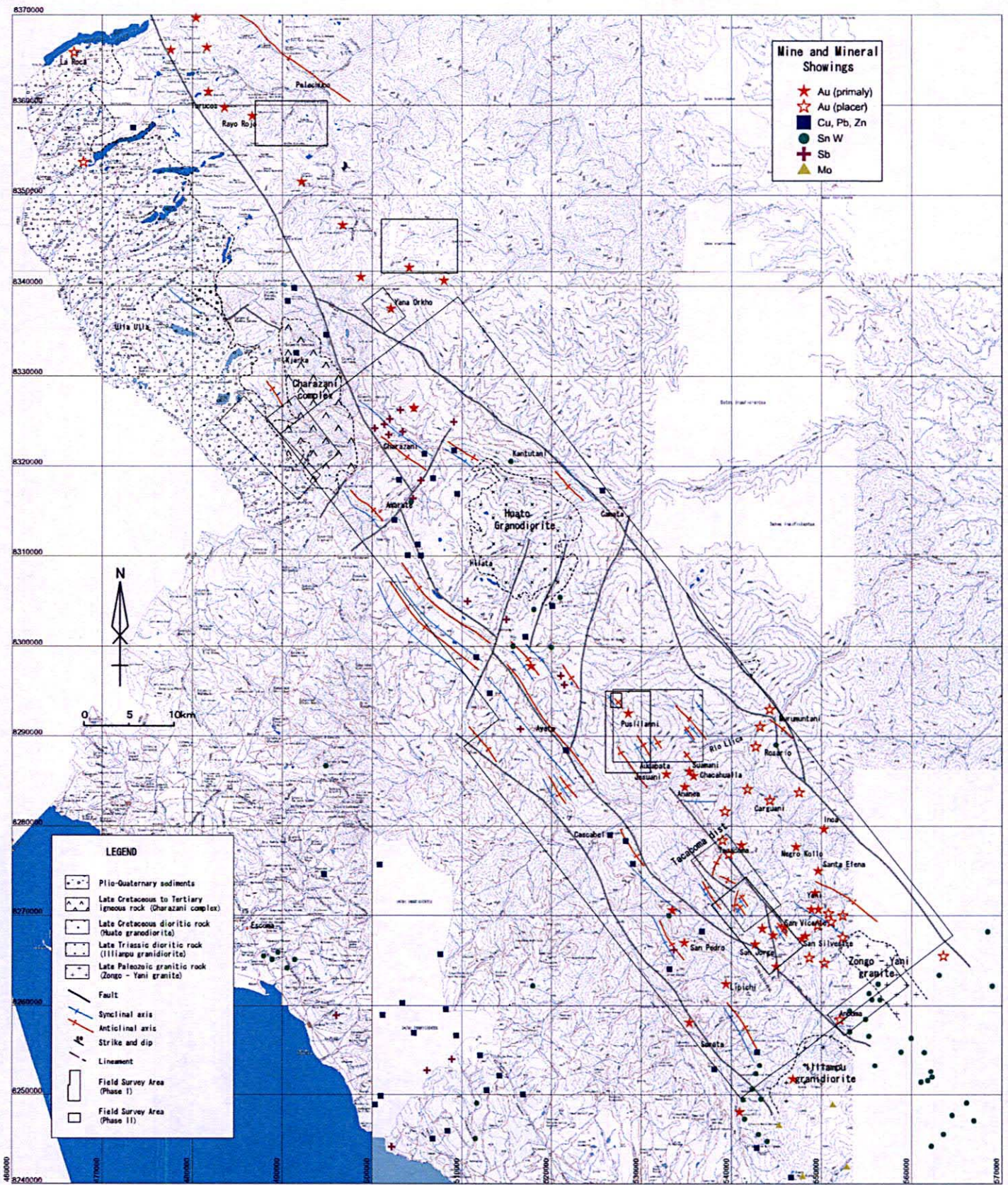
第4图 地質模式層序图

Fig. 4 Perfil de columna estratigráfica



第5図 調査地域地質図  
Fig. 5 Mapa geologico local





第6図 既知鉱徴分布図

Fig. 6 Mapa de ubicacion de las ocurrencias mineralizadas

## **Parte II    Análisis e Interpretación**

## **Capítulo 1 Resultados del Estudio Geológico y Prospección Geoquímica**

### **1-1 Distrito Pelechuco**

#### **1-1-1 Geología y Estructura Geológica**

Se distribuye en toda su extensión lutitas negras con desplazamientos de areniscas (Figura 7).

El rumbo principal de los estratos corre en dirección NO-SE, siendo el sector del estudio muy flexionado, aunque hacia su sector noreste consiste de relativo suave sinclinal (Figura 8).

Se estima lineamiento en al menos 3 puntos con desplazamiento del estrato.

#### **1-1-2 Mineralizaciones y Alteraciones**

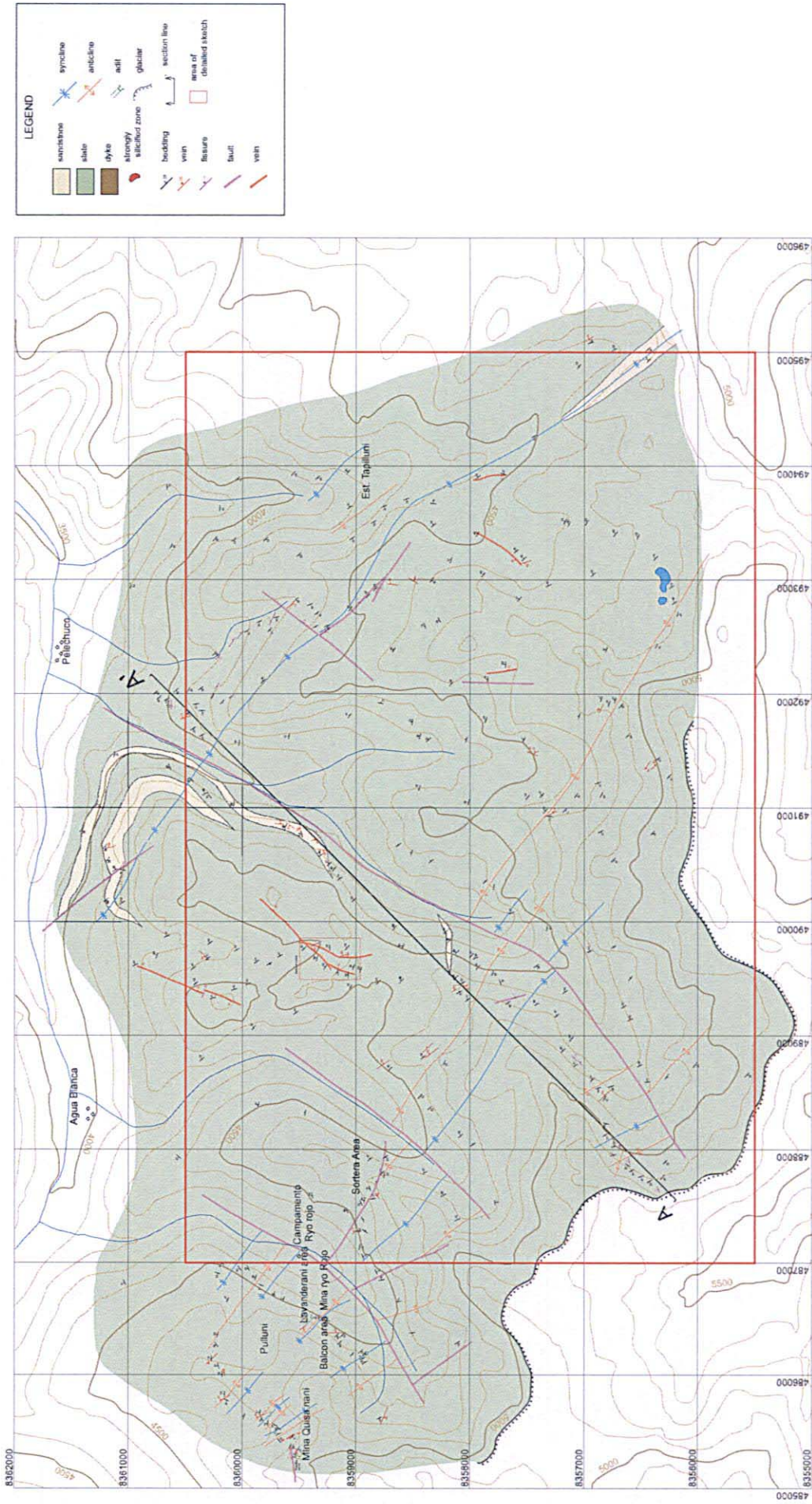
En el presente distrito, se observa la presencia de yacimientos estratificados con concordancia a los estratos (en adelante refiérase como yacimiento tipo manto) y vetiformes.

Los yacimientos tipo manto se presentan en las minas Rayo Rojo en actividad, Quisani (actualmente inactiva: ver bosquejo de galería a escala 1:200 en el apéndice) ubicado hacia la prolongación noroeste de éste bajo administración de la Cooperativa Minera y Tulcos (en inactividad durante la visita del estudio en la segunda fase, no obstante en actividad actualmente) hacia el extremo de la misma prolongación.

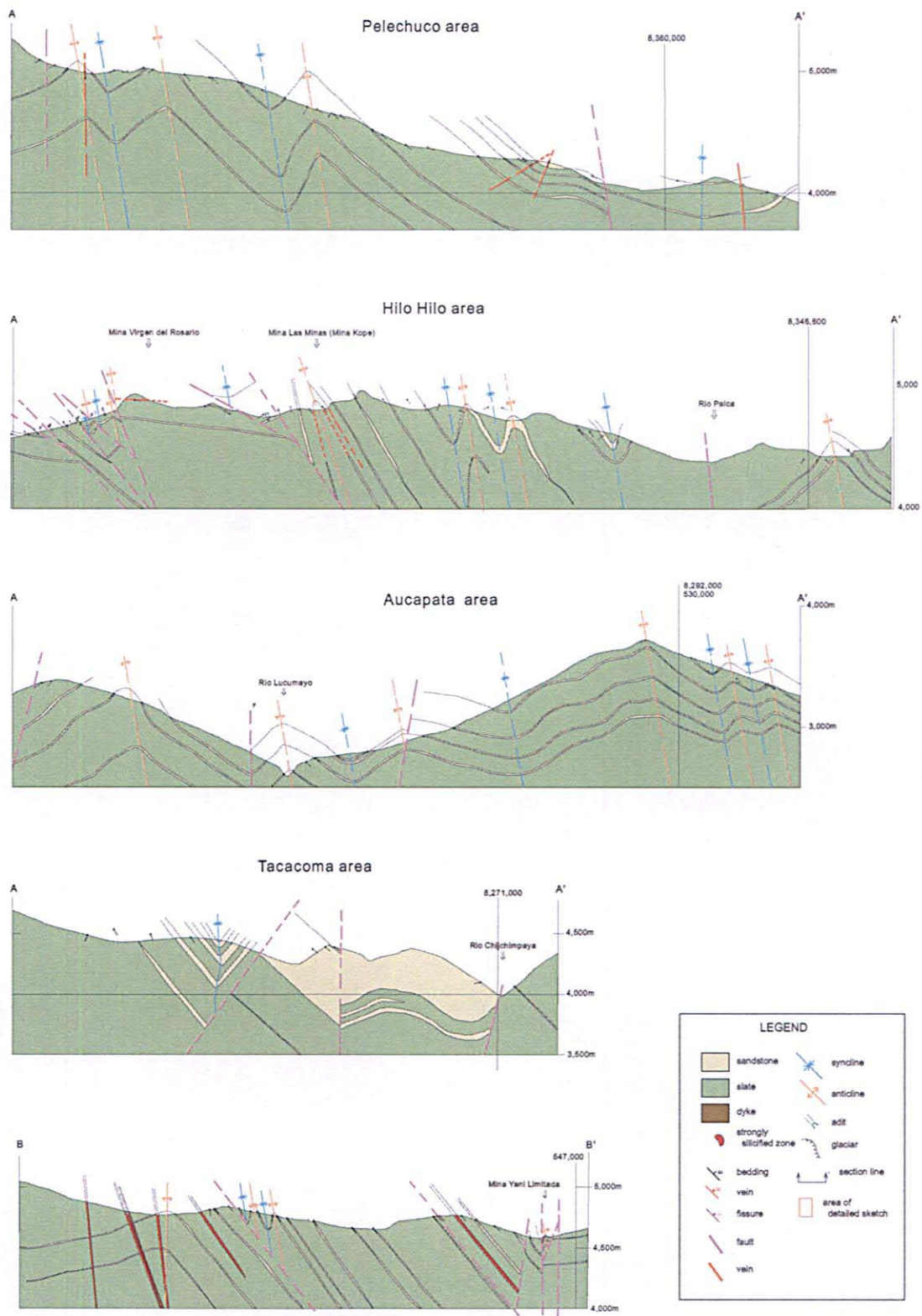
Estos mantos yacen estructuralmente en el sector anticlinal. En la mina Rayo Rojo, el yacimiento se distribuye en ambos flancos del eje extendiéndose aproximadamente 300 m.

La mina Rayo Rojo se le conoce como Lavanderani desde la época colonial. Actualmente está administrado por una cooperativa con 40 propietarios y 200 trabajadores, explotando aproximadamente 30 galerías. Se observa desplazamiento en dos lugares en ambas laderas del valle, siendo el margen izquierdo correspondiente a las circunscripciones Balcon y Lavanderani; y el derecho 16 de Julio y Soratera. Los minerales extraídos mediante el uso de compresora son triturados y molidos con dos molinos hidráulicos. Cada uno posee capacidad de 4 barriles diarios. Los minerales extraídos son recuperados mediante mercurio. A pesar que se ha instalado una planta de recuperación mediante cianuración, ésta no se encuentra en funcionamiento, debido a la oposición de la población aledaña.

En la circunscripción de Soratera convergen vetas rellenando las fisuras en las fallas con rumbo 60-65SO y cuarzo en forma de manto en dirección N45O, 70NE. De acuerdo a la versión de los mineros del lugar, el oro se encuentra concentrado altamente en el sector de la convergencia. Los



第7図 ペレチュコ地区地質図  
Fig. 7 Mapa geológico del sector Pelechuco



第8図 地質断面図

Fig. 8 Perfil geológico de los sectores estudiados

yacimientos tipo manto enrumban en dirección N54O con buzamiento 70SO, aparentemente afectado por la falla.

Se verificó la presencia de al menos 10 vetas de cuarzo, la mayoría en dirección noreste-sudoeste. Los análisis químicos resultaron ser pobres en la mayoría de muestras tomadas (Figuras 9-1 y 9-2).

Aproximadamente a 2,5 km del poblado Agua Blanca convergen dos vetas de cuarzo con potencia máxima de 10 m, alcanzando 500 m de enrumbamiento (ver bosquejo a escala 1:2000 en el apéndice), sin notoria mineralización (11504LA, 11117MH al 11119MH).

En los análisis de secciones pulidas de muestras del manto cuarcífero (11101MH), tomadas de la mina Rayo Rojo en la circunscripción de Sorata, se observaron pequeñas cantidades de piritita, marcasita, y trazas de calcopirita, covelina, galena, pirrotita y arsenopirita. Asimismo, los cuarzos asociados a los sulfuros (11081MH) contienen principalmente piritita y marcasita y trazas de calcopirita. Todos contienen grafito, infiriéndose que fueron rodeados de lutitas de la roca huésped.

En efecto, de la observación superficial no se verificó la presencia de yacimientos sedex.

A continuación se muestra los resultados de mediciones de temperaturas de homogeneización y salinidad de inclusiones fluidas del cuarzo expresadas en NaCl-equivalente (Cuadro 5, Fig.10).

Cuadro 5. Resultados de Mediciones de Inclusiones Fluidas (Pelechuco)

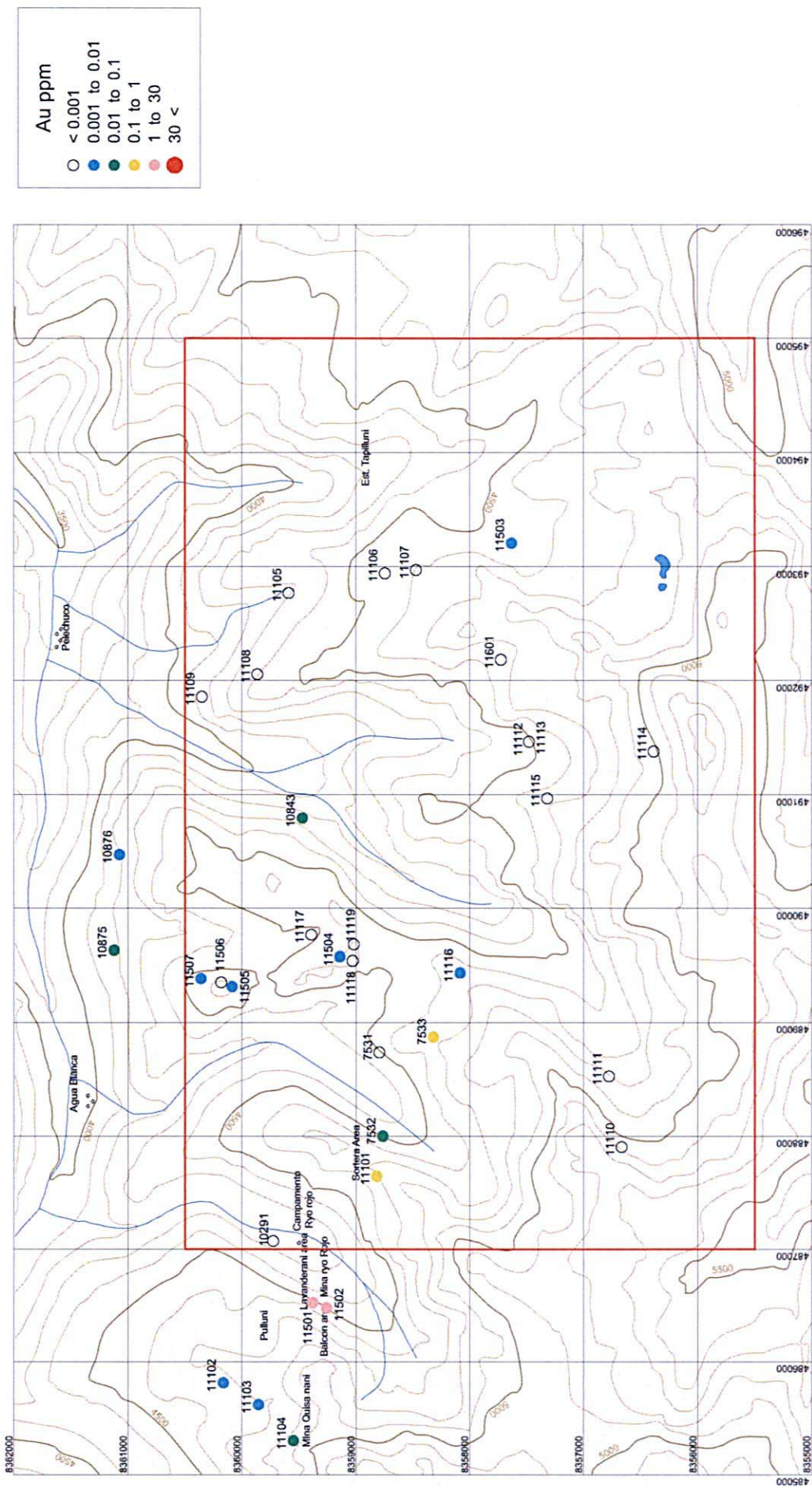
Código Muestra	Tipo	Inclusión Fluida		Estructura		Análisis		Observación
		Temp. hom. Prom (°C)	Salinidad (wt%)	Rumbo	Buzam.	Au (g/t)	Ag (g/t)	
11104MH	manto	198	21,3	N60W	25SW	0,096	0,09	Quisanani
11501LA	veta	242	13,7	N30W	65SW	7,75	0,19	Lavanderani*
11502LA	manto	258	13,1	N40W	40SW	6,63	0,13	Lavanderani*
11101MH	manto?	225	10,8	N5W	70SW	0,62	0,12	Soratera*
11505LA	veta	156	19,7	N30E	80NW	0,003	0,01	Agua Blanca SE*
11117MH	veta	-	-	N45E	80SE	<0,001	0,01	Area bosquejo
07533HV	veta?	205	16,8	N45W	50NE	0,12	0,05	Agua Blanca SE
11115MH	veta	257	9,7	N30W	85NE	<0,001	0,02	Pelechuco SW

\* conteniendo CO<sub>2</sub>

No fue posible realizar mediciones de la muestra 11117MH debido a la poca cantidad de inclusión fluida. Los resultados del análisis sobre las vetas (11501LA) y manto (11502LA) de cuarzo no detectaron mineralización aurífera, infiriéndose edad de formación similar al tipo manto.

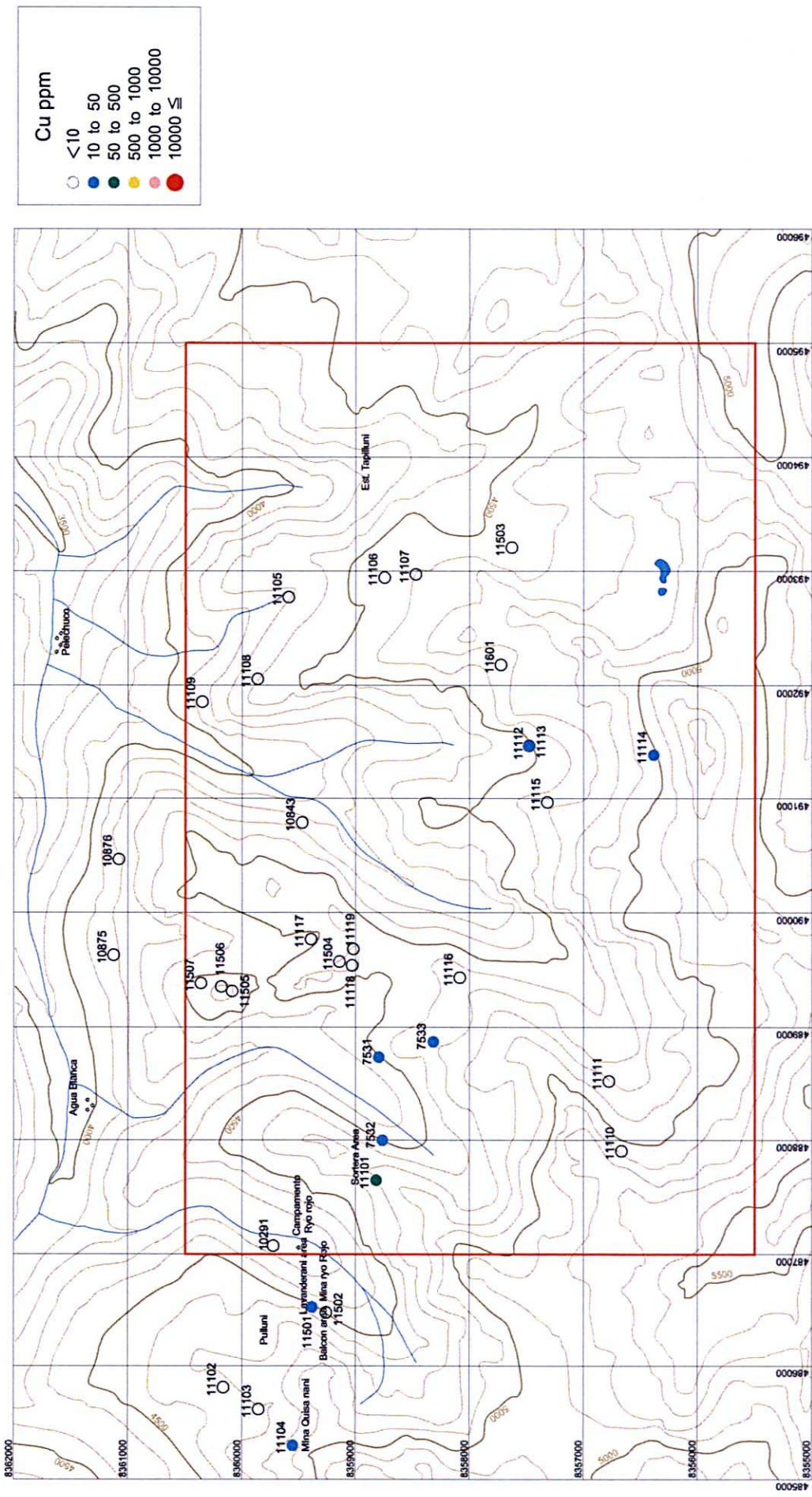
### 1-1-3 Resultados de la Prospección Geoquímica de Rocas

Se tomaron muestras de rocas (principalmente lutitas) en intervalos de 1 km en la ruta, para la



第9-1図 ペレチュコ地区鉱石分析結果(Au品位分布図)

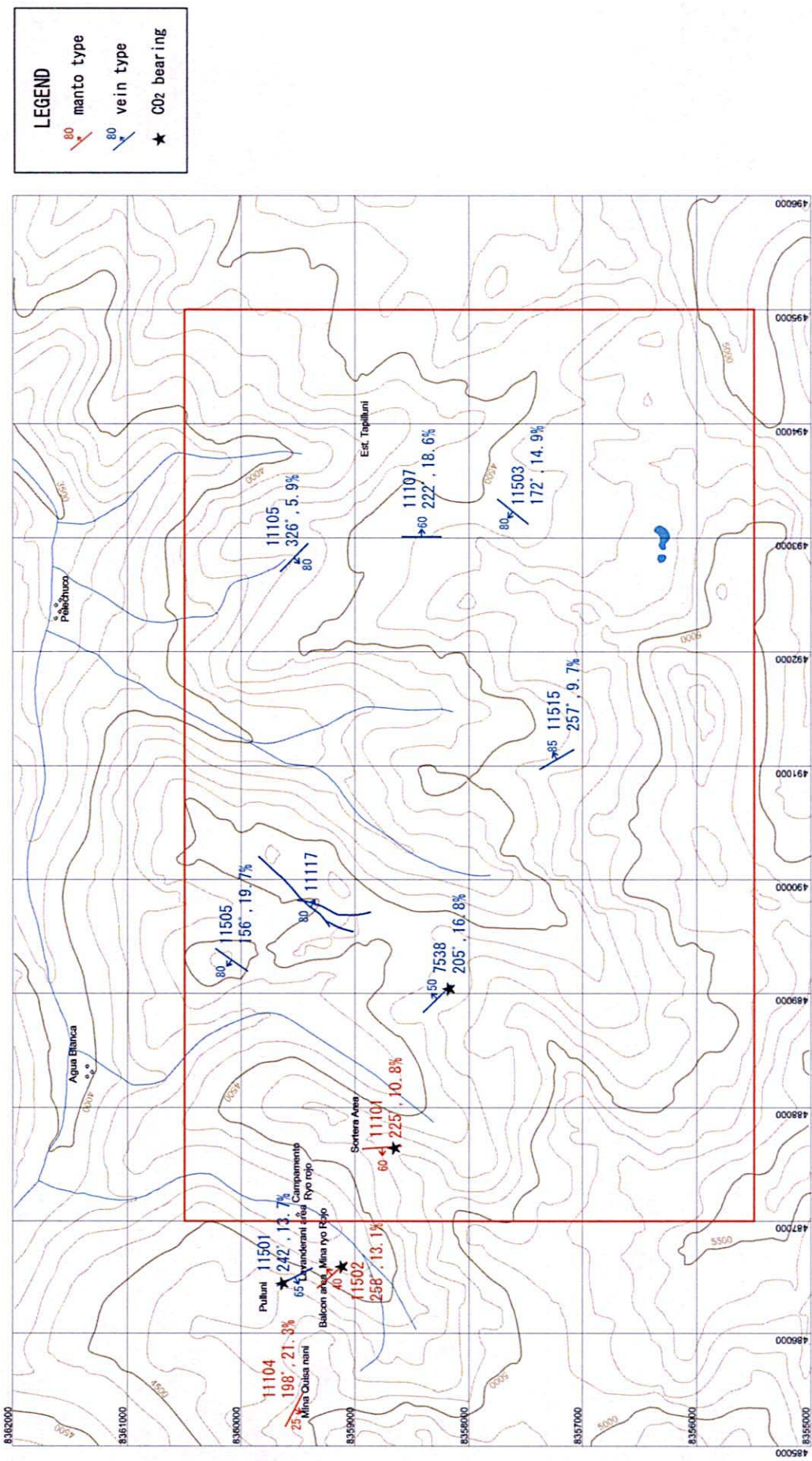
Fig.9-1 Resultado de analisis quimico de menas (distribucion Au ; Pelechuco)



第9-2図 ペレチュコ地区鉱石分析結果(Cu品位分布図)

Fig.9-2 Resultado de analisis quimico de menas (distribucion Cu ; Pelechuco)





第10図 ペレチュコ地区流体包有物測定結果図  
 Fig.10 Distribucion de temperatura homogeneizacion de inclusiones fluidas (Pelechuco)

determinación de estratos de mineralización mediante análisis químico, estimación de metamorfismo mediante análisis de difracción y análisis de la historia térmica mediante medición del grado de grafitización, con el objeto de verificar la existencia de depósitos sedex.

Los resultados de los análisis químicos de principales elementos no mostraron importantes anomalías (Cuadro 6, Figuras 11-1 y 11-2).

Del análisis de difracción de rayos X se observó principalmente la combinación de albita y clorita en la litofacie, y parcialmente notoria presencia de siderita y ausencia de albita en otros (Figura 12).

Asimismo, como minerales carbonatados se observa la presencia de magnesita, aparte de la siderita, concentrada hacia el sector nororiental del distrito. Por otro lado se ha verificado también la presencia de calcita en un lugar.

Los resultados de las mediciones de grafitización arrojaron valores entre 12 y 238. La distribución se presenta en la Figura 13. Los valores mayores de 20 se distribuyen en toda la extensión del distrito. Los valores menores de 20 se distribuyen en el sector meridional del distrito. Asimismo, se verificó la tendencia de altas temperaturas hacia el sector noroeste y sudeste con valores que superan 30.

En efecto, los valores extremadamente altos corresponderían a grafitos clásicos remanentes.

#### **1-1-4 Observaciones**

Los yacimientos auríferos del distrito son de tipo manto, similares a los del distrito Yani, verificándose que se originaron estructuralmente en el eje del anticlinal.

En consecuencia, se infiere la probabilidad de existencia de yacimientos auríferos manto en el anticlinal del sector sudoeste.

De acuerdo a los resultados del análisis de rayos X y secciones delgadas, la alteración está asociada al cinturón de clorita, sin haber alcanzado el isogrado de la biotita; distribuyéndose valores superiores a 400 °C (GD mayor de 30) según los grados de grafitización. Sin embargo, los valores no indican latencia de roca ígnea en su profundidad de modo regular. Se infiere que se trata de una distribución termal producto de la alteración regional.

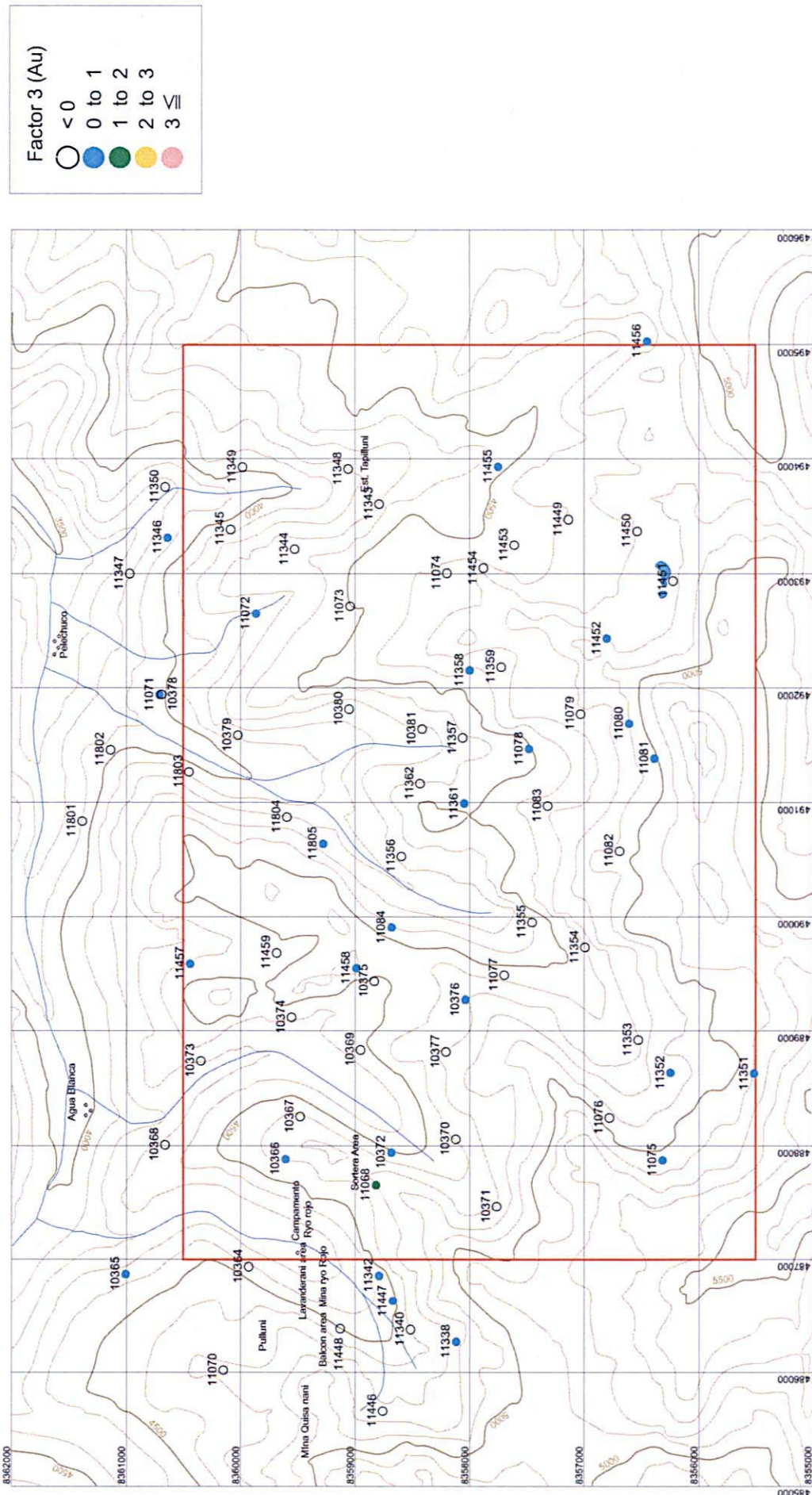
Los yacimientos conocidos (minas Rayo Rojo y Quisanani) presentan valores de GD alrededor de 25, correspondiendo al ámbito de distribución de yacimientos auríferos tipo manto (GD entre 15 y 30).

La presencia de minerales carbonatados (magnesita, siderita, calcita) se observaron en las vetas de cuarzo con abundante dióxido de carbono, según las mediciones en inclusiones fluidas.

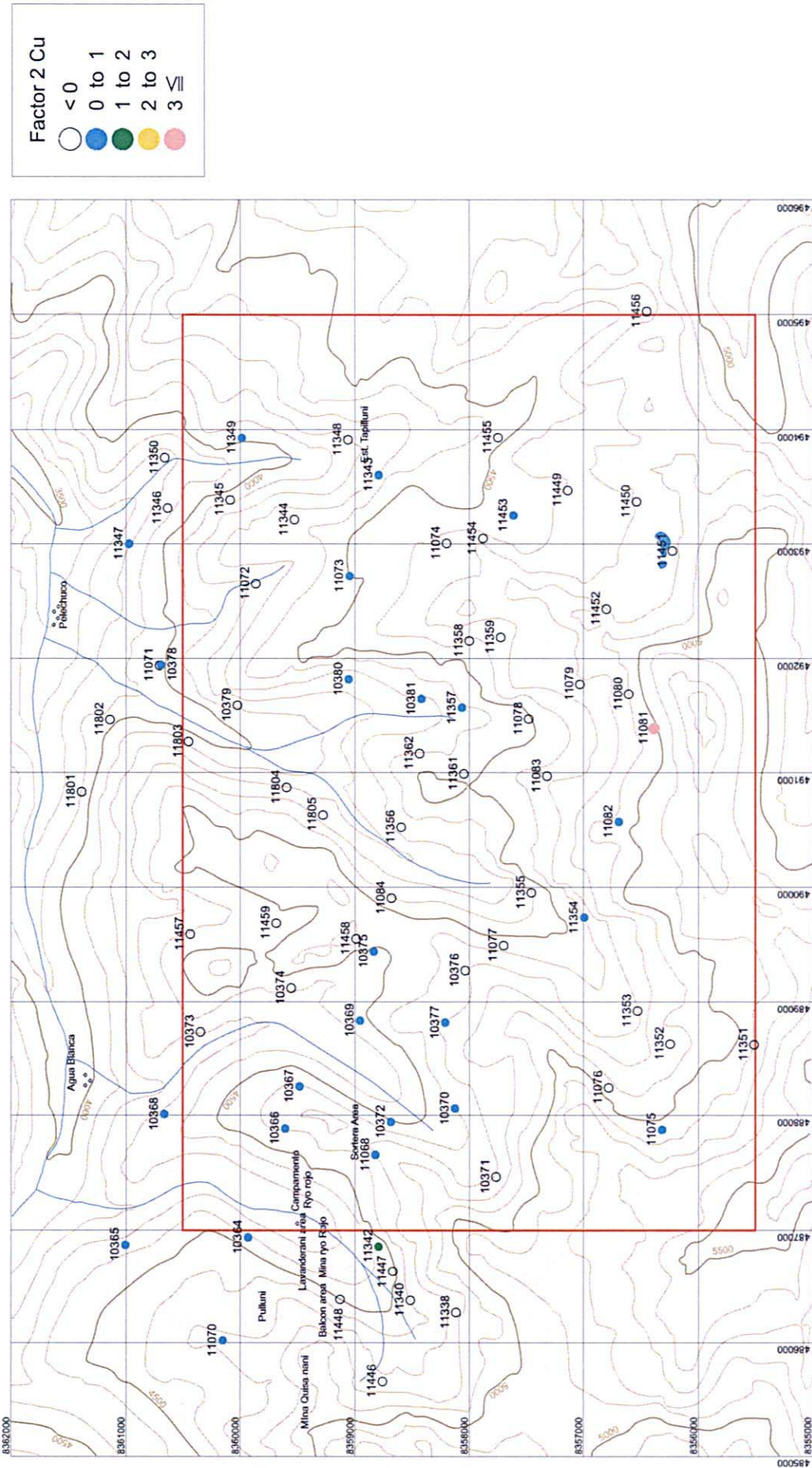
第6表 主成分分析結果(岩石)  
Cuadro 6 Análisis de principales compuestos (rocas)

Elements	Factor Loading											Communalities
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC12	PC13	
Au	0.131	0.070	0.951	0.099	0.076	0.020	0.080	0.025	0.071	0.001	-0.042	0.956
Ag	0.000	0.896	0.104	0.040	0.237	-0.054	0.007	-0.038	0.157	-0.068	0.073	0.911
Cu	-0.023	0.948	0.037	0.124	-0.032	-0.063	-0.009	-0.052	-0.075	0.011	-0.011	0.930
Pb	0.039	0.734	0.030	0.022	0.646	-0.059	0.023	-0.040	0.025	0.007	0.027	0.966
Zn	-0.073	0.419	-0.141	0.618	0.187	-0.163	0.244	-0.230	-0.272	0.048	-0.087	0.841
As	0.162	0.020	0.951	0.135	0.036	0.033	0.093	0.069	0.062	0.001	-0.055	0.972
Sb	0.113	0.592	0.566	0.024	0.031	-0.090	0.040	-0.063	0.149	-0.052	-0.130	0.740
Hg	-0.004	0.059	-0.039	-0.045	0.034	0.353	-0.021	0.022	0.423	-0.328	0.347	0.541
Ga	-0.002	0.055	0.086	0.825	-0.066	0.025	0.019	0.017	0.012	0.503	0.066	0.953
In	0.249	0.227	0.327	0.816	0.045	0.027	0.040	0.058	0.119	-0.082	0.015	0.916
Sn	0.184	-0.083	0.268	0.038	0.065	0.087	0.370	0.143	0.752	0.275	0.041	0.927
W	0.797	0.009	0.325	-0.011	0.036	0.003	0.092	0.435	0.129	-0.033	-0.059	0.960
Al	-0.078	0.132	-0.045	0.819	-0.088	-0.069	0.097	-0.068	-0.108	0.467	0.001	0.953
B	0.957	0.012	-0.140	-0.045	-0.006	0.009	0.020	-0.023	-0.098	-0.044	0.007	0.951
Ba	0.316	-0.093	0.609	-0.018	0.048	-0.015	0.603	0.068	-0.070	-0.033	-0.035	0.858
Be	0.438	0.090	0.410	0.312	0.024	0.036	0.487	0.048	0.040	0.203	-0.087	0.757
Bi	0.137	0.883	0.236	0.277	0.030	-0.050	-0.051	0.050	-0.025	-0.087	-0.043	0.949
Ca	0.893	0.065	0.243	0.117	0.047	0.034	0.138	0.172	0.129	0.005	0.036	0.944
Cd	0.089	0.111	0.077	-0.002	0.961	-0.013	0.089	-0.014	0.031	-0.016	0.035	0.960
Ce	0.035	-0.168	-0.034	-0.026	-0.127	0.864	-0.023	-0.053	0.014	0.201	0.096	0.848
Co	0.189	0.911	-0.063	0.179	0.192	-0.036	-0.051	0.007	-0.063	0.085	-0.031	0.954
Cr	-0.026	-0.027	0.036	0.174	0.066	0.090	-0.201	-0.023	0.840	-0.119	-0.114	0.820
Cs	0.139	0.000	0.854	0.131	-0.039	0.059	0.340	0.094	0.046	0.016	0.119	0.912
Fe	0.504	0.405	0.276	0.618	0.060	-0.053	0.068	0.090	0.034	0.209	-0.054	0.942
Ge	0.197	0.120	0.488	0.763	0.011	0.214	-0.052	0.097	0.080	-0.068	-0.060	0.946
Hf	0.420	0.054	0.306	0.030	0.083	0.738	-0.071	0.161	0.149	-0.115	-0.128	0.908
K	0.125	-0.119	-0.012	-0.161	0.044	-0.099	0.884	0.010	-0.114	-0.113	-0.177	0.906
La	-0.014	-0.155	-0.057	-0.079	-0.130	0.861	0.046	-0.099	-0.009	0.186	0.101	0.849
Li	-0.169	0.049	-0.099	0.239	-0.028	-0.017	0.267	-0.329	-0.390	0.321	0.377	0.676
Mg	-0.092	0.183	-0.069	0.389	-0.062	-0.044	-0.143	-0.114	-0.069	0.798	0.011	0.878
Mn	0.734	0.489	-0.033	0.366	-0.011	-0.074	-0.074	-0.027	-0.042	-0.054	-0.138	0.947
Mo	-0.030	0.149	0.012	-0.031	0.913	-0.062	0.032	0.008	0.044	-0.063	0.062	0.873
Na	-0.005	-0.112	-0.043	-0.092	0.138	-0.014	-0.152	-0.028	-0.029	0.010	0.862	0.809
Nb	0.393	-0.025	0.081	0.050	-0.009	-0.021	0.080	0.830	-0.010	-0.018	0.027	0.861
Ni	-0.011	0.852	-0.106	0.157	0.023	-0.035	-0.093	-0.021	-0.064	0.298	-0.081	0.873
P	0.692	0.158	0.373	0.385	0.083	0.049	0.106	0.215	0.159	-0.028	0.032	0.886
Rb	0.059	-0.097	0.301	-0.016	0.009	-0.044	0.916	0.110	0.063	-0.049	-0.017	0.963
Re	0.002	0.033	0.042	0.021	0.981	-0.014	0.051	-0.017	0.053	-0.027	0.023	0.972
S	0.027	0.658	0.103	0.031	0.714	-0.038	-0.023	-0.018	-0.006	0.033	0.026	0.959
Sc	0.279	0.407	0.224	0.724	-0.016	0.033	-0.138	0.125	0.175	0.250	0.057	0.950
Se	0.306	0.307	0.394	0.103	0.165	0.144	0.187	0.168	0.442	-0.221	0.205	0.751
Sr	0.952	0.007	0.200	0.038	0.011	0.037	0.155	0.107	0.037	0.003	0.049	0.989
Ta	0.313	-0.046	0.207	0.062	0.005	0.011	-0.052	0.807	-0.098	-0.078	0.013	0.818
Te	0.383	0.177	0.785	0.343	0.199	0.035	0.053	0.057	0.070	-0.070	-0.048	0.971
Th	-0.164	-0.058	-0.167	0.221	-0.030	0.870	-0.059	0.023	-0.004	-0.220	-0.062	0.921
Ti	0.033	-0.035	-0.069	0.034	-0.040	-0.028	0.138	0.873	0.181	-0.010	-0.069	0.829
Tl	0.136	0.165	0.341	0.117	0.419	-0.038	0.618	0.053	0.057	0.082	0.115	0.760
U	0.632	-0.042	0.307	0.238	0.019	0.504	0.017	0.174	-0.075	-0.158	-0.079	0.874
V	0.180	0.036	0.070	0.897	0.024	0.031	-0.172	0.089	0.132	-0.172	-0.109	0.941
Y	0.780	0.035	0.410	0.170	0.002	0.126	0.125	0.350	0.096	0.009	-0.016	0.971
Zr	0.139	0.050	0.236	-0.075	0.103	0.792	-0.100	-0.009	0.225	-0.210	-0.079	0.831

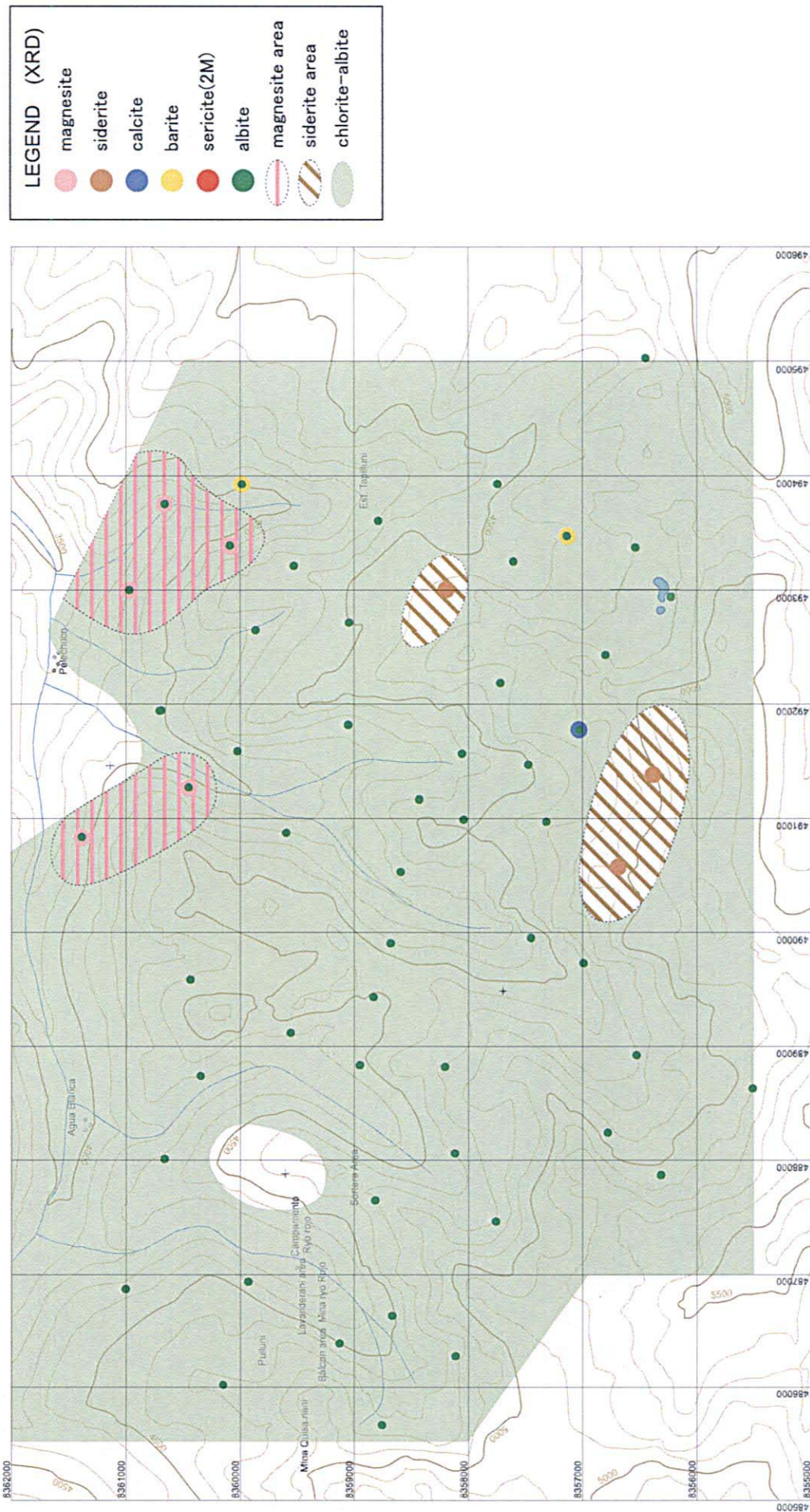
[-0.7] : -0.7 ≥ factor loading or factor loading ≥ 0.7



第11-1図 ペレチュコ地区岩石地化学探査因子得点分布図 (Auグループ)  
 Fig.11-1 Distribucion caracterizacion geoquimica de rocas (Au ; Pelechuco)



第11-2図 ペレチュコ地区岩石地化学探査因子得点分布図 (Cuグループ)  
 Fig.11-2 Distribucion caracterizacion geoquimica de rocas (Cu ; Pelechuco)



第12図 ペレチュコ地区X線解析結果図  
 Fig.12 Distribucion de Resultado difraccion de rayos X ( Pelechuco)



Los resultados de las mediciones de inclusiones fluidas mostraron bajos valores de temperatura de generación para el manto, siendo cercanos a las temperaturas de generación de vetas de cuarzo que se creen son de generación posterior (Cuadro 7). Las concentraciones de sales son altas en ambos, superando el 6%, sin observarse diferenciación entre ellos.

**Cuadro 7 Resultados de Mediciones de Inclusiones Fluidas por Tipode Yacimientos (Pelechuco)**

Tipo	No. muestras	Inclusión Fluida			
		Temperatura Homogeneización (°C)		Salinidad (%-peso)	
		Rango	Promedio	Rango	Promedio
Manto	4	198-258	231	10,8-21,3	14,7
Veta	6	156-326	223	5,9-19,7	14,3

Nota. La muestra 11501LA (veta de cuarzo) se consideró como manto.

Por otro lado, a pesar que se estimaba la presencia de depósitos sedex, al no haberse verificado ella en los resultados del reconocimiento en campo ni en los del análisis de rocas, es poco probable la existencia de yacimientos estratiformes auríferos tipo la Rinconada del lado peruano.

## **1-2 Distrito Hilo Hilo**

### **1-2-1 Geología y Estructura Geológica**

Se distribuye en toda su extensión, lutitas negras con intrusiones de arenisca (Figuras 8 y 14).

Asimismo, se verificó la presencia de un estrato de conglomerados de 10 m de potencia, próximo a la carretera hacia el poblado de Kope (11812ATZ). Estos conglomerados presentan coloración bermellón y contienen fragmentos de areniscas, lutitas, cuarcitas y cuarzo de hasta 1 cm de diámetro.

Hacia el sector sudoeste del distrito son notorias las formaciones anticlinales y sinclinales, desarrollando complicadas fallas y fisuras, no obstante, hacia su sector nororiental, presenta una sola estructura de plegamiento.

En los límites son notorias, la fuerte carbonatación, débil alteración de lutita (11814ATZ) hacia el noreste de la mina Huayna Sunchuli y la presencia de micas blancas en la matriz.