

REPUBLICA DEL PERÚ
SECTOR DE ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO
INGEMMET

CONVENIO INGEMMET - MMSC
**CONTROL DE CAMPO DE LAS ANOMALIAS ESPECTRALES
ENTRE LAS LATITUDES 7° Y 9° - SUR.**

(La Libertad y Cajamarca)

FASE I

POR: Manuel Paz M.
Julio Zedano C.



INGEMMET

DIRECCIÓN DE PROSPECCIÓN MINERA

MARZO 1998

LIMA - PERÚ

REPUBLICA DEL PERÚ
SECTOR DE ENERGÍA Y MINAS

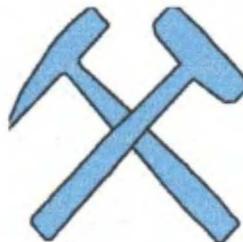
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO
INGEMMET

CONVENIO INGEMMET - MMSC
**CONTROL DE CAMPO DE LAS ANOMALIAS ESPECTRALES
ENTRE LAS LATITUDES 7° Y 9° - SUR.**

(La Libertad y Cajamarca)

FASE I

POR: Manuel Paz M.
Julio Zedano C.



INGEMMET

DIRECCIÓN DE PROSPECCIÓN MINERA

MARZO 1998

LIMA - PERÚ

**CONTROL DE CAMPO DE LAS ANOMALIAS ESPECTRALES ENTRE
LAS LATITUDES 7° Y 9° SUR
(Dptos. La Libertad y Cajamarca)**

INDICE

RESUMEN

1.0 INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

1.2 Objetivos

2.0 AREAS DE ESTUDIO

2.2 Aspectos climáticos

2.3 Aspectos mineros

3.0 MARCO GEOLOGICO REGIONAL

3.1 Estratigrafía

3.2 Rasgos Estructurales

4.0 INVESTIGACIONES DE CAMPO

4.1 Visita a Anomalías Espectrales

4.2 Geoquímica

4.3 Resultados

4.4 Exploraciones y Catastro Minero

5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

RESUMEN

1.0 INTRODUCCION

En el presente informe se exponen los resultados de los trabajos técnicos realizados en 1997 y correspondientes a la 1ra. Fase del Convenio de Cooperación firmado entre INGEMMET - PERUPETRO - MOECO y MMSCO, con la finalidad de realizar *“Estudios Conjuntos en la Aplicación de Técnicas de Sensores Remotos en la Evaluación Geológica del área Norte de la República del Perú”*.

El Convenio de Cooperación Técnica, tiene una duración de tres años (a partir de 1997), debiendo realizarse en tres fases, de las cuales la primera de ellas se realizó entre Agosto - Diciembre de 1997.

En concordancia con el citado Convenio, se realizó en Japón el Procesamiento e Interpretación de Imágenes de Satélite correspondiente al área comprendida entre las latitudes 7° y 9° Sur, que comprende parte de los departamentos La Libertad y Cajamarca; en los cuales se detectaron varias anomalías espectrales, las mismas que fueron detectadas en base a la información satelital. En el mes de Noviembre de 1997, se efectuaron los trabajos de campo con la finalidad de comprobar si estas anomalías se relacionan con tipos de mineralización económica.

Además de las verificaciones de campo, se tomaron muestras representativas para su análisis geoquímico y estudios petrográficos. Este muestreo se realizó principalmente en áreas con alteración hidrotermal.

1.1 Antecedentes

En 1997, se firmó un documento denominado Memorándum de Entendimiento, (MOU por sus siglas en inglés), para llevar a cabo un estudio conjunto para la Aplicación de Técnicas de Sensores Remotos en la Evaluación Geológica del Norte del Perú.

El convenio involucra cuatro organizaciones, por parte del Perú: al Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) y la Empresa de Petróleos del Perú

(PERUPETRO); y por parte del Japón: Mitsui Mining & Smelting Co. Ltd. (MMSCO) y Mitsui Oil Exploration Co.Ltd. (MOECO).

1.2 Objetivos

El objetivo principal de este convenio es preparar los datos geológicos básicos para evaluar el potencial de los recursos minero-energéticos del subsuelo en el Norte del Perú, haciendo uso de técnicas de sensores remotos por satélite. Para ello se programó las siguientes tareas :

- Interpretación geológico-estructural del área, incluyendo trabajos de correlación con los datos existentes, con la finalidad de producir mapas geológicos.
- Evaluación de imágenes de satélite para definir fallamientos, tendencias estructurales y otros rasgos geológicos.
- Comparación de los datos de imágenes de satélite con la información presente, con la finalidad de producir mapas integrados.
- Control y chequeo de campo
- Para el procesamiento de las imágenes, se contó con Imágenes Compuestas de Falso Color, Landsat TM (Mapeador Temático). Asimismo Imágenes Radar de Apertura Sintética utilizando el Japanese Earth Resources Satellite (JERS-1), para definición de tendencias de estructuras, utilizando microondas que pueden penetrar la vegetación.
- Mapeo de lineamientos de densidad y mapeo de lineamientos estructurales a partir de imágenes. Mapas de contorno de lineamientos de alta densidad para buscar tendencias de estructuras, identificación de fallamientos, anticlinales y otros rasgos.
- Para la segunda y tercera fase, se podrá requerir de Modelos de Procesamiento de Elevación Digital, pero este tipo de procesamiento dependerá de la disponibilidad de los datos que se requieran (pares de imágenes estereoscópica).

2.0 ÁREAS DE ESTUDIO

La primera fase ha comprendido una zona enmarcada dentro de las latitudes 07° 00'S y 09°00'S del Norte del Perú. Las áreas donde se ubican las anomalías espectrales visitadas pertenecen a los departamentos de : La Libertad, Cajamarca y en menor proporción Ancash.

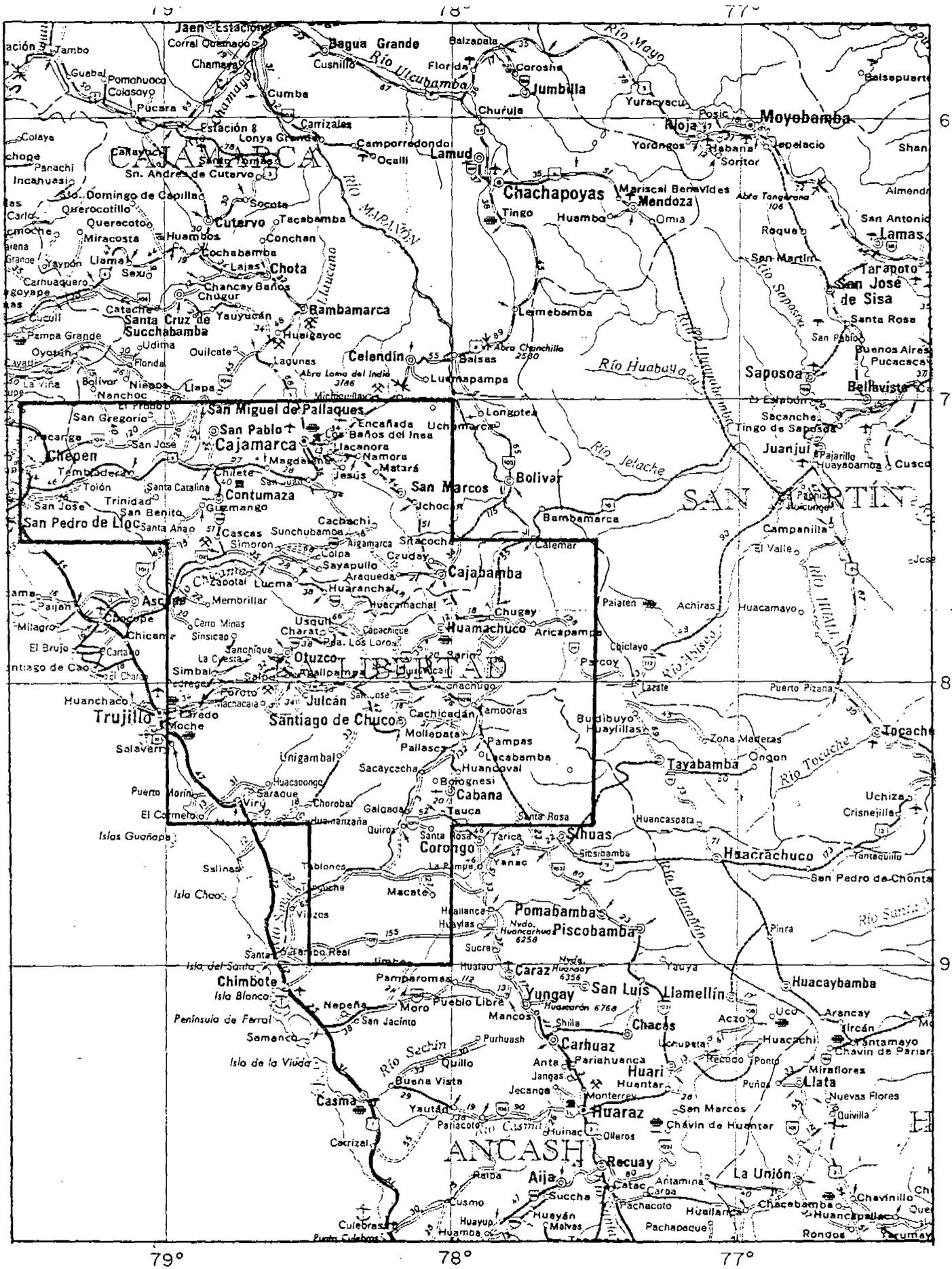
Los Mapas de la Carta Nacional a escala 1:100,000 utilizados fueron:

- Chepén	(15-e)
- Cajamarca	(15-f)
- San Marcos	(15-g)
- Otuzco	(16-f)
- Cajabamba	(16-g)
- Pataz	(16-h)
- Santiago de Chuco	(17-g)
- Pallasca	(17-h)
- Salaverry	(17-f)
- Santa Rosa	(18-g)

2.2 Aspectos climáticos

El área de estudio presenta condiciones climáticas variadas. Así tenemos, que las anomalías ubicadas en la Costa se localizan en las estribaciones de la Cordillera de los Andes, donde el clima es cálido y desértico con temperaturas altas entre los meses de Diciembre a Marzo. El resto del año las temperaturas son relativamente bajas, teniendo temperaturas medias anuales de 20° C, con escasas precipitaciones.

A partir de los 1,000 m.s.n.m., se ubican la mayor parte de las anomalías, con una diversidad de alturas que hacen que el clima sea variado. Las precipitaciones pluviales aumentan de preferencia entre los meses de Diciembre a Abril y conforme aumenta la altitud, el clima se hace más frío; a excepción de las zonas anómalas que se encuentran en



INGEMMET
DIRECCION DE PROSPECCION MINERA
CONVENIO INGENMET-PERUPETRO-MMSC-MOECO
MAPA DE UBICACION
FASE I - 1997
Escala 1 : 2,000,000
Febrero - 1998

Fig. N° 1

las estribaciones de la Cordillera, donde la región es árida; las demás se encuentran en lugares donde debido a la presencia de lluvias, hay agricultura y ganadería.

2.3 Aspectos mineros

En la zona donde se ubican las anomalías espectrales, existen diversas ocurrencias de yacimientos tanto metálicos como no-metálicos. Se han trabajado minas desde épocas muy remotas. Actualmente se encuentran en actividad minas con potencial muy importante como Yanacocha (Au), Quiruvilca, Salpo, Pasto Bueno, etc. Asimismo, hay yacimientos próximos a ser explotados, como Michiquillay (Cu).

Convergen hacia este territorio, prolongaciones mineralógicas como la subprovincia cuprífera donde se emplazan pórfidos de cobre como Michiquillay, Sorochuco, etc.

La mineralización polimetálica que se extiende desde la Cordillera Negra penetra en el área de estudio, teniendo como roca huésped a los Volcánicos Calipuy (Terciario), donde se emplazan vetas con contenidos de Pb - Ag - Cu - Zn - Au - Sb. Tenemos este tipo de mineralización en las minas: Quiruvilca, Salpo, Sayapullo y Paredones.

La mineralización del lado oriental de la Cordillera Blanca, se observa al Este. Está constituida por vetas polimetálicas, pero con contenidos de W. De este tipo de yacimientos tenemos: Pasto Bueno, Tamboras, La Victoria, y otros depósitos que se ubican en las proximidades de Huamachuco y Algamarca. (Ver Figura N° 02).

La mineralización no-metálica que ocurre dentro del área estudiada es muy variada y tiene un potencial importante, encontrándose depósitos de carbón, epsomita, yeso, sal común, calizas, arcillas y materiales de construcción. Existen varias canteras en explotación. La producción está limitada por la demanda.

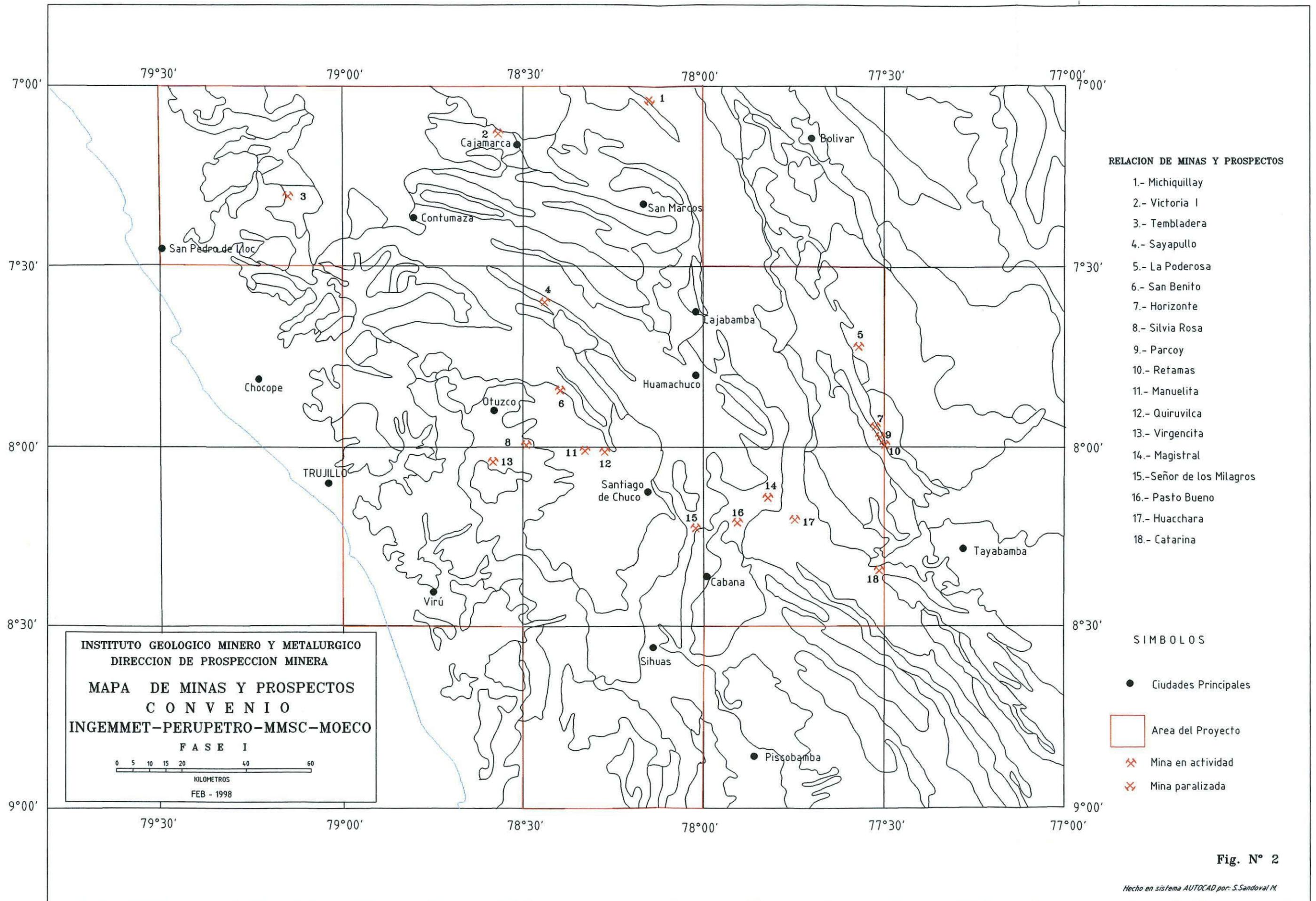


Fig. N° 2

3.0 MARCO GEOLOGICO REGIONAL

Las evidencias geológicas regionales nos permite inferir que el geosinclinal andino comenzó a formarse a comienzos del Triásico superior, sufriendo episodios alternados de hundimiento y levantamiento.

El Triásico y Jurásico está representado por las calizas del Grupo Pucará , los derrames y brechas andesíticas del Volcánico Oyotun, lutitas y areniscas grises de la Formación Chicama.

Corresponde al Cretáceo el Grupo Goyllarisquizga donde se encuentran las formaciones: Chimu, Santa, Carhuas, Farrat, Inca y Chúlec, lutitas y calizas de la Formación Pariatambo. Las Formaciones Yumagual, Quilquiñán, Mujarrun, Cajamarca, Celendín, Chota y Casma, completan la amplia distribución de los sedimentos cretácicos.

El Terciario está representado por los volcánicos del Grupo Calipuy, el Volcánico Huambo, las Formaciones Cajabamba y Condebamba.

En el Pleistoceno las partes más elevadas fueron cubiertos por glaciares, siendo las manifestaciones de estos procesos los depósitos morrénicos y fluvioglaciares.

Durante el Cuaternario reciente prosiguió la erosión y ahondamiento de los valles y el modelado del paisaje actual, donde se encuentran depósitos aluviales y eólicos.

Las rocas intrusivas están ampliamente distribuidas, formando el Batolito de la Costa, el mismo que se presenta intruyendo a la gruesa serie sedimentaria y volcánica.

3.1 Estratigrafía

La columna estratigráfica en el área de estudio, comprende una secuencia de rocas sedimentarias y volcánicas que van desde el Triásico superior hasta el Cuaternario reciente.

Se describe algunos grupos y formaciones geológicas que tienen relación con las anomalías espectrales verificadas en el campo. (Ver Figura N° 03)

3.1.1 Formación Chicama

Bajo esta denominación se describe a una gruesa serie sedimentaria compuesta por lutitas pizarrosas, lutitas arenosas con algunos horizontes de areniscas. Esta formación, tiene una amplia distribución en los cuadrángulos de Otuzco, Chocope.

Esta formación da suelos negruzcos y blandos. Debido a la cantidad de material limo-arcilloso, que generalmente favorece el desarrollo de una topografía suave. La litología y el alto contenido de pirita en los sedimentos de esta formación, sugieren que el material se depositó en una cuenca anaeróbica, donde prevalecía un ambiente de reducción.

La edad asignada a esta formación en base a fósiles es Titoniana superior.

3.1.2 Grupo Goyllarisquizga

Litológicamente consiste de cuarcitas blancas masivas y areniscas cuarzosas generalmente de grano medio y color blanquesino, con intercalaciones delgadas de lutitas marrones y grises.

Este grupo en sus facies de plataforma ha sido estudiado bajo la denominación de Formación Goyllarisquizga, mientras que en sus facies de cuenca, en las formaciones Chimu, Santa, Carhuas, Farrat.

La escasez de fósiles representativos en este grupo, no permite determinar su edad con precisión, pero por sus relaciones estratigráficas se le asigna al Neocomiano - Aptiano.

3.1.3 Formación Inca

Esta Formación se encuentra aflorando en dos pequeñas áreas en la esquina nororiental de la hoja de Otuzco.

Esta conformado litológicamente por lutitas calcáreas de color gris claro que contienen fósiles mal conservados, calizas gris oscuras en bancos delgados y calizas

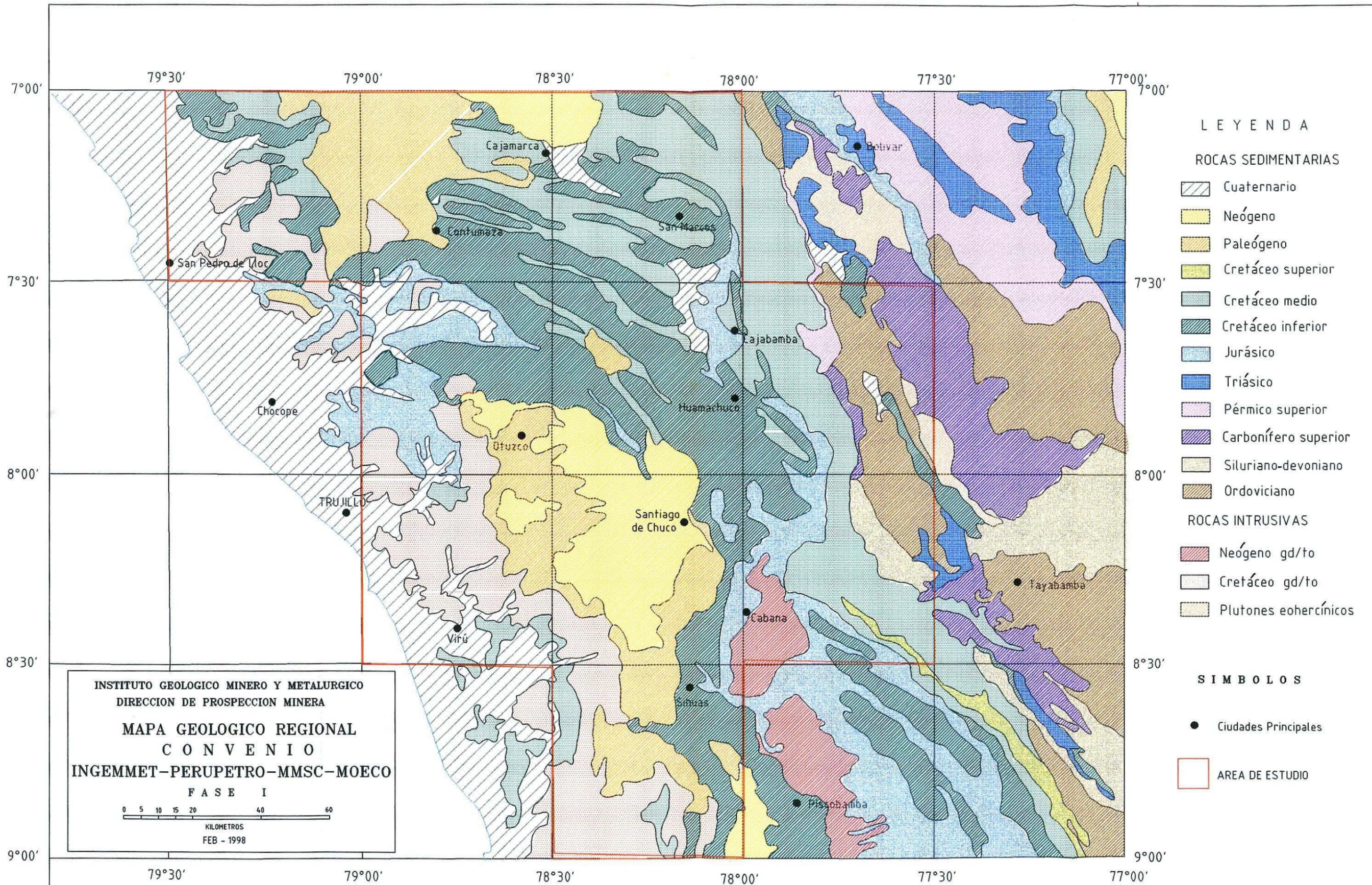


Fig. N° 3

Hecho en sistema AUTOCAD por: S. Sandoval M.

arenosas de tono pardusco. Adopta una coloración gris amarillenta claramente perceptible a distancia, debido al intemperismo.

Su espesor no ha podido ser determinado con precisión, debido que generalmente sus afloramientos están cubiertos por espesos suelos residuales utilizados en la agricultura, sin embargo se le asigna un espesor de 100m.

Esta formación representa a la cuenca occidental, caracterizada entonces por un mar de poca profundidad con corrientes turbulentas y bien oxigenadas. Se le asigna una edad Albiano inferior.

3.1.4 Formación Chúlec

Litológicamente consta de una secuencia bastante fosilífera de calizas arenosas, lutitas calcáreas y margas, que por intemperismo adquirieron un color crema- amarillenta. Su aspecto terroso amarillento es una característica para distinguirla en el campo. Los bancos de margas se presentan muy nodulosos y las calizas frescas muestran colores gris-parduzcos algo azulados. Los fósiles marinos indican que la deposición de la formación Chulec tuvo lugar en un ambiente nerítico.

La Formación Chúlec yace concordantemente sobre la Formación Inca del Albiano inferior, e igualmente subyace concordante a las calizas de la Formación Pariatambo de la parte alta del Albiano medio, es concordante.

La edad de la Formación Chúlec de acuerdo a su posición estratigráfica en el área de Otuzco, es del Albiano medio, Se le correlaciona con los calcáreos de la parte inferior de la Formación Crisnejas que aflora más al Este. Su grosor estimado es de 250 m.

3.1.5 Formación Pariatambo

Esta Formación consiste de una alternancia de lutitas con lechos delgados de calizas y margas bituminosas negruzcas. El espesor de estos sedimentos oscila entre los 150 a 200m., tienen la característica de emanar un olor fétido al fracturarlas. Las características

litológicas y su contenido fosilífero sugieren que esta Formación se ha depositado en un ambiente marino de profundidad.

La Formación Pariatambo yace concordante sobre la Formación Chúlec e infrayace con suave discordancia a la Formación Yumagual. Las mejores exposiciones de esta formación se hallan en los alrededores de Cajamarca, La Encañada y San Marcos.

El estudio de los fósiles, indican que la edad de esta formación corresponde a la parte superior del Albiano medio.

3.1.6 Formación Cajamarca

Corresponde a una de las secuencias calcáreas del Cretáceo superior. Esta formación destaca topográficamente por su homogeneidad litológica y ocurrencias en bancos gruesos y duros. En los afloramientos exhiben una topografía kárstica con fuerte pendiente. La potencia varía entre los 600 y 700 m.

Esta Formación consiste en calizas gris oscuras o azuladas macizas, con lechos delgados de lutitas y margas de los mismos colores.

3.1.7 Volcánico Casma

Con este nombre se conoce a una secuencia mixta volcánica-sedimentaria, compuesta por una serie intercalada de grauvacas, lutitas arenosas y ocasionalmente bancos calcáreos con una secuencia de piroclásticos, derrames andesíticos y riolíticos que alcanzan un espesor máximo de 1,600 m.s.n.m. Pequeños cuerpos de diorita y granodiorita atraviezan la formación, produciendo alteraciones metamórficas y una coloración marrón-rojiza característica. Estas rocas están cortados por numerosos diques de microdiorita, andesita, aplita, notándose además "sills" de dacita y de una roca oscura determinada como meladiorita.

El Volcánico Casma suprayace discordantemente a la Formación Chicama, y a la vez infrayace discordantemente al Volcánico Calipuy.

La edad asignada a estos volcánicos se le puede ubicar entre el Cretáceo inferior a superior.

3.1.8 Grupo Calipuy

Litológicamente el Grupo Calipuy está compuesto por derrames riolíticos, riodacíticos y dacíticos muy alterados de colores grises y rojizos, con textura porfirítica estratificados en bancos gruesos y medianos. En esta serie se intercalan lutitas arenosas en capas hasta de 1 m. de grosor. La parte superior consiste en derrames andesíticos de textura porfirítica, aglomerados de naturaleza dacítica.

El Grupo Calipuy es el producto de un volcanismo post-tectónico en la región cordillerana y representa el magmatismo efusivo que siguió al emplazamiento definitivo del batolito costenero. Los agudos picos de andesitas y dacitas que se destacan al este y noreste de Quiruvilca, posiblemente correspondan a cuellos o chimeneas volcánicas que alimentaron los niveles superiores del grupo, o bien pueden tratarse de intrusiones hipabisales que ascendieron al final de la acumulación y que causaron la mineralización.

En los cuadrángulos de San Marcos y Cajamarca, el Grupo Calipuy ha sido dividido en tres series, ordenados cronológicamente: Volcánico Tembladera, Volcánico Chilete y Volcánico San Pablo, sin embargo en el cuadrángulo de Cajabamba no se ha logrado diferenciar estas unidades. Estas tres series se depositaron discontinuamente y a distancias moderadas, pudiendo faltar parte de ellos por erosión o no deposición.

El Grupo Calipuy tiene un grosor mayor que 1,450 m. y en algunos casos constituyen pliegues amplios.

La edad asignada a este grupo va desde Terciario inferior al Terciario medio, descansando con discordancia angular sobre la secuencia cretácea e infrayacendo en igual relación al Volcánico Huambos del Terciario superior.

3.1.9 Volcánico Huambos

El Volcánico Huambos, son depósitos sub-horizontales de tobas andesíticas y traquíticas, de color blanco-amarillento. Estos materiales afloran en los sectores Norte y Noreste de Cajamarca, cubriendo con discordancia angular a los sedimentos cretáceos y al Volcánico San Pablo. Su relación superior no es clara, pero existe una discordancia entre estos y los depósitos morrénicos y fluvio-glaciares.

Las tobas andesíticas tienen una textura porfirítica y están compuestas por abundante plagioclasa (oligoclasa), también contienen fragmentos líticos de volcánicos pre-existentes. Las tobas traquíticas son igualmente de textura porfirítica con abundantes fenocristales de ortosa, hornblenda, muscovita, biotita y escasas plagioclasas. Ambas secuencias volcánicas, presentan englobamientos de rocas provenientes del Calipuy y sedimentos del Cretáceo. Las tobas de este volcánico, fueron afectadas por las glaciaciones pleistocénicas, en consecuencia deben pertenecer al Mio-plioceno.

3.2 RASGOS ESTRUCTURALES

Los rasgos estructurales en las áreas visitadas, guardan relación estrecha con la naturaleza de las rocas. Así tenemos, que las rocas sedimentarias se hallan fuertemente plegadas y falladas; en cambio las rocas de facies volcánico-sedimentarias que afloran en la Costa y pendientes bajas de los Andes, muestran un tectonismo muy moderado. La extensa cobertura volcánica presentan suaves ondulaciones y pequeños fallamientos locales. Los cuerpos intrusivos generalmente están fuertemente diaclasados.

3.2.1 Estructuras en rocas sedimentarias y volcánico-sedimentarias

En el cuadrángulo de Otuzco se ubica la secuencia más espesa, donde se encuentran las formaciones del Jurásico y Cretáceo. Las estructuras plegadas consisten de una serie de anticlinales y sinclinales bien desarrollados y con numerosos pliegues secundarios.

Las rocas sedimentarias están afectadas por fallas normales e inversas de alto ángulo, las que algunas veces alcanzan la vertical.

Los rasgos estructurales se han originado por los esfuerzos producidos durante la Orogenia Andina, a las que se ha sumado los efectos del emplazamiento del batolito y el movimiento epirogénico de los Andes.

3.2.2 Estructuras en rocas volcánicas

Este tipo de rocas es de amplia dispersión, están representadas por el Grupo Calipuy, el mismo que se encuentra ampliamente expuesto en los cuadrángulos de Otuzco, Santiago de Chucó y Salaverry.

Las estructuras más importantes de estas rocas consisten en anticlinales y sinclinales amplios de flancos, generalmente echados con 10° a 20° de inclinación, presentando ocasionalmente flexuras muy tenues. En esta secuencia volcánica no hay fallamientos importantes. Estos rasgos estructurales sugieren que la orogenia andina del eoterciario afectó en forma moderada al Grupo Calipuy.

3.2.3 Estructuras en rocas intrusivas

El batolito costanero ocupa extensas áreas. En general, sus afloramientos tienen formas alargadas que coinciden con las orientaciones de los Andes. Los intrusivos presentan diversos sistemas de diaclasamiento, por lo que al cortarse unos con otros, dan lugar a una separación en bloques. Los principales sistemas de diaclasas se orientan de NW a SE, de NE a SW y de E a W. También los plutones están afectados por fallas, principalmente del tipo normal; algunas de ellas presentan brechas y milonita.

En algunos lugares como Trujillo y Salaverry, los sistemas de diaclasamiento presentes en el Volcánico Casma tienen la misma orientación que las rocas del batolito, lo cual sugiere que los esfuerzos que originaron los junturamientos en ambas unidades rocosas tuvieron igual sentido y probablemente la misma intensidad, correspondiendo ello a un tectonismo claro en el Terciario superior (Fase Quechua).

4.0 INVESTIGACIONES DE CAMPO

Del 07 al 24 de Noviembre de 1997, se realizó la primera salida al campo, de acuerdo a lo establecido en el Convenio. En esta primera fase, el grupo de trabajo estuvo conformado de la siguiente manera :

Ing. Kazuhiro Adachi	MINDECO
Ing. Toshio Inoue	MINDECO
Ing. Tsuyoshi Machida	ERSDAC
Ing. Manuel Paz M.	INGEMMET
Ing. Julio César Zedano C.	INGEMMET

Las zonas en las que se realizaron las verificaciones de campo fueron: Otuzco, Huamachuco, Santiago de Chuco, Cajabamba, San Marcos, Cajamarca.

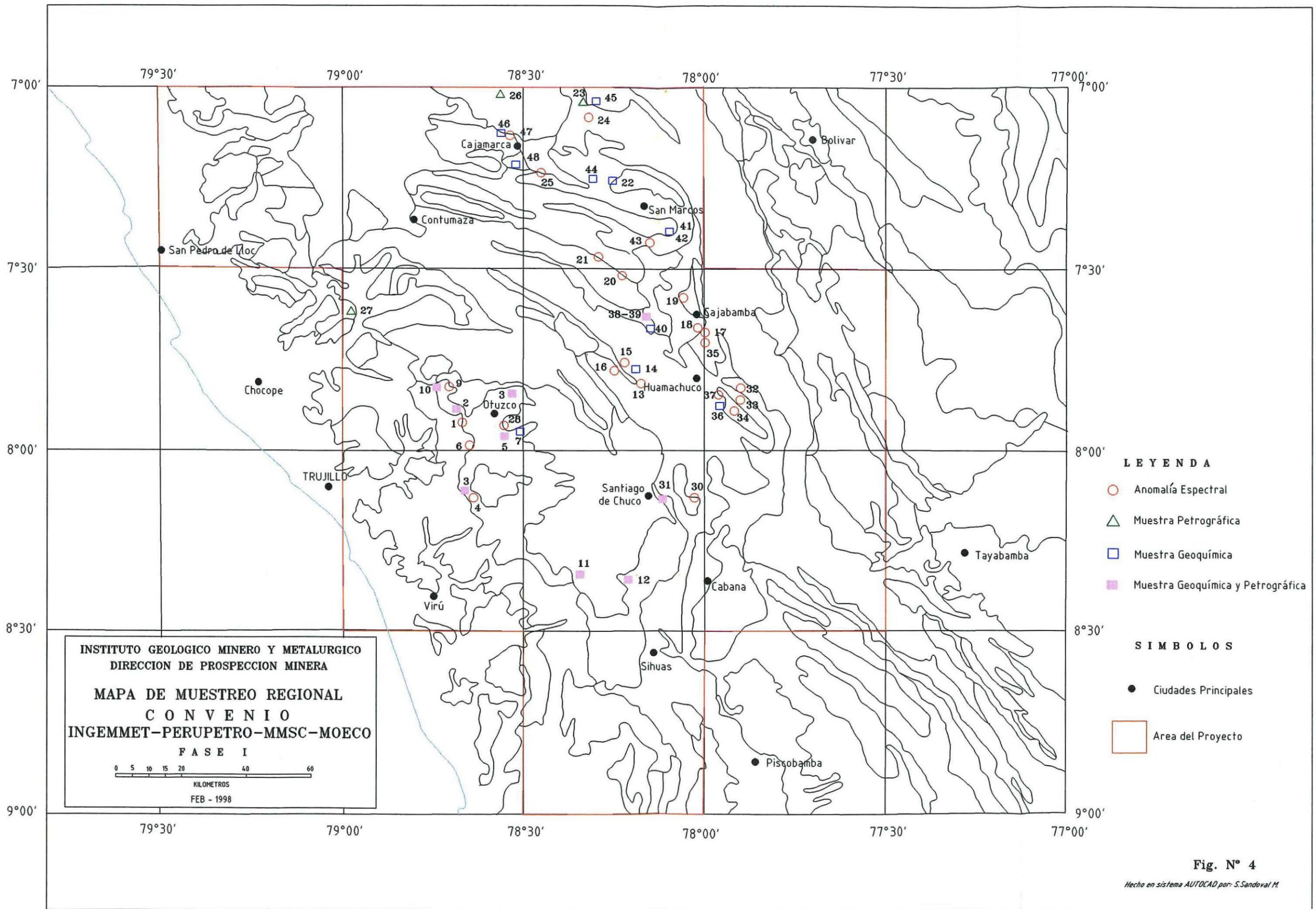
4.1 Visita a Anomalías Espectrales

En la interpretación de las imágenes de satélite realizadas en el Japón, se detectaron varias anomalías espectrales, que podrían corresponder a áreas de interés con la posibilidad de albergar mineralización económica. Con esta información y teniendo en cuenta la distribución de las anomalías se planificó el programa de campo, tratando de revisar el mayor número posible de ellas.

La metodología aplicada fué la siguiente :

- Ubicación de las anomalías en los planos topográficos
- Comprobación de la geología
- Identificación de las alteraciones hidrotermales
- Muestreo de rocas para geoquímica
- Muestreo para petrominerografía

Durante el estudio de campo se verificaron 52 anomalías espectrales, emplazadas en las rocas del Volcánico Calipuy y en los sedimentos cretácicos. (Ver Figura N° 04).



- LEYENDA**
- Anomalía Espectral
 - △ Muestra Petrográfica
 - Muestra Geoquímica
 - Muestra Geoquímica y Petrográfica
- SÍMBOLOS**
- Ciudades Principales
 - Area del Proyecto

INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO
 DIRECCION DE PROSPECCION MINERA

MAPA DE MUESTREO REGIONAL
CONVENIO
INGEMMET-PERUPETRO-MMSC-MOECO

FASE I

0 5 10 15 20 40 60
 KILOMETROS
 FEB - 1998

Fig. N° 4

Hecho en sistema AUTOCAD por: S.Sandoval M.

En el cuadro N° 1, se reportan las anomalías verificadas así como su geología, y alteraciones observadas.

4.2 Geoquímica

De las 52 anomalías verificadas, 17 se localizan en rocas del Volcánico Calipuy, mayormente se trata de áreas de alteración hidrotermal del tipo filica, con predominio de argilitización, silicificación y propilitización. El fracturamiento es de moderado a fuerte, y en casos esporádicos se observó pirita diseminada de grano fino.

Un total de 27 anomalías se encuentran en sedimentos cretácicos, mayormente areniscas, calizas, areniscas cuarzosas. Asimismo 2 anomalías se localizan en afloramientos de pequeños stocks granodioríticos del Batolito de la Costa. El resto de las "anomalías" espectrales corresponde a suelos con abundante material arcilloso y oxidaciones de hierro, las que dan anomalías falsa de color.

Referente a las anomalías en rocas sedimentarias, la mayoría corresponde a alteraciones supergénicas y en algunos casos a desarrollo de suelos arcillosos con abundante oxidación de hierro (limonitas).

En el cuadro N° 1 se puede apreciar las características geológicas de las anomalías espectrales que corresponden a áreas con alteración hidrotermal, pudiendo apreciarse que casi en su totalidad todos corresponden a afloramientos de rocas volcánicas.

En la zona se realizó un muestreo referencial, recolectando 20 muestras de fragmento de rocas (rock chip) para análisis geoquímicos por 10 elementos (Au, Ag, Pb, Zn, Cu, As, Hg, Sb, Mo, Sn). Los resultados se pueden apreciar en el Cuadro N°2.

4.3 Resultados

De acuerdo a las observaciones de campo y a los resultados de análisis, las zonas que han reportado valores anómalos son las siguientes :

CUADRO N°1

Relación de Anomalías Espectrales - Zona Norte del Perú
FASE I

N° MUESTRA	UBICACIÓN		NOMBRE DE ANOMALIA	GEOLOGIA	ALTERACIONES	ANALISIS (ppm)	OBSERVACIONES
	NORTE	ESTE					
M-1	9.127.034	762.276	Pachin Bajo	Volc. Calipuy	Silicif.-argilitización		
M-2	9.127.822	762.103	Pachin Bajo	Volc. Calipuy	Argilitización		
M-3	9.099.766	759.395	Machacala	Volc. Calipuy	Silicif.-propilitización	Au:32, Ag:200	
M-4	9.098.362	760.656	Machacala	Volc. Calipuy	Silicif.-argilitización		
M-5	9.115.556	767.226	Milluachaqui	Volc. Calipuy	Argil.,qtz,py y Ox.Fe	Au:0.163,Pb:137.5, As:399	
M-6	9.112.066	777.863	Julcan	Volc. Calipuy			Alter. supergénica
M-7	9.118.048	770.647	Agallpampa	Volc. Calipuy			Alter. supergénica
M-8	9.130.401	770.524	Carnihual Bajo	Volc. Calipuy	Silicif.-argilitización		
M-9	9.134.386	750.710	San Ignacio	Volc. Calipuy	Silicif.-propilitización		
M-10	9.134.715	749.722	Alcachas	Volc. Calipuy	Silicif.-propilitización		
M-11	9.077.676	795.543	Co. Poygon	Volc. Calipuy	Silicif.-argilitización	Au:0.017, As:192	
M-12	9.074.731	808.337	ishcap	Volc. Calipuy	Silicif.-argilitización	Au:<0.01, Hg:0.58	
M-13	9.132.318	816.063	La Colpa Alto	Areniscas (Fm.Carhuaz?)	Silicificación		
M-14	9.133.873	814.806	Shaucalíe	Cuarcitas		Au:<0.01, Hg:0.56	
M-15	9.134.896	814.450	Co. Shiloma	Cuarcitas	Silicificación		
M-16	9.133.532	809.992	Huaguil	Arenisca cuarzosa			Terreno cultivado
M-17	9.146.543	830.285	Chinchango	Calizas silicif.			Terreno cultivado
M-18	9.147.237	828.689	Marcabal	Arenisca cuarzosa			
M-19	9.158.988	824.373	Machucara				Terreno cultivado
M-20	9.168.112	806.507	Pauquilla	Cuarcitas			
M-21	9.173.501	801.351	Co. Choro	Calizas			
M-22	9.197.094	801.947	Matará	Calizas silicif.			
M-23	9.221.863	795.474	Michiquillay	Dacitas?	Propil.-argilitización		
M-24	9.215.137	794.576	Rollo Pampa	Calizas			
M-25	9.202.840	783.659	Iscoconga				
M-26	9.223.433	767.859	Cerro Negro	Volc. Calipuy	Argil.-silicificación		Cerca Yanacocha
M-27	9.156.498	726.006	La Huaca	Granodiorita			

M-28	9.118.019	767.924	Chual	Granodiorita			
M-30	9.093.770	826.148	Sogadera	Areniscas	Silicificación		
M-31	9.095.177	821.448	Purimaca	Volc. Calipuy	Argilitización	Au:0.01, As:50	
M-32	9.132.777	178.475	Cushumalca	Calizas			
M-33	9.131.258	177.130	Tallopampa	Areniscas			
M-34	9.129.395	176.294	Curgos	Calizas			
M-35	9.145.142	169.100	Chiquilbamba	Calizas	Limonitización		
M-36	9.130.120	173.606	Calvario	Areniscas			
M-37	9.130.120	173.606	Calvario	Areniscas			
M-38	9.154.394	807.270	Quillo	Arenisca-andesita - gd			
M-39	9.154.394	807.270	Quillo	Arenisca-andesita - gd			
M-40	9.149.335	807.758	Cañaris	Arenisca-lutitas		Au:0.01, Cu:325	
M-41	9.183.060	821.371	Cerro Quinoa	Areniscas	Oxidación	Au:<0.01, Zn:243.8,	
M-42	9.182.518	821.379	Cerro Quinoa II	Areniscas		Au:<0.01, Zn:245	Alter. supérgena
M-43	9.180.385	814.883	Penca Pampa	Calizas			Alter. supérgena
M-44	9.200.760	795.400	Rosa Pampa	Arenisca-lutitas		Au:0.267, Zn:115	Alter. supérgena
M-45	9.222.220	795.720	Mina Michiquillay	Volcánicos - gd	Argilitización	Au:0.017, Cu:150, Hg:0.36	
M-46	9.213.828	769.859	Huambo-Cancha	Areniscas	Argilitización	Au:0.01, Hg:1.8	
M-47	9.213.828	769.859	Huambo-Cancha	Areniscas	Argilitización		
M-48	9.208.588	772.586	Colga	Areniscas		Au:<0.01, Pb:125, Hg:0.33	Alter. supérgena

CUADRO N° 02.

Resultado de Análisis Geoquímico

CODIGO DE MUESTRA	Au g/TM	Ag ppm	Pb ppm	Zn ppm	Cu ppm	As ppm	Hg µg/g	Sb ppm	Mo ppm	Sn ppm
M - 2	< 0.01	2.5	205	17.5	42.5	< 10	0.20	≤ 10	< 5	8
M - 3	32	200	80	15.0	42.5	10	0.34	19	< 5	6
M - 5	0.163	27.8	137.5	12.5	22.5	399	0.40	84	25	15
M - 7	< 0.01	≤ 0.25	10	12.5	10	19	0.21	< 10	< 5	4
M - 8	< 0.01	0.8	35	15.6	15	21	0.18	< 10	< 5	12
M - 10	< 0.01	< 0.25	5	9.6	15	< 10	0.16	< 10	< 5	4
M - 11	0.017	< 0.25	12.5	17.5	20	192	0.13	< 10	8.3	7
M - 12	< 0.01	< 0.25	20	22.5	17.5	< 10	0.58	< 10	< 5	3
M - 14	< 0.01	≤ 0.25	70	5.0	10	< 10	0.56	< 10	< 5	3
M - 22	< 0.01	≤ 0.25	40	52.5	15	< 10	0.17	< 10	< 5	22
M - 31	0.01	≤ 0.25	10	7.5	12.5	50	0.16	< 10	< 5	5
M - 36	< 0.01	< 0.25	15	90	27.5	< 10	0.17	< 10	< 5	10
M - 38	< 0.01	< 0.25	22.5	62.5	20	< 10	0.28	< 10	< 5	9
M - 40	0.01	< 0.25	30	87.5	325	< 10	0.25	< 10	< 5	84
M - 41	< 0.01	< 0.25	7.5	243.8	12.5	14	< 0.1	< 10	< 5	28
M - 42	< 0.01	< 0.25	22.5	245	25	< 10	0.12	< 10	< 5	27
M - 44	0.267	< 0.25	7.5	115	37.5	< 10	0.17	< 10	< 5	17
M - 45	0.017	< 0.25	27.5	5.0	150	< 10	0.36	< 10	< 5	5
M - 46	0.01	< 0.25	55	50	25	< 10	1.8	< 10	< 5	14
M - 48	< 0.01	≤ 0.25	125	55	20	< 10	0.33	< 10	< 5	44

4.3.1 Anomalía Machacala

Se ubica a 16 Km. al SW de Salpo. En esta área afloran rocas del Volcánico Calipuy (riolitas) con alteración hidrotermal, constituida por una fuerte silicificación y propilitización con fuerte fracturamiento. En esta zona se obtuvo la muestra M-3, la misma que reportó los valores más altos tales como (32ppm de Au, 200ppm de Ag, 80 ppm de Pb y 10 ppm de As). En las cercanías de la muestra (1 Km hacia el W) se realizaba un taladro de perforación diamantina.

4.3.2 Anomalía Milluachaqui

Se ubica 1.5 Km al Este de Salpo. Afloran rocas del Volcánico Calipuy alteradas, con fuerte argilitización y silicificación. El fracturamiento de la roca es de moderado a fuerte. La muestra M-5 tomada en esta anomalía dió el siguiente resultado: 0.163 ppm de Au, 137.5 ppm de Pb, 399 ppm de As y 27.8 ppm de Ag.

4.3.3 Anomalía Cerro Poygon

Esta anomalía está a 12 Km. del distrito de Calipuy (línea recta). La rocas aflorantes volcánica perteneciendo al Volcánico Calipuy. El área donde se encuentra la anomalía está silicificada y argilitizada. Los resultados de la muestra M-11, dió 0.017 ppm Au y 192 ppm As.

4.3.4 Anomalía Purimaca

Se ubica esta anomalía por el cerro Purimaca, a unos 10 Km. al SE del distrito de Cachicadán. Se ubica en rocas volcánicas alteradas hidrotermalmente como una argilitización moderada; estas pertenecen al Volcánico Calipuy. La muestra M-31 de esta zona arrojó 0.01 ppm de Au y 50 ppm As.

4.3.5 Anomalía Rosa Pampa

Esta anomalía se encuentra al NW del pueblo de Namora en la ex-hacienda Rosa Pampa. Las rocas aflorantes del lugar son areniscas y lutitas con tonalidades rojizas; esta

coloración rojiza se debe a la intemperización. La muestra M-44, dió 0.267 ppm de Au y 115 ppm de Zn.

4.4 Exploración y Catastro Minero

Concordante con el gran incremento en los últimos años de las exploraciones mineras en el Perú, en la fecha son numerosas las empresas que se encuentran realizando este tipo de actividades.

De acuerdo a las informaciones registradas en el Ministerio de Energía y Minas, existen en la zona 38 nuevos proyectos de exploración, en su mayoría por oro, siendo las principales empresas: Minera Yanacocha SA, subsidiaria de Newmont Corp., American Barrick, Rio Amarillo Mining Ltd., Grupo Hochschild, Cambior, Crown Resources y otros.

En el área de estudio el mayor interés por el desarrollo de exploraciones mineras se efectúa en los afloramientos del Volcánico Calipuy, especialmente en la búsqueda de yacimientos diseminados de oro, por constituir este grupo un metalotecto importante en el Norte del Perú. Por otro lado, se tiene información de exploración por oro en sedimentos cretácicos (Proyecto El Toro), pero no se ha podido confirmar aún la presencia de un yacimiento económico.

El área de trabajo incluye 10 cuadrángulos, del total de esta área un 55% está cubierta por denuncios y petitorios mineros, siendo los cuadrángulos de Pataz (16-h), Santiago de Chuco (17-g), Cajabamba (16-g) y Cajamarca (15-g), los que tienen el mayor número de petitorios, ya que del total de su extensión más del 80% está cubierta por derechos mineros.

5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Durante la campaña de campo se verificaron 52 anomalías espectrales ubicados en los cuadrángulos de Otuzco, Salaverry, Santiago de Chuco, San Marcos, Cajabamba, Cajamarca y Pataz. De estas anomalías, 17 se localizan en rocas volcánicas, 2 en rocas intrusivas de composición granodioríticas y 27 en sedimentos cretácicos. Las 6 restantes corresponden a suelos arcillosos con oxidaciones de hierro, considerándolas como falsas anomalías.
- El 80 % de las anomalías ubicadas en rocas volcánicas del Grupo Calipuy del Terciario corresponden a áreas con alteración hidrotermal de tipo filica, principalmente argilitización, silicificación y una propilitización periférica.
- La muestra obtenida en el área de Machacala, reportó los valores más altos con 32 ppm de Au y 200 ppm de Ag. Otros valores importantes se detectaron en las anomalías de Milluachaqui (Mina Salpo) con 0.163 ppm de Au, 27.8 ppm de Ag, 137.5 ppm de Pb y 399 ppm de As; en la anomalía Cerro Paygon, la muestra analizada reportó 0.017 ppm de Au y 192 ppm de As.
- Se ha localizado un "gossan de hierro" en el Cerro Quinua, 4 Km al SE de Ichocan (cuadrángulo de San Marcos). De acuerdo a la interpretación de las imágenes de satélite en esta área, se detectó una anomalía espectral en sedimentos cretácicos (Fm. Pariatambo). Dos muestras obtenidas en esta área reportan en promedio los valores siguientes : 244 ppm de Zn y 0.01 ppm de Au.
- Concordante con la gran intensidad de actividades exploratorias, más del 55 % del área estudiada está cubierta por petitorios y denuncios mineros, dándose el caso que en los cuadrángulos de Santiago de Chuco, Pataz, Cajabamba y Cajamarca más del 80 % de sus áreas corresponden a derechos mineros.
- La técnica de la interpretación de imágenes de satélite, si bien es cierto constituye una herramienta muy útil para la exploración minera, necesita una

verificación de campo para comprobar las diversas variables geológico-económicas.

- De acuerdo a la metodología utilizada para la interpretación y análisis de las imágenes satelitales, así como de la información minera existente, empleada en el presente proyecto; se considera como un método efectivo para detectar áreas de importancia minero-económica. Por lo tanto sería de mucha utilidad la transferencia de ésta tecnología al personal de INGEMMET mediante el desarrollo de cursos y/o conferencias por parte de los expertos japoneses.

BIBLIOGRAFIA

- Cossío A. (1964) - Santiago de Chuco y Santa Rosa
Bol. 08 - Carta Geológica - INGEMMET
- Cossío A., Jaén H. (1967) - Otuzco, Trujillo, Salaverry, Santa, Chocope, Puémape
Bol. 17 - Carta Geológica - INGEMMET
- Chacón N. et al (1995) - Metalogenia como guía para la prospección minera en el Perú
XXII Convención de Ingenieros de Minas
- Lara MA, Chira J., Larico W. (1997) - Informe sobre la Exploración Minera en la parte
Sur Oriental del Perú
Informe inédito - INGEMMET
- Reyes L (1980) - Cajamarca, San Marcos, Cajabamba
Bol. 31 - Carta Geológica - INGEMMET
- Wilson J ; Reyes L. (1964) - Pataz
Bol. 09 - Carta Geológica - INGEMMET