

# Actividad Minera Artesanal en las Zonas de Apurímac, Cusco, Tacna y Moquegua

Boletín N° 7 Serie E

Minería



Edwin Loaiza Choque

Por:

Armando Galloso Carrasco



Dirección de Recursos Minerales y  
Energéticos

*Institución Geológica y Minera al Servicio del País*

Lima-Perú

2009

# Actividad Minera Artesanal en las Zonas de Apurímac, Cusco, Tacna y Moquegua

Boletín N° 7 Serie E

Minería



Edwin Loaiza Choque

Por:

Armando Galloso Carrasco



Dirección de Recursos Minerales y  
Energéticos

*Institución Geológica y Minera al Servicio del País*

Lima-Perú  
2009

MINERÍA  
N° 7, Serie E, 2009.

Hecho el Depósito Legal N° 2009-14450  
Razón Social: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico  
(INGEMMET)  
Domicilio: Av. Canadá N° 1470, San Borja, Lima-Perú  
Primera Edición, INGEMMET 2009  
Se terminó de imprimir el 2 de noviembre del año 2009 en los  
talleres de INGEMMET.

© **INGEMMET**

Derechos Reservados. Prohibida su reproducción

Presidente del Consejo Directivo: Walter Casquino Rey  
Secretario General: Juan Retamozo Belsuzarri

Comité Editor: Humberto Chirif, Víctor Carlotto, Yorri  
Carrasco, Lionel Fídel.

Unidad encargada de edición: Unidad de Relaciones  
Institucionales.

Corrección Geocientífica: Miguel Paez, Humberto Chirif  
Digitalización y SIG: César Egocheaga  
Corrección gramatical y de estilo: Glenda Escajadillo  
Diagramación: Sonia Bermúdez

**Referencia bibliográfica**

Loaiza, E. & Galloso, A. (2009) - Actividad minera artesanal en  
las zonas de Apurímac, Cusco, Tacna y Moquegua. *INGEMMET*,  
Boletín, Serie E: Minería, 7, 112 p.

22 mapas

Portada: Mineral de cobre con leyes que superan el 30%, extraído  
de un yacimiento recientemente descubierto - Caychapampa.

# Contenido

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
<b>CAPÍTULO I</b>	
ACTIVIDAD MINERA ARTESANAL EN LA REGIÓN APURÍMAC .....	5
<b>CAPÍTULO II</b>	
ACTIVIDAD MINERA ARTESANAL EN LA REGIÓN CUSCO.....	39
<b>CAPÍTULO III</b>	
ACTIVIDAD MINERA ARTESANAL EN LAS REGIONES DE MOQUEGUA Y TACNA .....	73
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	99
BIBLIOGRAFÍA.....	103
ANEXOS.....	105

# **PARTICIPANTES DEL LABORATORIO DE PETROMINERALOGÌA**

Leonor Ramírez Yataco  
Rosa Andrade Talledo

# RELACIÓN DE MAPAS

1. Mapa N°1 Mapa de ubicación del ámbito de estudio.

## Sector I, APURÍMAC

2. Mapa N°2 Mapa Geológico del Sector I Apurímac.
3. Mapa N°3 Mapa Geológico del Área de Pucaccasa.
4. Mapa N°4 Mapa Geológico del Área de Kucchi-Pachaconas.
5. Mapa N°5 Mapa Geológico del Área San Lucas-Progreso.
6. Mapa N°6 Mapa Geológico del Área Socllaccasa.
7. Mapa N°7 Mapa Geológico del Área Calhuachahua.
8. Mapa N°8 Mapa Geológico del Área de muestreo de sedimentos.
9. Mapa N°9 Mapa Topográfico del Área de muestreo de sedimentos.

## Sector II, CUSCO

10. Mapa N°10 Mapa Geológico Sector II, Cusco.
11. Mapa N°11 Mapa Geológico del Área de Canchapatacunca.
12. Mapa N°12 Mapa Geológico del Área de Achumoyo-Canta Canta.
13. Mapa N°13 Mapa Geológico del Área de Katanga-Kisicancha.
14. Mapa N°14 Mapa Geológico del Área de Huirinquiri.
15. Mapa N°15 Mapa Geológico del Área de Caychapampa.
16. Mapa N°16 Mapa Geológico del Área de Kimsachata.
17. Mapa N°17 Mapa Geológico del Área de Lorocani.

## Sector III, MOQUEGUA-TACNA

18. Mapa N°18 Mapa Geológico del Área del Sector III, Moquegua - Tacna.
19. Mapa N°19 Mapa Geológico del Área de Jesús María y muestreo de sedimentos.
20. Mapa N°20 Mapa Geológico del Área de Cuyacpisqui-Siete Amores-Potosí.
21. Mapa N°21 Mapa Geológico del Área de Nórvil.
22. Mapa N°22 Mapa Geológico del Área de Lúzbel.

PÁGINA EN BLANCO

## RESUMEN

El ámbito de estudio de la Región Apurímac comprende parte de las provincias de Antabamba, Andahuaylas, Abancay, Aymaraes, Grau y Cotabambas del departamento de Apurímac. El extremo noreste del cuadrángulo de Cotabambas pertenece a la provincia de Anta del departamento de Cusco.

La geología consiste de una secuencia cretácica regresiva de areniscas y cuarcitas de la formación Soraya, areniscas, limonitas rojas y lutitas de la formación Mara y las calizas de la formación Ferrobamba. Esta secuencia está intruida por las rocas del batolito de Andahuaylas-Yauri del Oligoceno-Mioceno, compuesto por intrusiones de composición diorítica-granodiorita a monzonita de facies hipabisales.

De acuerdo a los patrones de las unidades litoestratigráficas, gran parte de la mineralización asociada con cobre, oro, plata, plomo, zinc y molibdeno se encuentra en los contactos de rocas ígneas con las calizas (skarn) de la formación Ferrobamba.

La mineralización está asociada a stocks subvolcánicos o cuerpos porfíricos del batolito Andahuaylas-Yauri del Eoceno-Oligoceno, y la mineralización se hospeda tanto en rocas intrusivas, como en volcánicos o sedimentarios.

De las seis provincias de Apurímac, son Antabamba, Aymaraes, Grau, Abancay y Cotabambas las que tienen más concesiones y petitorios mineros.

Se conoce poco de la actividad minera artesanal de Apurímac, sin embargo la provincia de Grau tiene más de cuarenta años de historia minera. Actualmente en la zona se desarrolla intensa actividad minera artesanal a través de agrupaciones de comuneros que alternan sus actividades agrícolas con la minera y ésta cada vez se torna más especializada.

La actividad minera artesanal es relativamente nueva en la Región Apurímac. Se han incorporado vertiginosamente nuevos agentes al proceso productivo artesanal en estos últimos años, generando economías de escala en los poblados del entorno, y por ello el gobierno de la Región está incorporando a la minería dentro de las propuestas de desarrollo económico regional y a la minería de pequeña escala (informal y artesanal) entre los problemas sociales que debe enfrentar.

La minería de la Región Cusco comprende a las provincias de Chumbivilcas, Quispicanchi, Canchis, Espinar y los distritos de Ocongate, Maranganí, Chamaca, Colquemarca, Velille, Coporaque y Santo Tomás.

La mineralización se hospeda tanto en rocas intrusivas, como en volcánicos o sedimentarios (formación Ferrobamba). Los intrusivos, principalmente básicos, en contacto con rocas calcáreas del Albiano-Turoniano, han desarrollado cuerpos de skarn de hierro (oro y cobre) y pórfidos de cobre. Los yacimientos y proyectos de este sector son numerosos, entre ellos destacan Tintaya, Los Chancas, Antillas, Trapiche, Cotabambas, Las Bambas, Haqira, Katanga, Antapacay, entre otros. La edad de mineralización varía entre 42 y 30 millones de años.

La tecnología de la información permite la ubicación de pequeñas operaciones mineras en el mismo terreno, haciendo posible a su vez la identificación de los titulares de concesiones o propiciando un nuevo petitorio minero si el área estuviera libre.

Como en todo el país, la presencia de mineros artesanales se caracteriza por desarrollar generalmente actividades en derechos mineros de terceros. De la información del catastro minero se desprende que la mayor concentración de actividad minera metálica se encuentra en las provincias de Chumbivilcas y Yauri, principalmente en los distritos de Chamaca, Santo Tomás, Livitaca, Colquemarca y Espinar.

La actividad minera artesanal de Cusco está poco difundida en comparación a otros puntos geográficos del país. Sin embargo, la práctica minera de los pocos lugares que se pudo reconocer, también tiene carácter estacional y está asociada con el calendario agrícola, puesto que la principal actividad económica es la agropecuaria.

La Municipalidad Provincial de Chumbivilcas ha tomado la iniciativa para coordinar acciones conjuntas con los mineros artesanales. El gobierno regional ha preparado una propuesta para la Capacitación y Asistencia Técnica para la formalización de Unidades Productivas de la Minería Pequeña y Artesanal en la Región Cusco, cuya estrategia radica en impulsar la conversión de la pequeña minería y la minería artesanal informal en una actividad sostenible mediante el apoyo a los procesos de formalización, cambio tecnológico,



mejoramiento de capacidades en gestión ambiental y gestión empresarial de los operadores de pequeña escala.

Estos mineros han acondicionado sus actividades a formas comunitarias de trabajo, imitando incluso las labores de obras civiles, recogiendo sus experiencias propias debido al fuerte apogeo de la construcción impulsada por el Estado.

La minería de las Regiones de Moquegua y Tacna comprende las provincias de General Sánchez Cerro y Jorge Basadre, y los distritos de Ichuña, Ilabaya e Ite.

El flanco occidental de los Andes, pertenece desde el punto de vista metalogénico a la Provincia Cuprífera del Pacífico, que incluye los territorios de Perú y Chile.

La mineralización metálica se halla de preferencia en las rocas del grupo Yura y en las andesitas del volcánico Llallahui, que consiste en vetas de galena asociada con pirita, calcopirita, tetrahedrita y blenda. Los yacimientos de Toquepala, Quellaveco y Cuajone se ubican en el lado oriental de los cuerpos dioríticos-granodioríticos del Cretáceo-Terciario inferior; los intrusivos que pertenecen al batolito Andino están intruidos por stocks más jóvenes de composición intermedia (dacíticas, pórfidos monzoníticos, etc.).

La mineralización consiste de una disseminación fina de sulfuros en toda la roca alterada, en forma de cristales de grano pequeño o como pequeños agregados de cristales y vetillas. Los minerales primarios son principalmente pirita, calcopirita y en pequeñas cantidades bornita, escalerita y molibdenita, que en la superficie han sido oxidados y lixiviados.

# INTRODUCCIÓN

La actividad minera artesanal en el Perú ha alcanzado cifras significativas desde el punto de vista de la participación en el mercado laboral informal, económico y social. Se estima que existen más de cien mil mineros involucrados directamente en la producción, mientras que una cantidad superior es movilizadada de manera indirecta.

Es evidente que uno de los elementos que potencia el interés por el oro es el buen momento que atraviesa el precio de los metales, que ha permitido la reactivación de minas abandonadas y la explotación de pequeñas vetas que en otra época no fueron rentables.

Los especialistas han destacado algunas características de este interesante fenómeno: luego del inicio de la caída constante del dólar y su permanencia en un tipo de cambio relativamente bajo, surge como alternativa el comportamiento del precio de los metales, en especial del oro y su alcance para establecerse como un activo propiamente dicho. Esto causó gran impresión en un momento en que tanto los títulos como los bonos se mostraron débiles y las tasas de interés registraron mínimos históricos.

Los precios de los metales base como el cobre, el plomo, el zinc e inclusive la plata se han incrementado debido a una mayor demanda principalmente de China. Al parecer, las perspectivas de crecimiento hacen vislumbrar un periodo relativamente largo de buenos precios. El caso del oro es distinto puesto que este metal se ha convertido en «moneda» alternativa al euro y al dólar americano. La inseguridad económica en muchas partes del mundo y las bajas tasas de interés han favorecido el interés por el oro.

La minería a pequeña escala cuenta con fortalezas tales como:

- Requiere bajos montos de capital por puesto de trabajo.
- Utiliza tecnología simple e intensiva mano de obra.
- Trabaja yacimientos de pequeña magnitud y de alto valor intrínseco (oro).

- No requiere de grandes inversiones para iniciar sus operaciones y genera recursos a corto plazo.
- Utiliza herramientas simples y manuales; en algunos casos realiza operaciones de explotación semimecanizada.
- Se desarrolla en zonas apartadas y deprimidas del país, por lo que se integra fácilmente con la población rural.

Asimismo, presenta importantes debilidades:

- En la mayoría de los casos se desenvuelve de manera informal.
- Suele emplear métodos irracionales de explotación con baja recuperación y depredación del recurso.
- Mantiene condiciones inseguras de trabajo.
- No cumple con la normatividad minero ambiental.
- Tiene pobres condiciones de vida.
- En algunos casos utiliza ilegalmente explosivos y los maneja en forma inapropiada.

De lo manifestado anteriormente, se deduce que la minería artesanal/informal se encuentra en posición expectante frente a las políticas de estado de orden local, regional y nacional, puesto que las súbitas informaciones del hallazgo de nuevos afloramientos han permitido en muchos casos que grupos de mineros informales se sitúen en las áreas, llegando incluso a enfrentamientos físicos con antiguos poseedores que, siendo titulares o no, se sienten perjudicados por los «invasores».

Frente a esta situación, la titularidad de los derechos mineros o de las pertenencias mineras, es tema de discusión permanente entre las autoridades, los empresarios, los mineros artesanales y los mineros informales.

Otro tema fundamental es el deterioro ambiental como consecuencia de los trabajos mineros que proliferan. Es preocupante que, hasta cierto punto, se desconozca la verdadera magnitud de los daños que ocasiona la explotación artesanal de estos yacimientos.

PÁGINA EN BLANCO

# CAPÍTULO I

## ACTIVIDAD MINERA ARTESANAL EN LA REGIÓN APURÍMAC

### ASPECTOS GENERALES DEL SECTOR I

#### Descripción del ámbito de estudio

La Región Apurímac se ubica en la zona sur oriental del territorio peruano, limita por el Norte con Cusco y Ayacucho, por el Este con las provincias altas del Cusco (Chumbivilcas, Paruro y Anta), por el Sur con las provincias de Parinacochas (Ayacucho) y la Unión (Arequipa), y por el Oeste con la región de Ayacucho. Fisiográficamente comprende valles interandinos, punas y picos de la Cordillera Oriental y el flanco de la misma hacia la zona subandina, siendo el punto más elevado el nevado de Ampay (en la provincia de Abancay) 5235 metros sobre el nivel del mar.

La temperatura anual promedio es 18 °C (máxima de 25 °C y mínima de 12 °C) y la temporada de lluvias es de noviembre a marzo.

Apurímac tiene una extensión territorial de 20 895 km<sup>2</sup> que comprende siete provincias (Abancay, Andahuaylas, Aymaraes, Antabamba, Cotabambas, Chincheros y Grau) y ochenta distritos.

Luego de la visita a la Región Apurímac, denominada para este informe Sector I, se concluye que la minería se convertirá en el eje del desarrollo económico de la región. La geología del territorio sumada a la coyuntura económica que atraviesa la región son variables determinantes, no obstante Apurímac es considerada como la tercera región más pobre del país, después de Huancavelica y Huánuco (FONCODES).

Según la información recogida de las oficinas del gobierno regional, las actividades económicas que han dinamizado a la región son el comercio y la agricultura, aunque esta última solo como mecanismo de subsistencia.

La Región Apurímac, tiene una población de 418 882 habitantes según el censo del año 2005. Abancay tuvo la tasa de crecimiento poblacional de 2,13% anual durante ese año, siendo considerada una de las que más ha crecido después de Tacna, Madre de Dios, Moquegua, Piura, Huancavelica y Tumbes.

Dentro de la escala de clasificación de pobreza para el año 2006, la Región Apurímac se ubica dentro de las más pobres junto con

Huancavelica, Huánuco, Cajamarca, Ayacucho, Loreto, Amazonas y Pasco.

El 28% de la población de la región carece de agua, el 36% de desagüe y 42% de electricidad. La tasa de analfabetismo entre las mujeres es 35% y la población infantil de 0 a 12 años alcanzó un nivel de desnutrición del 47% en 1999 (INEI).

En los últimos meses se ha incrementado el número de mineros artesanales existentes en la zona. Casi todos los centros mineros que albergan desde 5 a 100 miembros aproximadamente, no están organizados ni formalizados, por lo que se convierten en fácil presa de los que trafican con el mineral.

Al igual que casi todos los centros mineros del país, los precios de los insumos dependen de las leyes del mercado, y en muchos casos alcanzan niveles especulativos a pesar de contar con carreteras de acceso a los centros poblados por los mineros.

#### Ubicación de la zona de estudio

El estudio de la Región Apurímac comprende seis cuadrángulos: Chalhuanca (29-p), Andahuaylas (28-p), Antabamba (29-q), Abancay (28-q), Santo Tomás (29-r) y Cotabamba (28-r). Forman una faja orientada de Oeste hacia a Este, están dentro de las siguientes coordenadas:

Longitud:	72°00' – 73°20' Oeste
Latitud:	13°30' – 14°30' Sur

De acuerdo a la división política, el estudio abarca parte de las provincias de Antabamba, Andahuaylas, Abancay, Aymaraes, Grau y Cotabambas del departamento de Apurímac. El extremo noreste del cuadrángulo de Cotabambas pertenece a la provincia de Anta del departamento de Cusco.

#### Accesos

##### Por vía terrestre

La principal vía de acceso al departamento de Apurímac es la carretera Panamericana Sur. El trayecto es Lima-Nasca-Chalhuanca-Abancay (897 km) y dura aproximadamente diecisiete horas en camioneta.

Otras vías importantes son la carretera Huancayo-Cusco que atraviesa la región de Oeste a Este siguiendo el valle del Río Pachachaca.

### Por vía aérea

El vuelo Lima-Cusco dura aproximadamente una hora y luego se continúa por carretera hacia Abancay, en un recorrido que dura seis horas en camioneta.

## Datos geográficos

La Región Apurímac tiene un relieve enmarañado por los contrafuertes de la cordillera de los Andes. En medio de esta diversidad geográfica de abismos, valles, cumbres, cañones y mesetas, esta región está formada por ríos profundos que nacen en las alturas de la cordillera Occidental y discurren con orientación de Sur a Norte dando origen a valles y quebradas, donde están ubicados la mayor parte de los centros poblados. En las partes más altas se encuentran las mesetas, formando una de las regiones más desoladas y altas del territorio regional. El desnivel territorial explica la variedad de climas, desde los tropicales en las profundidades del valle hasta los templados en las altipampas (Plan de Desarrollo de Apurímac).

## Geomorfología

Se encuentra situada en la vertiente oriental de la cordillera Occidental de los Andes peruanos, al este de la divisoria continental conformada por una cadena de montañas denominada cordillera de Huanzo.

Tres unidades geomorfológicas importantes pueden diferenciarse en el área estudiada:

### a. *Altas Mesetas*

Bajo este nombre (Megard, 1968) se describe una zona de relieve suave, truncada por una superficie de erosión y ubicada a una altura que varía de 4 200 a 4 700 metros sobre el nivel del mar (Mac Laughlin 1924).

La superficie puna ha sido disectada por la erosión, esencialmente glaciaria; las huellas de las glaciaciones se observan por encima de 3 500 metros (valles en U, depósitos morrénicos, etc.).

Las variaciones litológicas determinan formas de relieve diferente. Los extensos afloramientos de calizas del Cretáceo medio (formación Ferrobamba) de la parte centro-sur de la zona en estudio presentan huellas de erosión kárstica.

Las potentes cuarcitas del grupo Yura (Jurásico superior - Cretáceo inferior), que afloran en los núcleos de anticlinales de gran radio

de curvatura (hoja de Cotabambas), determinan zonas altas de relieve suave.

Las rocas intrusivas, generalmente granodioríticas, han resistido bien a la acción erosiva en la unidad «Altas Mesetas». Muchas veces constituyen relieves residuales por encima de la superficie puna (partes centrales de la hoja de Abancay por ejemplo).

### b. Cordillera Oriental

Al norte de la unidad altas mesetas y separada de ella por una zona de falla orientada Este-Oeste, se encuentra la unidad «Cordillera Oriental» que corresponde a las estribaciones occidentales de la cordillera Oriental del Sur del Perú.

La unidad Cordillera Oriental se diferencia de la precedente por su morfología, puesto que los relieves son muy agudos y no se notan colinas de formas suaves como en la unidad Altas Mesetas.

La morfología joven de la unidad Cordillera Oriental se debe al juego reciente de la zona de fallas E-O (Falla de Abancay).

### c. *Valles*

Las unidades Altas Mesetas y Cordillera Oriental se encuentran disectadas por valles profundos y a menudo encañonados.

Dentro de los valles de la región estudiada, el río Apurímac y sus tributarios como Santo Tomás, Antilla, Pachachaca, Pincos, etc., presentan un encañonamiento importante (más de 1 000 m) en ciertas partes de su recorrido. Los flancos muestran una fuerte pendiente y frecuentemente están cubiertos por mantos gruesos de aluviones.

La gran velocidad del agua indica que los ríos alcanzaron su perfil de equilibrio. En cuanto al río Apurímac, sus tributarios no han tenido tiempo de regularizar su curso y tiene un nivel de base muy abrupto.

Al levantarse los Andes durante el Cuaternario, el nivel de base de los ríos quedó sobrealzado y empezó una erosión regresiva.

## Clima y vegetación

Apurímac se caracteriza por tener una estación de lluvias fuertes en los meses de noviembre a abril y una época de estiaje durante el resto del año. Las precipitaciones varían de un sitio a otro debido a la influencia de los factores topográficos locales. En el área de estudio, la temperatura sube hasta 20 °C durante el día y en la noche desciende por debajo de 0 °C. La gran diferencia de altura entre una y otra zona (de 1 500 hasta 5 000 metros sobre el nivel

del mar) determina que encontremos especies vegetales muy variadas escalonadas en función de la altitud. El trabajo de Tosi (1960) permite hacer las siguientes subdivisiones:

#### a. Zona de valles

El bosque espinoso subtropical ocupa el fondo de los ríos Apurímac, Pachachaca y Pampas. Esta unidad no recibe más de 250 a 500 milímetros de lluvias anuales y su límite superior se halla alrededores de 2 200 metros. La vegetación consiste en árboles pequeños muy esparcidos, entre los cuales crecen numerosas especies de cactáceas, bromeliáceas, monocotiledóneas y gramíneas.

#### b. Zona de puna

La zona de puna (de 4 000 a 5 000 msnm) es el dominio del páramo muy húmedo subalpino y de la tundra pluvial alpina.

El páramo muy húmedo subalpino se encuentra generalmente debajo de los 4 500 m. Recibe de 500 a 1 000 milímetros de lluvia anual y está incluido entre las isoterma 6° y 3°, lo que da lugar a una evapotranspiración muy reducida. La vegetación natural es tupida, de gramíneas altas: el ichu, que por sobrepastoreo se vuelve muy raro.

Encima de 4 500 metros se localiza la tundra pluvial alpina, que recibe la misma cantidad de precipitaciones que el piso precedente y que caen a veces bajo forma de nieve o granizo. Las bajas temperaturas promedio anuales (0 a 3 °C) no permiten mucha evapotranspiración. La vegetación es muy rala y consiste de plantas pequeñas y arbustos bajos.

La única posibilidad que ofrece la zona de puna para el uso de suelos es la ganadería de ovinos y camélidos. El pastoreo, a menudo excesivo, afecta a la vegetación de manera intensa.

En el departamento de Apurímac existe una significativa variedad de animales, siendo los más importantes los camélidos sudamericanos (llamas, alpacas y vicuñas), el puma y el cóndor andino en las partes altas.

Destaca también la variedad de plantas medicinales y las plantas industriales tales como: cabuya, carrizo, aliso, eucalipto, molle, tuna, huarango, ichu, tara, etc. Asimismo destacan las plantas nativas como queñua, chachacomo, tasta, intimpa, pisonay, retama, nogal, etc.

### Hidrografía

La hidrología de Apurímac tiene una orientación de drenaje de sur a norte. El conjunto de sistemas hidrográficos tiene potencial en el campo hidroenergético, desarrollo agropecuario, piscicultura, etc.

Entre las cuencas más importantes se encuentran la del río Pampas, río Pachachaca, río Vilcabamba, río Antabamba y la del río Chumbao.

El sistema de drenaje está controlado por fallas regionales que comprenden los ríos principales como Chalhuanca, Antabamba y Oropesa, que desaguan a los grandes ríos que van hacia el océano Atlántico.

### Actividades económicas

La dinámica económica de la Región Apurímac involucra a la agricultura, la ganadería, la minería, el turismo, la pesca, la industria y el comercio.

La zona andina se caracteriza por la agricultura intensiva que mantiene ocupada la mano de obra de sus pobladores. Este rubro va asociado a la producción de carne (fresca y seca), fibras de camélidos, producción de lácteos, desarrollo de la apicultura, producción de palta, chirimoya, sauco y aguaymanto, además de la incorporación de la crianza de gusanos de seda, papa ecológica, páprika entre otros.

Sin embargo, la actividad minera tiene su propio espacio en la región, y en los últimos años ha tomado mayor importancia, como lo muestra el último reporte de distribución por derecho de vigencia para el año 2006, con un monto que asciende a 1 034 643 dólares según la oficina de prensa del Ministerio de Energía y Minas.

La piscicultura es otra de las actividades de mayor potencial en la región, debido a la abundancia de ríos y espejos de agua, aptos para la siembra de truchas y otras especies. También se conoce la aplicación de programas de desarrollo productivo, encontrando las dificultades que afectan a otras regiones andinas, como las deficiencias en la organización, la tecnología tradicional mal orientada, la falta de visión en el contexto económico, y la falta de propuestas en la interacción con las cadenas productivas.

### Situación social

Según el último censo, la Región Apurímac tiene una población de 418 882 habitantes, concentrada principalmente en las provincias de Andahuaylas y Abancay.

El índice de desarrollo humano (IDH) es un indicador social estadístico compuesto por tres parámetros: vida larga y saludable, educación, y nivel de vida digno, elaborado por el Programa de las Naciones Unidas (PNUD). En el ranking del IDH para el año 2006, Apurímac ocupa la posición 23 (0,5209), cifra que va en incremento respecto a los años anteriores. Casi todas las provincias tienen una distribución uniforme del IDH.

Los parámetros de cálculo del IDH son: esperanza de vida al nacer, en el caso de vida larga y saludable; educación, medida por la tasa de alfabetización de adultos y la tasa bruta combinada de matrícula en educación primaria, secundaria y superior, así

como los años de duración de la educación obligatoria; y el PBI per cápita en términos de costo de vida, que cuantifica el nivel de vida digno.

**Cuadro 1.1**  
**Distribución de la Población e Índice de Desarrollo Humano**

Provincia	Población	IDH	Ingreso familiar per cápita (soles/mes)
Abancay	101 599	0,5603	201,20
Antabamba	13 107	0,5056	208,30
Aymaraes	32 501	0,5050	197,00
Andahuaylas	146 093	0,5148	190,10
Grao	27 007	0,5052	198,00
Chincheros	52 317	0,5151	190,90
Cotabambas	46 258	0,474	180,80

Fuente: Informe sobre desarrollo humano. PNUD, 2006.

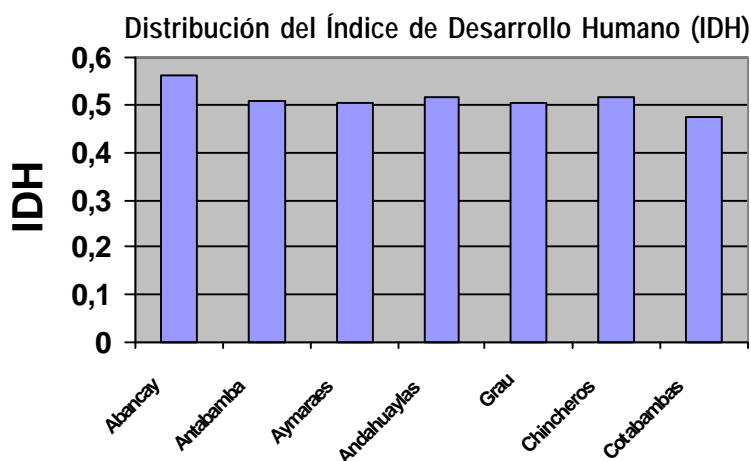


Figura 1.1: Índice de desarrollo humano en Apurímac.

## ASPECTOS GEOLÓGICO-MINEROS

### Geología

La geología es compleja y selectiva, consiste de una secuencia cretácica regresiva de areniscas y cuarcitas de la formación Soraya, areniscas, limonitas rojas y lutitas de la formación Mara y las calizas de la formación Ferrobamba (formación Arcurquina). Esta secuencia está intruida por las rocas del batolito de Andahuaylas-Yauri del Oligoceno-Mioceno, compuesto por intrusiones de composición diorítica-granodiorita a monzonita de facies hipabisales.

Este sector está comprendido dentro de la franja de pórfidos-skarns de cobre-molibdeno (hierro, oro) del Eoceno-Oligoceno. Se ubica en el borde noreste de la cordillera Occidental y en el altiplano del sur del Perú.

La franja está controlada, por una parte, por el sistema de fallas Urcos-Sicuani-Ayaviri, Cusco-Lagunillas-Mañazo, Abancay-Andahuaylas, y por otra parte por el Alto Condoroma-Caylloma. Las estructuras tienen dirección NO-SE y cambian a E-O al nivel de la deflexión Abancay.

### Estratigrafía

Dentro del área que es materia de este informe afloran terrenos sedimentarios cuya edad varía del Permiano inferior, Jurásico al Cuaternario reciente. Debido a los abundantes depósitos superficiales recientes, a la tectónica y a las intrusiones, las relaciones entre las diferentes unidades son a veces difíciles de establecer en la zona estudiada, por cuyas razones se hará a menudo referencia a zonas vecinas donde estas relaciones se ven con mayor claridad.

## Grupo Yura

Este grupo está constituido por más de 2 200 metros de espesor de rocas sedimentarias marinas. Ha sido dividido en tres formaciones, la más antigua presenta una secuencia aproximada de 700 metros de lutitas negras bituminosas con bancos potentes de calizas negras, a la que se le denomina formación Piste. Descansando sobre la anterior, se encuentran areniscas, lutitas y calizas negras lenticulares con un espesor de 800 metros, a las que se les asigna el nombre de formación Chuquibambilla. Por último, la parte superior del grupo está constituida por cuarcitas y areniscas cuarzosas con más de 700 metros de espesor, a las que les asigna el nombre de formación Soraya.

### Formación Piste

Esta formación recibe este nombre porque los mejores afloramientos se encontraron en el nevado Piste, situado al noreste del pueblo de Caraibamba, en el cuadrángulo de Chalhuanca.

Los afloramientos se presentan en los profundos cañones labrados por los principales ríos que drenan esta región, así se observan en ciertas partes de los ríos Chalhuanca, Antabamba, Pachaconas y otros.

A consecuencia del tectonismo esta formación también aflora en las partes altas del cuadrángulo de Chalhuanca, tal como se observa en los cerros Piste, Buche, Patari y Yanaquiri, cuyas cotas superan los 4 200 metros sobre el nivel del mar.

### Formación Chuquibambilla

Los principales afloramientos de esta formación se observan en los alrededores del pueblo de Chuquibambilla. La secuencia está constituida por 60 a 70% de areniscas, y el resto por lutitas y calizas.

La litología de esta unidad se caracteriza por la predominancia de areniscas de grano fino a grueso, de color generalmente gris oscuro con algunos niveles que varían de gris claro a rojizo, principalmente en la parte superior. Dentro de esta formación se han encontrado capas calcáreas que se intercalan con las areniscas fundamentalmente en la parte superior, y consisten en calizas negras y gris claras, a veces bastante arenosas, presentándose en forma lenticular y con un grosor que llega a los 50 metros. Sus contactos en el piso y en el techo son fáciles de determinar, no solo por el cambio litológico sino también por su coloración.

### Formación Soraya

El nombre asignado a esta formación proviene del pueblo de Soraya, ubicado en la parte alta de la margen derecha del cañón del río Chalhuanca; donde la secuencia consiste principalmente

en areniscas cuarzosas y cuarcitas que forman prominentes crestas diferenciándolas de otras formaciones.

La formación Soraya está constituida por una secuencia monótona de cuarcitas y areniscas cuarcíticas de grano fino a medio, aunque existen algunas con granos gruesos de cuarzo. El color varía de gris blanquecino en la base a rosado en el tope; presenta estratificación en bancos medianos a gruesos.

### Formación Mara

Esta formación fue definida por Jenks (1951) al referirse a unos afloramientos rojizos que se encuentran en los alrededores del pueblo de Mara.

En los cuadrángulos estudiados de Santo Tomás, Antabamba y Chalhuanca, la formación Mara consiste de capas de areniscas lutáceas y lutitas de color rojizo; por su amplia extensión constituye un buen nivel guía para la interpretación estratigráfica y estructural. Al sur de Chuquibambilla afloran pequeños remanentes de esta formación en los núcleos de varios sinclinales. Asimismo, al suroeste de Pataypampa, Huachigua y Pachaconas.

En la Formación Mara se puede distinguir tres miembros. El inferior se caracteriza por la predominancia de areniscas, el intermedio es lutáceo con algunas intercalaciones de areniscas y conglomerados con clastos de cuarcita, y el superior está constituido por areniscas y lutitas abigarradas y termina hacia el tope, en algunos lugares con calizas amarillentas. El color predominante de esta formación es rojo a marrón rojizo.

### Formación Ferrobamba

Jenks (1951) describe con este nombre a una secuencia potente de calizas que aflora en el área del proyecto minero de Ferrobamba, situado más o menos a 16 kilómetros al noroeste de Haqira, en el cuadrángulo de Santo Tomás.

Los afloramientos más notables se encuentran en forma continua en la zona norte de este cuadrángulo, donde constituyen la cumbre de una serie de cerros. En el ángulo noroeste, los remanentes de la formación Ferrobamba quedan sobre un gran cuerpo intrusivo en forma de techos colgantes.

En el cuadrángulo de Chalhuanca, sus afloramientos ocupan casi la cuarta parte, principalmente el norte y noroeste del mismo.

En el cuadrángulo de Antabamba, pequeños afloramientos de la formación Ferrobamba se observan en las partes altas de Mollebamba, Antabamba y Huaquirca. Al norte de Mamara y al sur de Pataypampa puede verse pequeños afloramientos de esta formación afectados por pliegues, fallas y cuerpos intrusivos hipabisales.



La formación Ferrobamba es una secuencia monótona de calizas negras a gris oscuras, aunque en ciertos niveles presentan bancos calcáreos de color amarillento. Las calizas son masivas, bastante compactas, estratificadas en bancos de 0,30 a 2 metros. En el tope se observan generalmente calizas arenosas de color gris claro con tintes rojizos y en la base, niveles de lutitas carbonosas. Asimismo, contiene nódulos de chert de forma alargada de más de 0,15 metros de longitud.

Gran parte de la formación Ferrobamba ha sido intruída por cuerpos ígneos de diferente naturaleza, siendo esta la roca huésped de los diferentes yacimientos tipo skarn de cobre, plata, zinc, hierro, etc., en el ámbito de estudio.

### Formación Anta-Anta

Se asigna este nombre a una secuencia de areniscas y lutitas de color rojo, cuyo afloramiento se encuentra en los alrededores de la hacienda Anta-Anta, al este del pueblo de Choqueca y más o menos a 12 kilómetros al noroeste de Mara.

Una de sus mejores exposiciones en litología y espesor se encuentra en el lugar denominado Anta Antapampa y llega hasta el río Jajatuna por el sur. Por el norte pasa al cuadrángulo vecino de Cotabambas, donde tiene un gran desarrollo y se denominan capas rojas (Marocco 1975).

En Antapampa los afloramientos están constituidos por una secuencia de lutitas, areniscas y limonitas interestratificadas con conglomerado fino y capas de yeso en la base.

Esta secuencia yace con discordancia paralela sobre las calizas de la formación Ferrobamba; así se observa en el cuadrángulo vecino de Andahuaylas, aunque también se ha notado una discordancia erosional entre estas formaciones en una quebrada cerca de la hacienda Mayo Tingo y al sur de Pichaca. Su techo se halla cubierto por los conglomerados del grupo Puno, mediante una discordancia angular bastante clara.

### Grupo Puno

Este nombre fue introducido en la estratigrafía en el sur del Perú por Cabrera, La Rosa y Petersen (1936) al describir una potente secuencia clástica con niveles volcánicos que yacen en discordancia angular sobre terrenos mesozoicos.

Este grupo está bien representado en los cuadrángulos de Santo Tomás y Antabamba, pero su exposición en el de Chalhuanca es muy reducida.

En el cuadrángulo de Santo Tomás, los afloramientos más notables del grupo Puno están restringidos al sector noroeste, donde están intruídos por un cuerpo de granodiorita y apófisis de hipabisales

de naturaleza andesítica que se consideran vinculados con la mineralización de cobre y hierro. Cerca del tope se observan dos niveles de arenisca tufácea de 5 y 10 metros de espesor, de color blanco amarillento y gris rosado, que al intemperizarse toman un color rojo oscuro. El tope consiste de areniscas de grano grueso.

Los afloramientos de esta formación tienen un rumbo noroeste y un buzamiento entre 8° y 20° al noroeste; descansan sobre la formación Ferrobamba con discordancia angular y en el caso de la formación Anta-Anta no se ha podido precisar el tipo de contacto, ya que por lo general es fallado o se encuentra cubierto por depósitos de talud.

### Grupo Tacaza

Originalmente Newell (1949) asignó el nombre de Volcánico Tacaza a una serie de rocas volcánicas que afloran en la mina Tacaza en Puno. Posteriormente Marocco y Del Pino (1966) lo elevan a la categoría de grupo.

En los cuadrángulos de Santo Tomás, Antabamba y Chalhuanca, las rocas que componen este grupo son de naturaleza predominantemente volcánica y yacen con discordancia angular sobre rocas del grupo Puno y del Cretáceo.

El Grupo Tacaza suele presentar la siguiente litología en los cuadrángulos estudiados:

La base consiste de conglomerados gruesos, con elementos semiangulosos de cuarcitas y calizas, con un diámetro de 2 a 3 metros. Encima yace una secuencia de 15 a 25 metros compuesta por areniscas de grano medio a grueso, de color gris, verde a rojizo, que se intercalan con capas delgadas de lutitas rojo-violáceas de naturaleza tufácea y capas de brechas, con clastos de cuarcitas areniscas, algunas calizas de 2 a 5 centímetros de diámetro y matriz areno-tufácea.

### Formación Maure

Mendivil (1965) dio este nombre a una secuencia de limonitas, areniscas tufáceas y conglomerados volcánicos de coloración más o menos amarillenta que se exponen en el valle de Maure, al suroeste del lago Titicaca (límite entre Tacna y Puno).

En el cuadrángulo de Antabamba se ha reconocido un pequeño afloramiento, ubicado al norte de Antabamba en los cerros Joyohuire, Pampa Orjo, Igma Cunaya, Amayani y Pincuyune, con litología de limonitas tufáceas.

En el cuadrángulo de Antabamba, la litología está constituida de abajo hacia arriba por: limonitas tufáceas de color gris oscuro a crema, intercaladas con tufo retrabajados y areniscas tufáceas de grano medio a fino, de color blanco amarillento y en capas de 0,5

a más de 1 metro; le siguen areniscas tufáceas de grano medio a grueso de color gris claro en capas de 0,20 a 0,50 metros, con niveles de tufos retrabajados, limonitas amarillentas en bancos de más de 20 metros; luego 15 metros de conglomerados volcánicos con elementos tufáceos redondeados y de pequeño diámetro, dentro de una matriz areno-tufácea; le siguen hacia el tope 10 metros de areniscas gruesas en capas delgadas de color amarillento y conglomerado fino con matriz tufácea; en la cima se observan tufos.

### Volcánico Sencca

Esta denominación fue introducida en la estratigrafía del sur del Perú por Mendivil (1965), al describir una secuencia volcánica de naturaleza piroclástica y de posición subhorizontal en el área de Maure.

En los cuadrángulos correspondientes al presente estudio aflora una secuencia tufácea con las mismas características litológicas y estructurales descritas por Mendivil (1965), y constituye depósitos post-orogénicos estratificados en capas horizontales, levemente inclinadas o que cubren una topografía pre-existente.

En el cuadrángulo de Chalhuanca el volcánico Sencca aflora con mayor amplitud, principalmente en las zonas oeste y sureste, cubriendo casi horizontalmente a rocas del grupo Tacaza y a formaciones más antiguas.

Sus afloramientos son muy reducidos en los cuadrángulos de Antabamba y Santo Tomás, siendo los más destacables el de Oropesa y los de Mamara, Paccllapata y Misco, donde está cubierto por lavas del grupo Barroso. En el área del río Yuracmayo, al sureste de Pampachiri, se encuentra debajo de tufos recientes.

El volcánico Sencca está constituido principalmente por tufos de naturaleza riolítica y riodacítica, aunque existen niveles de composición dacítica, y se intercala con tufos brechoides lenticulares. Estas rocas presentan una apreciable compactación y dureza, pero existen lugares donde se nota poca consistencia; en las compactas se observa a simple vista cristales de cuarzo, feldespatos, hojitas de biotita y fragmentos de vidrio.

El color de este volcánico es generalmente blanquecino, con variaciones a blanco amarillento y amarillo grisáceo. En algunos lugares la parte superior muestra tufos rosados y en la base presenta tufos sueltos de color rojizo, como en Totorá y Mamara. Por acción del intemperismo presentan estructuras estratiformes.

### Grupo Barroso

Nombre asignado por Mendivil (1965) a un conjunto de rocas volcánicas, formado principalmente por derrames y piroclásticos de naturaleza andesítica, traquítica y traquiandesítica.

En los cuadrángulos estudiados este grupo se muestra como una secuencia de rocas volcánicas que guarda una estrecha semejanza litológica, estructural y geomorfológica con las estudiadas en Maure y Antajave.

En la hoja de Santo Tomás, el grupo Barroso abarca casi todo el ángulo suroeste, conformando las partes más elevadas de esta región; así se le ve en el nevado Malmaya, cuyo pico tienen más de 5 000 metros sobre el nivel del mar. También a lo largo del valle del río Santo Tomás y en las áreas de Colquemarca y Quiñota.

En el cuadrángulo de Antabamba los afloramientos más amplios ocupan la parte central desde Oropesa hasta cerca de Huaquirca; otros afloramientos notables se encuentran en el límite sur, así como en ambos márgenes del río Oropesa.

En el cuadrángulo de Chalhuanca sus exposiciones se hallan confinadas al ángulo suroeste.

En todos estos lugares, las rocas del grupo Barroso se extienden en forma casi horizontal o con leves inclinaciones que no pasan de 10° a 12°, ocupando generalmente las partes más elevadas.

En las áreas estudiadas, el grupo Barroso ha sido diferenciado en dos unidades: la inferior denominada volcánico Malmanya y la superior volcánico Vilcarani, que corresponderían posiblemente a los denominados por Mendivil como volcánicos Chila y Barroso. Esta división está basada principalmente en su litología y la presencia de una ligera discordancia erosional entre ambas unidades.

### Volcánico Malmanya

Aflora en los cuadrángulos de Santo Tomás y Antabamba, y su mayor desarrollo se encuentra en el nevado Malmanya, ubicado a 15 kilómetros al sur del distrito de Progreso.

Está constituido por derrames andesíticos, dacíticos, traquiandesíticos y riodacíticos, con predominancia de los dos primeros; son de origen fisural y se presentan capas horizontales de 1 metro a más de 5 metros de espesor y bien estratificadas. En corte fresco tienen una coloración, predominantemente gris oscura, con tonalidades rojizas, moradas y gris verdosa, y en superficies intemperizadas toman un color claro a rojizo o gris morado. En sección delgada tienen generalmente textura porfiroide y otras rocas en menor escala, presentan textura afanítica con matriz vítrea, fluidal y microlítica.

### Volcánico Vilcarani

Su nombre proviene de las pampas de Vilcarane, ubicadas 41 kilómetros al oeste del poblado de Santo Tomás. Se encuentra yaciendo mediante una discordancia erosional sobre el volcánico

Malmanya y está constituido por una secuencia de piroclastos y derrames, con predominancia de los primeros. La secuencia piroclástica está representada por tufos, brechas, aglomerados, cenizas, etc., de composición andesítica, riódacítica y riolítica. Su coloración presenta diferentes matices del blanco al rojo. Las brechas observadas son de formas angulares a subangulares y de diámetro muy variado, desde algunos centímetros a más de 30 centímetros. En la sección delgada los tufos presentan matriz vítrea y fenocristales de cuarzo, y plagioclasas corroídas.

Los derrames lávicos se extienden en forma de capas levemente horizontales o inclinadas, constituyendo los conos volcánicos de la región; son de composición generalmente andesítica y dacítica, y se intercalan o acuñan dentro de los piroclásticos. Ejemplos notables se observan en el ángulo suroeste del cuadrángulo de Chalhuanca al sureste y suroeste de Oropesa.

### Depósitos glaciares y fluvioglaciares

Se han diferenciado dos etapas de acumulación morrénica como producto de la actividad glacial cuaternaria. Las más antiguas se presentan muy erosionadas, apenas reconocibles, y sus relictos muestran que la parte frontal llegaba hasta 3 600 metros sobre el nivel del mar. Están constituidos por bloques y gravas angulosas de diferentes tipos de rocas, englobados en una matriz de arena en parte tufácea.

Un ejemplo bastante claro se encuentra en el flanco sur del cerro Pito (sur de Mara, hoja de Santo Tomás) y en la zona sur del cuadrángulo de Antabamba, donde se han cartografiado como depósitos fluvioglaciares, ya que sobre ellos se ha acumulado material arrastrado por corrientes de agua que enmascaran gran parte de la morrena.

Las morrenas están bien preservadas y poco afectadas por los agentes erosivos, y se encuentran circunscritas especialmente a las partes altas de los grandes valles.

### Volcánico Santo Tomás

En los alrededores del pueblo de Santo Tomás y en la parte occidental de la hoja de Chalhuanca existen tufos y cenizas como producto de actividad volcánica muy reciente.

Este volcánico está representado en la base por lavas de naturaleza andesítica de textura porfírica, fluidal y parcialmente afanítica. Se presentan en color gris oscuro, algo porosos y poco densos. La parte media consiste de lavas basálticas vesiculares y el tope de tufos blanco amarillentos. Su grosor se calcula en 50 metros.

### Depósitos aluviales

El material aluvial se halla en los cauces antiguos y recientes en las

laderas de los valles y quebradas, formando respectivamente terrazas y conos aluviales. Algunas terrazas se encuentran a más de 150 metros sobre el nivel de los cauces de los ríos actuales, como consecuencia del levantamiento reciente de los Andes y el subsiguiente rejuvenecimiento de los ríos que han logrado profundos valles en V. Ejemplos notables de estas terrazas se ven en el río Chalhuanca a la altura de su confluencia con el río Vilcabamba, cerca de la desembocadura del río Chuquibambilla. Los depósitos aluviales están constituidos mayormente por gravas, cantos y otros elementos redondeados y angulosos, dentro de una matriz areno-arcillosa; presentan una grosera estratificación que se acuña entre capas de arena y arcilla.

El grosor de estos depósitos varía desde unos cuantos metros a más de 150 metros. Las gravas que forman estos depósitos se han acumulado mayormente por efectos de la gravedad y evidencian poco transporte. Buenos ejemplos de este tipo de depósitos se observan en las laderas de los valles principales.

### Depósitos eluviales

Los depósitos cubren grandes extensiones en los flancos de los valles principales, cerca de la ciudad de Abancay y en los flancos del río Apurímac. Bajo la acción del agua, los productos eluviales se pueden movilizar y formar *huaycos* o flujos de barro (cantos angulosos de tamaño muy variable, envueltos por una matriz areno-arcillosa), de color rojizo. Algunas veces los depósitos eluviales alcanzan un espesor de varios centenares de metros y son muy antiguos.

### Rocas intrusivas

Las rocas plutónicas de esta región constituyen el batolito de Apurímac y están representadas principalmente por grandes cuerpos de granodiorita, tonalita y diorita, que a su vez han sido intruidas por rocas hipabisales de composición andesítica y monzonítica. La mineralización está mayormente asociada a ellas. Los contactos entre los grandes cuerpos son poco perceptibles en el campo; en ciertos lugares es difícil de marcar un contacto entre ellos, especialmente entre la granodiorita y tonalita, y entre la tonalita y la diorita, debido posiblemente a una diferenciación magmática desde la más básica (diorita) a la más ácida (granodiorita); sin embargo, se ha diferenciado en los mapas geológicos, tomando en cuenta los estudios micropetrográficos.

### Diorita

Grandes cuerpos de diorita afloran en el cuadrángulo de Santo Tomás y otros más pequeños en los cuadrángulos de Chalhuanca y Antabamba. En el área de Santo Tomás el intrusivo diorítico aflora en gran parte de la margen derecha del río del mismo nombre, ocupando casi todo el borde oriental del cuadrángulo. Otros afloramientos menores se encuentran alrededor de la

granodiorita o rompiendo una serie de estructuras de rocas sedimentarias, especialmente a lo largo del anticlinal del Mara. En la parte central del cuadrángulo de Santo Tomás, en las inmediaciones del caserío de Anyo, aflora un pequeño cuerpo de diorita de grano medio, intruido por rocas filonianas y vetas de cuarzo auríferas que antiguamente fueron explotadas.

En el cuadrángulo de Chalhuanca las dioritas se presentan en la porción noroeste, intruyendo a las calizas de la formación Ferrobamba. Entre los minerales secundarios se pueden citar a la esfena, la apatita, el zircón y minerales opacos en porcentajes muy bajos; también se observa: calcita, sericita, epidota, actinolita, clorita, uralita y hematina como minerales provenientes de la alteración de los anteriores.

### Tonalita

Los principales cuerpos de tonalita afloran en Huancaray y Ancobamba (cuadrángulo de Chalhuanca), San Antonio (Antabamba) y Huaquira (Santo Tomás). Estos afloramientos tienen un parecido bastante notable en sus características petrográficas, especialmente los de Huaquira y San Antonio.

Los cuerpos de tonalitas están intruidos por numerosos diques de diversa composición que se entrecruzan. Sus grosores son variables, desde 1 hasta 20 centímetros y excepcionalmente mayores de 50 centímetros. Sus longitudes pueden alcanzar varios kilómetros. Una característica saltante es la presencia de xenolitos en las tonalitas de San Antonio y Huaquira pero muy exiguas en otros cuerpos. Estos xenolitos tienen tamaño variado, predominando

aquellos entre 5 y 10 centímetros; suelen tener forma ovalada y grano más fino que las tonalitas.

### Granodiorita

Los afloramientos de granodiorita se encuentran en la parte septentrional de los tres cuadrángulos, así como al sureste del cuadrángulo de Chalhuanca y al suroeste del de Antabamba. El segundo cuerpo en extensión aflora en la región norte del cuadrángulo de Santo Tomás y otros menores se encuentran en Mollebamba-Vito. Se prolonga hasta el límite suroeste del cuadrángulo de Antabamba.

### Rocas hipabisales

Estas rocas afloran en forma y dimensión muy variada, intruyendo indistintamente a todos los cuerpos plutónicos. Se han identificado pequeños apófisis y stocks de forma irregular que son los que predominan, así como diques y sills de forma tabular. Estos hipabisales están relacionados con los intrusivos plutónicos antes descritos y con el sistema estructural de la región, especialmente con las grandes fallas.

Los cuerpos plutónicos intruyen a las rocas calcáreas del Albino-Cenomaniano, así como a las rocas clásticas del grupo Puno y del Terciario inferior y cortan a las estructuras de la fase Incaica que llega al Oligoceno inferior, lo cual induce a suponer que los intrusivos que constituyen el batolito de Apurímac podrían haberse emplazado entre el Terciario inferior y medio. En cambio las rocas hipabisales afectan a las rocas del grupo Tacaza, por lo que se les considera del Terciario medio a superior.

## Estratigrafía de la Zona I (Apurímac)

Era	Sistema	Serie	Unidades litoestratigráficas		Rocas ígneas	
Cenozoica	Cuaternario	Holocena	Eluviales Aluviales		Q-el Q-al	
		Pleistocena	Volc. Santo Tomás Morrena y fluvio glaciares		Qh-v Q-f	
		Neógeno	Pliocena	Grupo Barroso	Volc. Vilcarani	Qpl-vvi
	Volc. Malmaya				Qpl-vm	
	Volc. Sencca		Npl-vs			
	Paleógeno	Miocena Oligocena Eocena	Formación Maure Volc. Tacaza		Ns-ma P-vta	Rocas hipabisales
		Paleocena	Grupo Puno		P-pu	Rocas intrusivas
Mesozoica	Cretáceo	Superior	Formación Anta – Anta		Ks-an	Granodiorita Tonalita Diorita
			Formación Ferrobamba		Ks-fe	
		Inferior	Formación Mara		Ki-ma	
	Jurásico	Superior	Grupo Yura	Soraya Chuquibambilla Piste	Js-s Js-ch Js-p	

## Tectónica

### Geología Estructural

Atendiendo al grado de intensidad de deformación que presentan las unidades litológicas como consecuencia de los eventos tectónicos ocurridos en la región estudiada, es posible diferenciar tres zonas estructurales con las características propias de cada caso y son las siguientes:

- Zona no deformada.
- Zona del batolito de Apurímac y
- Zona afectada por la orogénesis andina.

Los mapas geológicos correspondientes y el esquema estructural indican que dos grandes rasgos estructurales orientados en eje este-oeste destacan en la zona estudiada:

- Zona de fallas (aproximadamente este-oeste) en la parte septentrional: la falla de Abancay.
- Pliegues que tienen generalmente orientación este-oeste hacia una y otra parte de la zona de fallas.

Todas las estructuras de nuestra zona pertenecen al ciclo orogénico andino y se han originado desde el Terciario inferior hasta el Terciario superior.

### Tectónica de pliegues

#### 1. Descripción general de los pliegues

Los pliegues E-O que pasan localmente (esquina sureste de la hoja de Abancay por ejemplo) a pliegues SE-NW son los que están mejor representados en la zona estudiada y corresponden a anticlinales concéntricos, simétricos o ligeramente acostados hacia el Norte y excepcionalmente hacia el Sur (hoja de Andahuaylas). Todas las estructuras pertenecen al nivel estructural superior (estructuras de gravedad en las capas rojas de la hoja de Cotabambas) y al nivel estructural medio (pliegues concéntricos). No se ha observado esquistosidad.

Los anticlinales son generalmente amplios, incluyendo en su núcleo a las cuarcitas del grupo Yura (Neocomiano). Tal como lo indican los tres cortes estructurales, los anticlinales corresponden a estructuras de varios kilómetros de amplitud y constituyen verdaderos anticlinorios con pliegues anexos de amplitud hectométrica.

Los sinclinales están constituidos generalmente por calizas del Cretáceo medio y superior (formación Ferrobamba). La litología de estas calizas y su estratificación delgada han permitido que al

momento del plegamiento se formen pliegues disarmónicos que a veces son muy complicados, como aquellos que se presentan al sur de Cotabambas, donde se observa amontonamiento de pliegues y hasta torsiones de los ejes (hoja de Cotabambas, 15 kilómetros al oeste de Tambobamba).

#### 2. Estructuras de las capas rojas ubicadas en el noreste de la hoja de Cotabambas.

La esquina noreste de la zona estudiada presenta varias particularidades estructurales debido a varios factores.

En esta zona las estructuras andinas pasan de rumbo E-O a NO-SE por intermedio de grandes fallas de juego complejo. Entre cada falla las estructuras tienen un rumbo diferente.

Sin embargo, el rasgo más sobresaliente está constituido por las estructuras de las capas rojas del Cretáceo superior-Eoceno.

Son placas de grosor variable (100 a 500 metros), que cabalgan una sobre otra mediante contactos anormales, buzando de 15° a 20° hacia el Norte (a veces siguen por más de 6 kilómetros).

### Tectónica de fallas

#### La falla de Abancay

Desde el lago Titicaca hasta la región de estudio, la cordillera Oriental está limitada en su borde oeste por una zona de fallas paralelas a las estructuras andinas. Del lago Titicaca hasta el Cusco el rumbo es NO-SE y E-O en la zona estudiada (norte de las hojas de Andahuaylas y Abancay). Más al Norte esta zona de fallas sigue hacia el centro del Perú.

Existen basculamientos superficiales locales del plano de falla, como el caso que se presenta a unos kilómetros al este del puente Cunyac, sobre el río Apurímac (hoja de Abancay), donde la falla de Abancay se vuelve inversa. La falla adquiere un buzamiento hacia el Norte (Mientras que el buzamiento general de la zona de fallas es hacia el Sur) y pone a las calizas y evaporitas de Lias (grupo Pucará) sobre las cuarcitas del Neocomiano (grupo Yura). Fallas con orientación N-S recortan la zona de falla de Abancay.

#### Las fallas NE-SW a NW-SE

Fallas con rumbo que varía de NE-SW a NW-SE y que han jugado a menudo en desgarre, recortan los ejes de los pliegues, desplazándolos y a veces torciéndolos. Algunas de estas fallas cortan al batolito granodiorítico post-tectónico y hasta las vulcanitas del Mio-Plioceno. Tal es el caso que se puede ver al este de la hoja de Cotabambas, en el contacto de las calizas de Ferrobamba. (Cretáceo medio y superior) con las vulcanitas del Mio-Plioceno.

## Mineralización

La mayor parte de la Región Apurímac está cubierto por los cuadrángulos de Chalhuanca, Antabamba, Santo Tomás, Cotabamba, Abancay y Andahuaylas. La mineralización se encuentra relacionada con los grandes cuerpos intrusivos plutónicos en contacto con las calizas mesozoicas, que además están asociadas con intrusiones de naturaleza subvolcánica, originando alteraciones por el metasomatismo de contacto.

De acuerdo a los patrones de las unidades litoestratigráficas, gran parte de la mineralización asociada con cobre, oro, plata, plomo, zinc y molibdeno se encuentra en los contactos de rocas ígneas con las calizas (skarn) de la formación Ferrobamba, equivalente a la formación Arcurquina. La edad de la mineralización está entre el Eoceno y el Oligoceno.

La mineralización está asociada a stocks subvolcánicos o cuerpos porfíricos del batolito Andahuaylas-Yauri del Eoceno-Oligoceno, y la mineralización se hospeda tanto en rocas intrusivas, como en volcánicos o sedimentarios.

Los intrusivos, principalmente básicos, en contacto con rocas calcáreas del Albiano-Turoniano han desarrollado cuerpos de

skarn de fierro (oro). Los yacimientos y proyectos de esta franja son numerosos, y entre ellos destacan Tintaya, Los Chancas, Antillas, Trapiche, Cotabambas, Las Bambas, Haqira, Katanga, Antapacay, entre otros. La edad de mineralización varía entre 42 y 30 millones de años.

Además existen zonas donde pequeños mineros artesanales explotan depósitos secundarios coluviales en busca de oro.

## Características mineralógicas

La mineralización está asociada con los skarn de granate-magnetita-piroxenos que están formados por calcopirita, pirita, bornita y molibdenita. Las vetas polimetálicas de oro y plomo-zinc y plata) son frecuentes porque en el centro minero de Progreso trabajan en vetas de oro emplazadas dentro de las rocas del batolito.

## Áreas de mayor concentración de cobre y oro

Gran parte de la formación Ferrobamba (formación Arcurquina) ha sido intruida por cuerpos ígneos de diferente composición, dando lugar a metasomatismo de contacto y recristalización, extendiéndose de centímetros a kilómetros y alterando su composición mineralógica.

**Cuadro 1.2**  
**Áreas de mayor concentración de yacimientos**

Centro minero	Vértice	Norte	Este	Características
Pucaccasa	1	8 420 000	684 000	Mapa 3 (Chalhuanca), yacimiento skarn- pórfido, calizas de la formación Ferrobamba-intrusivos, granodioritas, tonalitas.
	2	8 416 000	684 000	
	3	8 416 000	672 000	
	4	8 420 000	672 000	
Kucchi-Pachaconas	1	8 428 000	716 000	Mapa 4 (Chalhuanca), yacimientos filonianos, intrusivos granodioríticos, tonalitas, monzonitas, dioritas. Además yacimientos de placeres auríferos.
	2	8 418 000	716 000	
	3	8 418 000	696 000	
	4	8 428 000	696 000	
Progreso-San Lucas	1	8 450 000	776 000	Mapa 5 (Santo Tomás), yacimiento skarn-pórfido, calizas de la formación Ferrobamba-intrusivos, granodioritas, tonalitas.
	2	8 437 000	776 000	
	3	8 437 000	770 000	
	4	8 450 000	770 000	
Socllaccasa	1	8 500 000	736 000	Mapa 6 (Abancay), yacimientos filonianos, intrusivos granodioríticos, tonalitas, monzonitas, dioritas.
	2	8 495 000	736 000	
	3	8 495 000	732 000	
	4	8 500 000	732 000	
Calhuachahua	1	8 465 000	697 000	Mapa 7 (Andahuaylas), yacimiento, placeres, cuaternarios (morrenas).
	2	8 456 000	697 000	
	3	8 456 000	688 000	
	4	8 465 000	688 000	

## ACTIVIDADES MINERAS ARTESANALES DEL SECTOR I

### Generalidades

Según la información de la Dirección de Catastro Minero del INGEMMET, la Región Apurímac tiene 1066 derechos mineros titulados, 532 derechos mineros en trámite y 4 plantas de beneficio, lo que suma 1602 derechos mineros vigentes hasta el 31 de diciembre de 2008.

De las seis provincias de Apurímac, son Antabamba, Aymaraes, Grau, Abancay y Cotabambas las que tienen más concesiones y petitorios mineros.

Se conoce poco de la actividad minera artesanal de Apurímac, sin embargo la provincia de Grau tiene más de cuarenta años de historia minera. Actualmente en la zona se desarrolla intensa actividad minera artesanal a través de agrupaciones de comuneros que alternan sus actividades agrícolas con la minera y esta última cada vez se torna más especializada. En muchos casos estos comuneros han abandonado sus actividades agropecuarias para dedicarse a la minería a tiempo completo.

La minería es una actividad de orden estacional puesto que su desarrollo está sujeto a las precipitaciones pluviales; sin embargo, la subida internacional de los precios de los metales ha estimulado la reducción del tiempo de suspensión de las actividades mineras. Según la información del Gobierno Regional de Apurímac, no existe ninguna organización formal de mineros artesanales; sin embargo, se observa que dos o tres organizaciones se encuentran en proceso muy incipiente de formalización.

No se conoce de conflictos entre mineros artesanales y agricultores, tal vez porque el fenómeno de la minería artesanal es relativamente nuevo y sus efectos aún son imperceptibles.

### Efectos sociales

A partir del año 2005 las operaciones se han intensificado con la presencia de nuevos operadores mineros artesanales e informales. Hasta entonces solamente se explotaban yacimientos auríferos, posteriormente se incluyó la explotación de yacimientos de cobre en sulfuros y óxidos.

Los precios de mercado de los metales han estimulado a los propietarios de las plantas metalúrgicas de tratamiento de minerales auríferos que se encuentran ubicadas en la región de la costa de Arequipa e Ica, a ampliar sus instalaciones para realizar el tratamiento de minerales de cobre entre otros.

La minería en la zona de estudio se caracteriza porque comenzó con operadores que migraron de otras provincias de la misma región, de las regiones de la costa surmedia (Arequipa, Ayacucho

e Ica) o del altiplano puneño. Al viajar en busca de oportunidades, ellos trajeron consigo los conocimientos y los difundieron entre los pobladores de las comunidades donde se encuentran ubicados los yacimientos de oro y cobre, logrando así una especie de sinergia que resulta en mayor producción de mineral que en la mayoría de casos se procesan fuera de la región pero dinamizan la economía del contexto donde se explota el mineral.

Un significativo número de comuneros dejan temporalmente sus labores agrícolas para dedicarse a la explotación de pequeños yacimientos, identificados por los afloramientos localizados por recientes exploradores o por información histórica.

La falta de conocimiento respecto a las medidas de seguridad que deben asumirse durante los trabajos subterráneos ha cobrado sus primeras víctimas. Se han recogido noticias y denuncias de desapariciones que se atribuyen a los típicos accidentes que ocurren en las minas, y esto podría ir en aumento si no se asumen medidas de mitigación.

Sin embargo, el reporte de buenas ganancias en algunas zonas ha movilizó también a operadores mineros con más experiencia. Ellos realizan sus labores usando implementos básicos de seguridad como se puede ver en la fotografía 1.

En algunos asientos mineros se procesan minerales sin tomar en cuenta el daño al medioambiente debido a la contaminación que genera esta labor. El uso del mercurio para la recuperación del oro se ha generalizado, sin embargo se realizan gestiones para que entidades privadas con el apoyo de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac establezcan lugares idóneos para la instalación de plantas para el procesamiento de minerales con cianuro.

Es conveniente destacar que el contexto social de la zona de estudio no tiene los vicios propios de la minería informal, posiblemente porque esta actividad aún es incipiente.

### La minería artesanal en el contexto de la región

Puesto que la actividad minera artesanal es relativamente nueva en la Región Apurímac, se han incorporado vertiginosamente nuevos agentes, al proceso productivo artesanal, generando economía de escala en los poblados del entorno, y por ello el gobierno de la región está incorporando a la minería dentro de las propuestas de desarrollo económico regional y a la minería de pequeña escala (informal y artesanal) entre los problemas sociales que debe enfrentar.

La entidad encargada de los temas relacionados a la minería artesanal es la Dirección Regional de Energía y Minas de Apurímac (DREM), que supervisa las actividades relacionadas a la extracción del mineral y capacita a las agrupaciones de mineros artesanales



Foto 1.- Operadores mineros artesanales en un alto de su trabajo cotidiano. Nótese que utilizan elementos básicos de seguridad - Pucaccasa.



Foto 2.- Pequeña planta de recuperación de mineral por el método gravimétrico y de sistema continuo, con capacidad de 8 toneladas métricas por día - Pachaconas.



e informales. Sin embargo, los limitados recursos de esta institución no le permiten realizar trabajos de manera intensiva.

Los centros mineros se encuentran en lugares bastante alejados de los centros poblados y de la capital —sede de la DREM— lo cual dificulta el cumplimiento de las actividades en beneficio de los mineros.

Con el fin de mitigar los riesgos y asistir a la inminente necesidad de los mineros de la región, el Gobierno Regional ha encargado la realización de un Plan de Capacitación y Asistencia Técnica a Mineros Artesanales de la Región Apurímac, que contempla fundamentalmente un programa calendarizado de capacitación en producción, transformación y comercialización, con la modalidad de tercerización.

La organización minera artesanal aún se encuentra en el nivel embrionario, solamente hay dos o tres organizaciones de mineros en proceso de formalización (inscripción en registros públicos y en la DREM). Hay que tener en cuenta que aunque un determinado tipo de explotaciones se agrupen bajo la denominación genérica de minería de pequeña escala, eso no significa que todas ellas presenten características similares, salvo en lo que respecta a los minerales que se explotan.

En minería los recursos económicos de una empresa están relacionados con su tamaño, y por ello la minería de pequeña escala siempre tendrá este tipo de limitación que restringe la cuantía de las inversiones. Por esta razón la minería de pequeña escala solo podrá acceder a la explotación de yacimientos pequeños o de reducidas zonas de yacimientos grandes.

La responsabilidad de la mano de obra que desarrolla las operaciones recae generalmente en grupos familiares o allegados, que generalmente desempeñan trabajos con régimen cooperativo, recursos económicos limitados y apenas pueden llevar adelante el laboreo.

Un punto importante es que el Gobierno Regional ha desarrollado pequeñas capacitaciones que generaron gran expectativa y receptividad favorable por parte de los mineros. Esto constituye un aliado y fortaleza que pueden ser aprovechados por los agentes naturales si se continúa con las capacitaciones.

### **Actividades de los mineros artesanales**

A pesar de que existen evidencias de trabajos mineros realizados en el pasado, la minería artesanal en la Región Apurímac es una actividad bastante nueva e incipiente, y esto se refleja en los aspectos organizativo y técnico. La participación de la comunidad en la organización es fundamental y debe tenerse siempre presente

que los mineros son miembros de una comunidad donde desarrollan sus actividades.

Sin embargo, no existe una organización empresarial propiamente dicha, los pocos intentos organizativos se encuentran en proceso de fortalecimiento.

Así, los agrupamientos de mineros organizan el trabajo minero por cuadrillas, que ejecutan sus tareas de manera simultánea, superponiéndose así los trabajos y la demanda de materiales, equipos y servicios de necesidad obligatoria para el desenvolvimiento de los trabajos. Además, el desentendimiento de los trabajos de mantenimiento y cuidado de las labores subterráneas, incluidos los servicios de ventilación y otros pertinentes, también constituyen serios problemas para el desarrollo normal de las operaciones de producción.

Los mineros artesanales con experiencia inician sus operaciones en minas abandonadas donde realizan sus trabajos sobre vetas, siguiendo la orientación de las estructuras mineralizadas. Son selectivos de acuerdo a la concentración de leyes altas de oro y cobre. Cuando las leyes superan las expectativas se ven en la necesidad de incorporar a nuevo personal para garantizar no solo mayor cantidad de mineral, sino su estabilidad en la comunidad, propiciando así organizaciones mineras con estructura cooperativista.

Los mineros artesanales suelen desconocer la situación de los terrenos en los que realizan sus trabajos; no saben si son áreas libres o de terceros (peticionadas o concesionadas).

No obstante del potencial minero de Apurímac, recién se hace notorio debido al desarrollo intensivo de la actividad minera artesanal.

Desde el punto de vista técnico, cuanto más grande sea la empresa, mayor nivel tecnológico podrá ostentar. Esto es un inconveniente para los mineros porque muchos de ellos no han tenido oportunidad de adquirir formación técnica. En estos casos, el nivel de conocimientos tecnológicos suele ser muy bajo y eso condiciona también la cultura empresarial hacia una mayor tecnificación de las explotaciones. Por ello es muy frecuente que la minería de pequeña escala carezca de investigación previa y de conocimientos sobre las reservas, los niveles de concentración del mineral económico, la planificación de las labores, la conservación del medioambiente, etc. En resumen, las características de la minería de pequeña escala se pueden sintetizar desde el punto de vista técnico-económico en dos simples conclusiones:

- Disponibilidad de recursos económicos limitados, que varían desde cantidades modestas, pero no necesariamente precarias, a economías de subsistencia.
- Tecnificación modesta o nula de las explotaciones.



Foto 3. Mineros artesanales/informales atentos y receptivos en las distintas actividades de capacitación.

### Alteraciones ambientales producidas por la minería artesanal

La explotación de los yacimientos del ámbito del estudio está dando lugar a una serie de modificaciones en el medioambiente de mayor o menor intensidad. Las alteraciones generales que pueden ocasionar las pequeñas operaciones mineras explotadas de manera intensiva afectan a la atmósfera, las aguas, la flora y la fauna, los suelos, los procesos físicos, la morfología del terreno y del paisaje, e incluso el ámbito sociocultural.

Las alteraciones ambientales producidas por la minería artesanal no son distintas de aquellas generadas por una gran empresa. La diferencia radica fundamentalmente en que los primeros no toman ninguna medida para mitigar, mientras que los segundos están sujetos a la fiscalización periódica por parte de las autoridades.

Si se analizan individualmente los efectos que causan las explotaciones de la minería de pequeña escala, es evidente que las modificaciones del relieve por huecos, rellenos, escombreras, etc. son modestas en general, debido a la reducida extensión de los trabajos. Por el contrario, la falta de medidas de control ambiental

adecuadas en los vertidos tóxicos puede ocasionar serias alteraciones en la atmósfera, las aguas y los suelos.

La fauna y la vegetación pueden resultar afectadas según las dimensiones de la explotación y la contaminación del aire, de los campos de cultivo y de las aguas de riego o aquellas destinadas al abastecimiento de poblaciones y ganados. En este caso, un foco de contaminación intenso puede ocasionar efectos graves sobre un colectivo. Sin embargo, un hecho modifica este panorama e incide en la creación de un gran problema: Las explotaciones de la pequeña minería y minería artesanal se concentran en áreas determinadas en las que las labores están dispuestas muy próximas unas de otras. Así, si bien los efectos unitarios de cada explotación pueden ser de limitada importancia, cuando se suman los de todas las explotaciones de un área, el alcance aumenta en progresión geométrica y se generan focos contaminantes de elevada intensidad cuyos efectos se hacen evidentes a largas distancias, o pueden dañar ambientalmente grandes extensiones de terreno en el entorno de las labores.

En conclusión, la suma de los efectos de gran cantidad de pequeñas explotaciones concentradas en un área equivale en la práctica a

los daños causados por una gran explotación, con el agravante de que las capacidades técnicas y financieras que podrían corregir los pasivos ambientales no son comparables con una de pequeña escala.

## Muestreo de sedimentos del río Chalhuanca

### a. Estaciones de muestreo

En abril del 2007 se realizó un muestreo de sedimentos superficiales a lo largo del río Chalhuanca en el tramo de Pampamarca hasta Lucre, pasando la intersección con el río Santa Rosa (Mapas 8 y 9). Se tomaron 12 muestras de sedimentos.

Las operaciones de los mineros artesanales están ubicadas principalmente en la cuenca alta del río Chalhuanca, en la margen izquierda, por ello las corrientes de las quebradas pueden transportar algún tipo de contaminantes. Sin embargo, hay

evidencias de concentraciones significativas de metales pesados en aguas que provienen del río Antabamba.

### b. Procedimiento de muestreo de sedimento superficial

Las muestras de sedimento se obtuvieron luego del tamizado en malla -30. Cada muestra tenía un peso aproximado de 5 kilos y fueron colocadas en bolsas microporosas para su conservación y posterior codificación y embalaje.

En cada punto de muestreo se cuidó que la muestra no se contamine con materia orgánica. Las muestras fueron destinadas para la determinación de metales pesados y caracterización de sedimentos.

Se ha considerado el ambiente geológico de cada muestra, tomando en cuenta además la presencia de actividad minera, agrícola y de la población.



Foto 4.- Muestreo de sedimentos y su disposición - Río Chalhuanca .

**Cuadro 1.3**  
**Ubicación de las estaciones de muestreo de sedimentos**

N.º	Hoja	Código de hoja	Lugar próximo	Código muestra	Coordenadas Utm		Altitud (msnm)
					NORTE	ESTE	
1	Andahuaylas	28-p	Puente Lucre	SED-01	8 457 110	692 251	2 783
2	Chalhuanca	29-p	Tansapura	SED-02	8 407 954	695 778	3 207
3	Chalhuanca	29-p	Pampamarca	SED-03	8 404 416	692 879	3 284
4	Chalhuanca	29-p	Aparaya	SED-04	8 410 650	697 644	3 200
5	Chalhuanca	29-p	Chalhuanca	SED-05	8 419 792	687 533	2 885
6	Chalhuanca	29-p	Molle-molle	SED-06	8 424 598	682 171	2 816
7	Chalhuanca	29-p	Cuycua	SED-07	8 428 474	681 327	2 752
8	Chalhuanca	29-p	Santa Rosa	SED-08	8 452 799	698 353	2 266
9	Chalhuanca	29-p	Sutcunja	SED-09	8 448 574	695 971	2 320
10	Chalhuanca	29-p	Umasarca	SED-10	8 450 037	695 509	2 400
11	Chalhuanca	29-p	San Francisco	SED-11	8 444 655	689 066	2 410
12	Chalhuanca	29-p	Apusini	SED-12	8 437 038	683 663	2 605

c. Valores referenciales

Los valores de referencia son estimados de las concentraciones de metal original natural en diferentes tipos de agua de Suecia.

**Metales en sedimentos**

d. Resultados de laboratorio

Los análisis fueron realizados en los laboratorios SGS, con el método EPA 3050B:1994. Acid Digestion of Sediments, Sludges and Solids/EPA-6010B, Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry, para metales ICP en suelo y EPA-747-A:1994; Mercury in Solid and semisolid waste, para mercurio.

**Cuadro 1.4**  
**Límite máximo permisible en sedimentos según la Tabla de Suecia**

Clase	Cobre ppm	Plomo ppm	Zinc ppm	Cadmio ppm	Arsénico ppm	Mercurio ppm	Cromo ppm	Níquel ppm
Muy bajo	< 15	< 50	< 150	< 0,8	< 5	< 0,15	< 15	< 5
Bajo	15 – 25	50 – 150	150 – 300	0,8 – 2,0	5 – 10	0,15 – 0,3	15 – 25	5 – 15
Mod. alto	25 – 100	150 – 400	300 – 1000	2 – 7	10 – 30	0,3 – 1	25 – 100	15 – 50
Alto	100 – 500	400 – 2000	1000 – 5000	7 – 35	30 – 150	1 – 5	100 – 500	50 – 250
Muy alto	> 500	> 2000	> 5000	> 35	> 150	> 5	> 500	> 250

La clasificación de concentración de metal en sedimentos está basada en la distribución de concentración de sedimentos de superficie de lagos de Suecia (mg/kg de sustancia seca en superficie).

**Cuadro 1.5**  
**Límite máximo permisible en sedimentos según la Tabla Holandesa**

Elemento	LMP ppm
Cobre	500
Plomo	600
Zinc	3000
Cadmio	20
Arsénico	50
Mercurio	10

**Cuadro 1.6**  
**Límites de detección para la determinación de elementos en sedimentos**

Elemento	Límite de detección (ppm)	Elemento	Límite de detección (ppm)
Cobre	0,50	Cromo	1
Zinc	0,50	Níquel	1
Mercurio	0,01	Cadmio	1
Arsénico	3,00	Plomo	2

**Cuadro 1.7**  
**Resultado de laboratorio para elementos en sedimentos**

Elemento	Mercurio	Arsénico	Cadmio	Cromo	Cobre	Níquel	Plomo	Zinc
Esquema	EPA 7471 A HG	Met. Suelo	Met. Suelo	Met. Suelo	Met. Suelo	Met. Suelo	Met. Suelo	Met. Suelo
Límite Detección	0,01	3	1	1	0,5	1	2	0,5
Unidad	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
SED 01	0,03	16,2	<1	7	25,2	5	39	32,3
SED 02	0,02	12,5	<1	4	12,2	3	15	75,0
SED 03	0,02	16,1	<1	4	12,1	3	9	24,7
SED 04	0,04	29,0	1	9	23,1	17	86	156,7
SED 05	0,03	23,4	<1	4	16,1	7	12	59,7
SED 06	0,02	3,1	<1	6	19,3	7	7	14,4
SED 07	<0,01	4,8	<1	6	21,4	6	8	9,6
SED 08	0,03	25,2	<1	3	67,6	3	23	17,4
SED 09	0,02	38,1	<1	2	122,8	4	30	30,3
SED 10	0,02	9,4	<1	5	17,3	5	6	22,7
SED 11	0,07	3,2	<1	10	14,3	6	5	26,0
SED 12	0,02	3,8	<1	6	13,1	3	5	6,8

### e. Análisis e interpretación de resultados

Concentración de cobre, plomo, zinc y arsénico en sedimentos

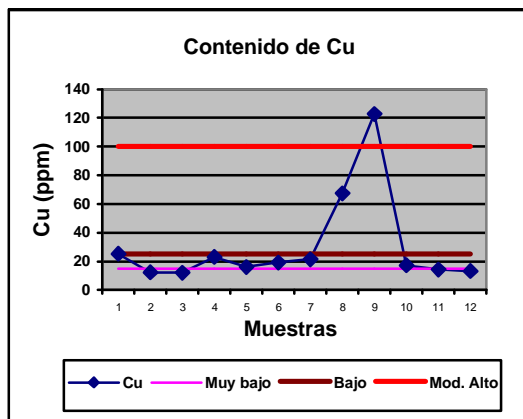


Figura 1.3: Cobre en sedimentos del río Chalhuanca.

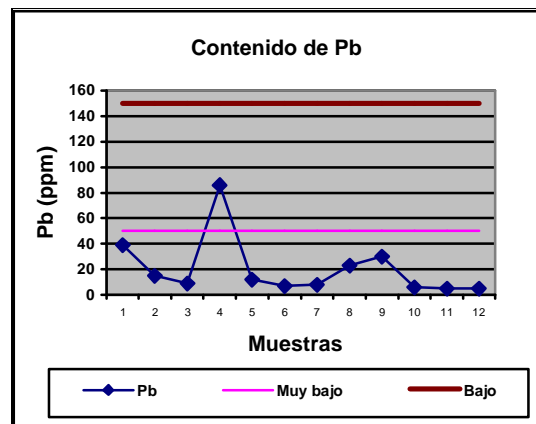


Figura 1.4: Plomo en sedimentos del río Chalhuanca.

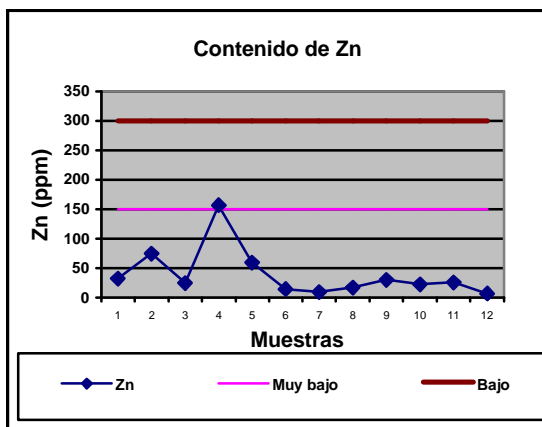


Figura 1.5: Zinc en sedimentos del río Chalhuanca.

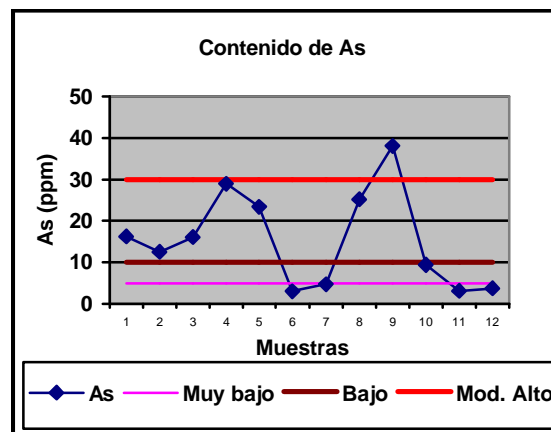


Figura 1.6: Arsénico en sedimentos del río Chalhuanca.

La distribución de las concentraciones de cobre (Fig. 1.3) en el río Chalhuanca en los tramos de Pampamarca hasta la unión de los ríos Antabamba y Chalhuanca (Sutcunga) se mantiene constante dentro del umbral bajo, según la tabla de Suecia, mientras que la muestra 9 que pertenece al río Antabamba supera el umbral moderadamente alto, para localizarse en el umbral alto, que luego se disuelve río abajo al unirse con el río Chalhuanca como se observa en la muestra 8, luego desciende su concentración como se aprecia en la muestra 1.

Las Figuras 1.4 y 1.5 muestran que las concentraciones de plomo y zinc se encuentran dentro del umbral muy bajo, según la tabla de Suecia, con excepción de la muestra 4 tomada en el río Caraybamba, en la zona de Aparaya, antes de desembocar al río Chalhuanca, pero a pesar de mostrar mayor concentración no es significativa.

La Figura 1.6 muestra alta variabilidad en cuanto a la concentración de arsénico. La mayoría de las muestras se encuentran en el umbral moderadamente alto, solo la muestra 9 se encuentra en el umbral alto de la tabla de Suecia.

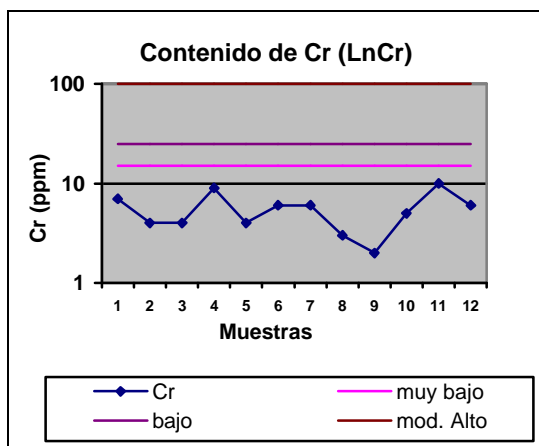


Figura 1.7: Cromo en sedimentos del río Chalhuanca.

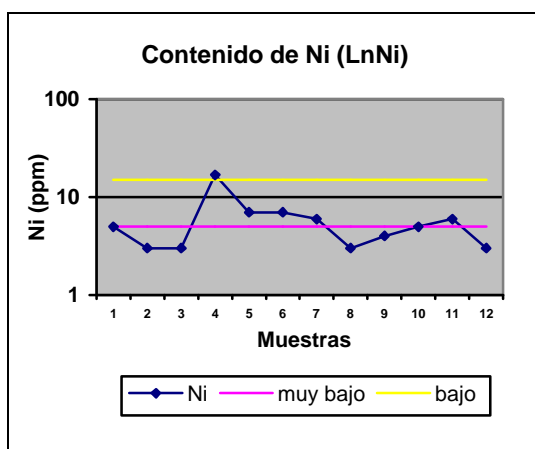


Figura 1.8: Níquel en sedimentos del río Chalhuanca.

Las concentraciones de cromo (Fig. 1.7) en el tramo del río Chalhuanca se encuentran dentro del umbral muy bajo, mientras que las concentraciones de níquel (Fig. 1.8) también se encuentran dentro del umbral muy bajo y bajo, y la muestra 4 alcanza el umbral moderadamente alto.

### Concentración de mercurio en sedimentos

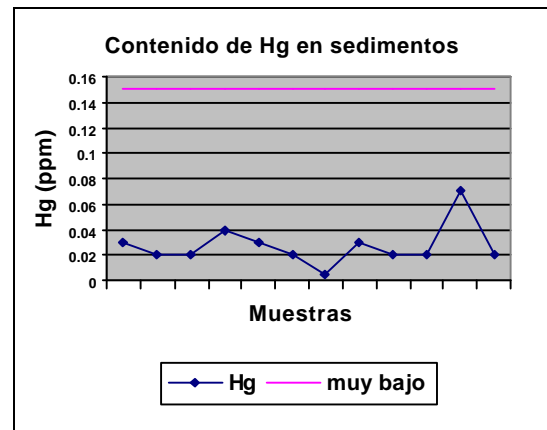


Figura 1.9: Mercurio en sedimentos del río Chalhuanca.

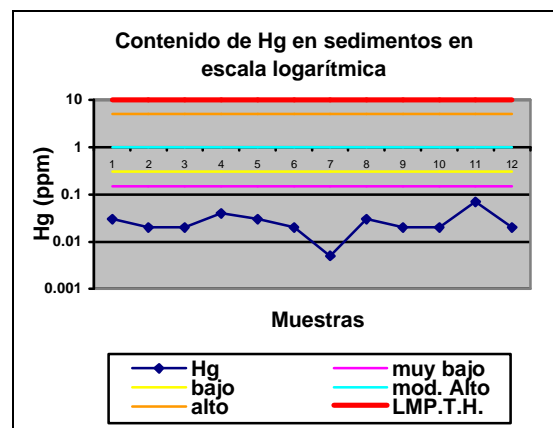


Figura 1.10: Mercurio en sedimentos del río Chalhuanca. (Escala logarítmica).

El comportamiento del mercurio es normal, como se puede observar en las Figuras 1.9 y 1.10. Esas concentraciones se refieren a la tabla holandesa y a la tabla de Suecia, y son comprensibles puesto que la mineralización de esta zona es de cobre y no de oro.

### Beneficio minero-metalúrgico

Los factores que influyen en la selección del método de tratamiento para un depósito de mineral aurífero involucran limitaciones técnicas y económicas, las mismas que deberán ser estudiadas y evaluadas en detalle de acuerdo a las exigencias de la situación particular de cada operación.

Debido a las características particulares del oro y el cobre, se ha observado similitud en el proceso de obtención del mineral y su procesamiento; asimismo, se tomaron en cuenta las diferentes condiciones geográficas y naturales, e incluso las diferentes condiciones socioeconómicas, y los costos de inversión y operación.

Las principales consideraciones en la selección del proceso minero-metalúrgico se han estructurado como sigue:

- Naturaleza del mineral de oro y los minerales de ganga.
- Comportamiento del mineral de oro frente a los métodos disponibles de tratamiento y el consiguiente efecto de los minerales de ganga.
- Reservas de mineral y potencial justificable del mineral prospectivo.
- Costo comparativo de tratamiento por los diferentes métodos aplicables.
- Costos comparativos de mercado.
- Costos comparativos de las instalaciones de planta.
- Costo de manejo ambiental (relaves, drenaje de contaminantes).
- Métodos disponibles de financiamiento y sus costos comparativos.

### Operaciones unitarias del sistema artesanal de explotación-beneficio

Las operaciones unitarias que desarrollan los mineros artesanales se definen en función del método de explotación seleccionado. En el ámbito de estudio se han definido las siguientes operaciones unitarias: desquinche, perforación y voladura, acarreo, sostenimiento y selección manual, para el caso de operaciones subterráneas.

#### a. Desquinche

Esta actividad está a cargo del personal más competente debido al grado de peligrosidad que implica (riesgo de caída de rocas). Se realiza después de cada disparo, empleando aproximadamente entre 10 a 15 minutos después de la ventilación.

#### b. Perforación y voladura

Es una de las operaciones unitarias más importantes puesto que influye directamente en la eficiencia de los métodos de explotación. Tiene los siguientes parámetros:

- Velocidad de penetración en metros por minuto, que depende de la competencia del mineral perforado y del rendimiento del equipo usado.
- El consumo de barrenos para obtener una tonelada de mineral, que varía con el método de explotación.

- La velocidad de penetración, que es el factor para la determinación del costo unitario de 1 metro de taladro expresado en dólares por metro.
- El costo de perforación por tonelada de mineral expresado en dólares por tonelada métrica.

La voladura se caracteriza por el consumo de explosivos por tonelada de mineral, denominado también factor de potencia, expresado en kilos por tonelada, en tanto que la cantidad de mineral roto por disparo se expresa en toneladas.

El minado se realiza generalmente en forma manual: se efectúan dos taladros por día de 25 pulgadas de profundidad; la sección de la labor es de 1,5 por 1,5 metros, y se utilizan costales, latas o bolsas de jebe grueso para la extracción y el acarreo del mineral.

También hay operadores que realizan sus actividades con perforadoras eléctricas, especialmente la marca Bosch, cuyo uso original es en la industria de la construcción, para horadar concreto en trabajos de demolición.

Para el caso de perforación de roca se utilizan taladros accionados con motor eléctrico de 2,5 kilowatts de potencia y brocas helicoidales de 0,40 metros por 7/8 de pulgada.

La perforación manual de la roca se realiza con la ayuda de un cincel y comba. Para esto se utilizan dos cartuchos de dinamita, un fulminante y 0,70 metros de mecha por cada taladro de 25 pulgadas. Generalmente un solo hombre realiza el proceso de ignición y disparo de hasta seis taladros cargados con mecha de 0,50 metros.

### Ventajas del uso de perforadoras eléctricas en minería artesanal

- La perforación eléctrica da como resultado un rendimiento superior al de las perforadoras neumáticas, evitándose en la primera el uso de aire comprimido y el agua para el barrido, lo cual significa un menor uso de energía primaria.
- Se acomodan fácilmente a secciones reducidas de trabajo y tienen gran incidencia en la dilución del mineral.
- La máquina portátil es accionada por un operador.
- El rendimiento de la perforadora eléctrica es independiente del aire externo, por lo que se deduce que rinde bien en grandes alturas.
- No hay impacto (o este es menor) en las condiciones ambientales, ya sea por aceite en suspensión, ruidos, etc.
- Probablemente una de las dificultades de las perforadoras eléctricas es que no se adecuan a yacimientos húmedos y con material, pues estos atascan constantemente la broca y ocasionan un sobre esfuerzo al motor, además de reducir la vida útil de la broca, haciéndolas por consiguiente menos eficientes.

- Otro aspecto es también el tiempo de vida útil del equipo. No se cuenta con valores experimentales comparativos, sin embargo se debe considerar el relativo bajo costo inicial de inversión.

### c. Acarreo

Esta operación consiste en la evacuación del mineral roto desde el tajeo, de manera manual o a través de equipo mecánico.

Para la determinación del costo del acarreo se consideran los siguientes factores:

- La distancia promedio de transporte.
- La cantidad de mineral roto obtenido por disparo o por tarea en explotaciones sin uso de explosivos.
- El grado de fracturamiento del mineral.

Por lo general, los accesos a las labores subterráneas mineras no son aparentes ni tampoco se encuentran preparados para el tránsito de vehículos motorizados; en estos casos son los mismos trabajadores mineros quienes se encargan del acarreo y transporte del mineral hasta su transbordo o entrega a las instalaciones de beneficio.

El transporte de mineral en las explotaciones mineras artesanales se realiza de diversas formas, siendo la principal en carretilla, pero

también se recurre al transporte con animales de carga y en vehículos. En este caso, las tarifas están definidas y por tanto no son susceptibles a optimizar los costos.

### d. Sostenimiento

El uso del sostenimiento no es muy común en las actividades de las operaciones visitadas, no obstante en algunos casos y de manera muy particular, cuando las características geomecánicas o la geometría del yacimiento así lo ameritan, es posible encontrar operaciones donde el sostenimiento está muy bien llevado.

Generalmente se usan «redondos» y puntales de madera de eucalipto que es la que abunda en la zona. A veces también se usa «pircados» de roca, e inclusive ambos.

El costo de operación dependerá de la cantidad de madera y personal que se emplea para realizar este trabajo.

### e. Selección manual de mineral

Consiste en seleccionar manualmente el material con mayor ley, antes de ser procesado o comercializado. En esta etapa los minerales son triturados con combas u otros objetos pesados a fin de reducirlos a tamaños por debajo de media pulgada, aumentando las ganancias por la calidad del material y reduciendo los costos de transporte y procesamiento.



Foto 5.- Mineral dispuesto en plataforma de desmonte para ser transportado por gravedad a través de «lanchas», aprovechando la pendiente - Pachaconas.



Asimismo, existe una actividad que consiste también en selección manual del mineral, y se denomina «Pallaqueo». Esta labor constituye una alternativa intermedia o complementaria a la labor principal. Consiste en la selección del mineral valioso contenido entre los restos de material estéril descargados en los botaderos o escombreras.

### Método de explotación

El método más usual en la minería artesanal del oro es el circado o minado selectivo, acomodándose a variables que la geometría de la mineralización del yacimiento exija. Por su parte los yacimientos de cobre son explotados con el método de minado a cielo abierto en extensiones pequeñas; este método también es utilizado para yacimientos detríticos de oro con altas concentraciones, como es el caso de Progreso en la provincia de Grau.

El laboreo se realiza siguiendo la estructura mineralizada y llegando a profundizar hasta 100 metros en posición subvertical. Las operaciones mineras suelen abandonarse cuando se agravan las condiciones de ventilación y las previsiones financieras han sido agotadas.

Si bien es cierto que los mineros de la zona de estudio no tienen suficientes conocimientos como para definir la aplicación de un método de explotación, sin embargo el sentido común y la práctica

hace que tengan que elegir el método que más se acomode a sus expectativas, y que esté sujeto al factor financiero.

Cada método de explotación exige realizar labores de preparación que representan alto costo para la minería artesanal, por tal razón las labores se realizan sobre la veta mineralizada; sin embargo, ocasionalmente se realizan cortes de mediana distancia.

### Recuperación del mineral

El mineral de mina por lo general se somete a una operación de chancado, seguido por un proceso de selección manual. Luego se continúa con la molienda tipo bach para reducir al tamaño conveniente para la siguiente etapa.

En el caso de leyes altas, se procede a una etapa previa de molienda, para lo cual se emplean los molinetes construidos en piedra o roca primaria. Este proceso se realiza en húmedo y con mercurio para lograr una amalgamación consistente en la formación de una pulpa (cuatro partes de agua por una parte de mineral de 15 kilos) y la adición progresiva de mercurio (60 gramos). Posteriormente se descarga la pulpa de manera controlada en la poza de sedimentación, dejando en el fondo de la taza la amalgama y el mercurio metálico remanente.

El material sólido sedimentado (relave de amalgamación) se



Foto 6.- Pequeña operación minera por el método de cielo abierto para la explotación de oro en depósito detrítico ubicado en Progreso, provincia de Grau.

descarga de la poza y se almacena formando rumas o pilas. El mercurio remanente es separado de la amalgama exprimiendo o filtrándolo a través de una tela resistente; el mercurio líquido así recuperado es vuelto a usar en el proceso de amalgamación, en tanto que la amalgama se funde con el uso de un soplete ordinario para volatilizar el mercurio, dejando el oro doré conocido también como oro refogado.

## ÁREAS MINERAS ARTESANALES VISITADAS EN EL SECTOR I

Áreas de ubicación de los pequeños operadores mineros

Las áreas visitadas fueron las siguientes:

**Cuadro 1.8**  
**Labores visitadas en el Sector I (Apurímac)**

Nombre de la ocurrencia	Hoja	Este	Norte
Pucaccasa	29-p	677 789	8 417 909
Calhuachahua	28-p	691 707	8 459 569
Pachaconas	29-p	715 556	8 426 816
San Lucas-Progreso	29-r	772 844	8 443 001
Socllaccasa	28-q	734 789	8 497 285
Kucchi	29-p	700 952	8 422 648
Corralnioc	28-q	730 050	8 468 100

### Labor minera Pucaccasa

Está situada en el distrito de Sañayca, provincia de Aymaraes, Región Apurímac, cuyas coordenadas UTM 8 417 906 N y 677 789 E, con una altitud de 4 398 m.

#### Acceso

Su acceso se inicia de Nasca a Chalhuanca por carretera asfaltada y de allí por trocha carrozable en dirección a la mina por la vía Baños de Pincahuacho, Jaujau. La mina se ubica aproximadamente a 12 kilómetros hacia el Oeste.

### Marco geológico

Este pequeño depósito de skarn de cobre, oro y plata se emplaza en metasomatismo de contacto con areniscas y cuarcitas de la formación Soraya, areniscas, limonitas rojas y lutitas de la formación Mara y las calizas de la formación Ferrobamba (Arcurquina). Esta secuencia está intruida por rocas del batolito Andahuaylas-Yauri (Oligoceno-Mioceno) constituido por intrusiones multifásicas de composición diorítica-granodiorita a monzonita de facies hipabisales del Cretáceo superior, con un stock granodiorítico del Terciario inferior a medio.

La mineralización está asociada con los skarn de granate-magnetita-piroxenos que consiste en calcopirita, pirita, bornita y molibdenita. La edad de la mineralización comprende del Eoceno-Oligoceno.

La alteración predominante es la silicificación intensa en el área con contenido de minerales óxidos de cobre.

Las estructuras tienen rumbo NO-SE, presentan pliegues abiertos y en algunos casos recostados, con orientación hacia el sur.

La tectónica que afecta a las calizas de la formación Arcurquina tiene orientación N 45° O y de buzamiento subvertical.

Se recolectaron dos muestras cuyos resultados se muestran a continuación:

### Resultados del análisis químico

Los resultados obtenidos de las muestras de campo se muestran a continuación:

**Cuadro 1.9**  
**Resultados del análisis químico - Pucaccasa**

N.º muestra	Oro g/TM	Cobre	Arsénico ppm	Detalle
M-2	0,014	9,50 ppm	68	Muestra referencial seleccionada de un depósito tipo skarn, extraída por los mineros artesanales.
M-4	1,990	0,013	291	Muestra tomada de pallaqueo, seleccionado por los mineros artesanales de un depósito de skarn.

### Operadores mineros

Los trabajos mineros están organizados en un grupo de siete a quince personas que realizan trabajos en sociedad con el concesionario (señor Espino).

Según el reporte de los propios mineros, la ley económica promedio está entre 1 a 1,5 onza por tonelada de oro y 7 a 8% de cobre; los costos de tratamiento y de transporte ascienden a 90 dólares por tonelada en cada caso. Además, el costo de refinación es 200 dólares por tonelada, y también hay castigos por impurezas y exceso de humedad (máximo 20%).

Se ha encontrado un estándar para la asignación del precio del cobre y este se cuantifica en 10 dólares por cada punto porcentual. El precio del oro refinado en el mercado internacional es de 800 dólares por onza, mientras que el precio del oro refogado (doré) en el mercado local oscila alrededor de 450 dólares por onza.

Son constantes las quejas de los mineros de las plantas que prestan el servicio de tratamiento del mineral por los descuentos en la liquidación. Es obvio que dichos reclamos no tienen ningún soporte más que la experiencia de los propios mineros en la determinación de las concentraciones.

### Labor minera Calhuachahua

Se encuentra situado en el distrito de Lucre, provincia de Aymaraes, Región Apurímac, cuyas coordenadas UTM son: 8 459 569 N y 691 707 E, con una altitud de 4 348 m.

**Cuadro 1.10**  
**Participación de los costos unitarios**

Operaciones unitarias	Costo US \$/TM	Porcentaje participación
Perforación	10,5	36
Voladura	3,5	12
Acarreo	11,0	38
Sostenimiento	4,0	14
<b>Total</b>	<b>29,0</b>	<b>100</b>

### Accesibilidad

El acceso es desde Chalhuanca siguiendo la carretera afirmada hasta Santa Rosa, y luego continúa hacia Lucre. Desde ahí se sigue por trocha carrozable 4 kilómetros al Norte y se llega al pueblo de Calhuachahua, donde se encuentra la mina.

### Marco geológico

Son depósitos aluviales del Cuaternario-Holoceno, formados por gravas auríferas. Según la granulometría los rodados son angulosos y se observa muy poco transporte de la fuente de origen.

**Cuadro 1.11**  
**Beneficio económico estimado para un frente minero de Pucaccasa**

Rubros	Costos	Unidades
Costo operativo unitario	29,00	US \$/TM
Costo de transporte	50,00	US \$/TM
Costo de selección y molienda	6,00	US \$/TM
Costo de proceso de recuperación (maquila)	90,00	US \$/TM
Otros gastos 5% fijos	4,25	US \$/TM
Costo total de explotación y recuperación	<b>179,25</b>	<b>US \$/TM</b>
<b>Índices de Tratamiento</b>		
Ley de mineral repotado (artesanos)	1,00	oz/TM
Ley de mineral liquidado	0,80	oz/TM
Ley de mineral reportado (muestra)	0,07	oz/TM
Precio internacional del oro*	900,00	US \$/oz
Precio de venta del doré	450,00	US \$/oz
Ingreso por tonelada tratada	360,00	US \$/TM
Nº de toneladas tratadas por mes	6,00	TM/mes
<b>Beneficio Económico</b>		
Ingreso total por mes	2160,00	US \$/mes
Costo total en explotación y recuperación/mes	1075,50	US \$/mes
<b>Beneficio total</b>	<b>1084,50</b>	<b>US \$/mes</b>

\* Cotización a Julio de 2009

**Cuadro 1.12**  
**Beneficio económico para un frente minero de Calhuachahua**

Rubros	Costos	Unidades
Costo operativo unitario	29,00	US \$/TM
Costo de transporte	50,00	US \$/TM
Costo de selección y molienda	6,00	US \$/TM
Costo de proceso de recuperación (maquila)	20,00	US \$/TM
Otros gastos 5% fijos	4,25	US \$/TM
Costo total de explotación y recuperación	<b>109,25</b>	<b>US \$/TM</b>
<b>Índices de Tratamiento</b>		
Ley de mineral reportado (artesanos)	0,50	oz/TM
Ley de mineral liquidado	0,40	oz/TM
Ley de mineral reportado (muestra)	0,00	oz/TM
Precio internacional del oro*	900,00	US \$/oz
Precio de venta del doré	450,00	US \$/oz
Ingreso por tonelada tratada	180,00	US \$/TM
Nº de toneladas tratadas por mes	6,00	TM/mes
<b>Beneficio Económico</b>		
Ingreso total por mes	1080,00	US \$/mes
Costo total en explotación y recuperación/mes	655,50	US \$/mes
<b>Beneficio total</b>	<b>424,50</b>	<b>US \$/mes</b>

\* Cotización a Julio de 2009



Foto 7.- Mineral acumulado con leyes que superan la media onza - Pucaccasa.

## Operadores mineros

La actividad minera está a cargo de un grupo de treinta mineros que trabajan de manera simultánea y en turnos de 12 horas, produciendo mineral con leyes que en promedio oscilan la media onza por tonelada, logrando hasta tres toneladas por mes por cada frente. Los trabajos se realizan en una concesión de terceros y los trabajadores se encuentran organizados en la Asociación de Pequeños Mineros Artesanales Mina Ancasillay (APEMAMA).

## Labor minera de Pachaconas

Se encuentra situada en el distrito de Pachaconas, provincia de Antabamba, Región Apurímac, en las coordenadas UTM son: 8 426 816 N y 715 556 E, y 3 776 metros de altitud.

## Accesibilidad

El acceso es por la carretera Panamericana Sur ingresando por Nasca, Chalhuanca, luego por carretera afirmada hasta Yanaca y desde ahí se sigue por Huancapampa a través de trocha carrozable, continuando hacia Ayahuay, luego a Huaranga y finalmente un tramo final de 3 kilómetros al Este para llegar a la mina.

## Marco geológico

Constituidas por fragmentos de rocas sedimentarias y volcánicas en una matriz de areniscas compuesta por granos de cuarzo con cemento de sericita y arcilla que pertenecen a la formación Cachios del Jurásico medio. La mayoría de estos depósitos son de cobre, plata, oro, plomo y zinc, y se localizan en las zonas de contacto entre las tonalitas y granodioritas con las calizas.

El estudio petrográfico clasifica a la roca como un microconglomerado en el que se observan fragmentos de color gris oscuro en matriz de color gris claro. Gruesas venas con espesores que llegan a medir 7 milímetros y venillas rellenas por carbonatos que atraviesan la muestra cortando a vena de cuarzo y de minerales opacos (Informe L. Ramírez/Laboratorio de Ingemmet).

La mineralización está relacionada con pequeños stock hipabisales recientes y que consisten en vetas con rumbo N 80° E y buzamiento subvertical, asociados con oro, y sulfuros de cobre, plomo y zinc.

## Resultados del análisis químico

Los resultados obtenidos de las muestras de campo se muestran a continuación.

La mayoría de estos depósitos son de cobre, plata, oro, plomo y zinc, y se localizan en las zonas de contacto entre las tonalitas y granodioritas con las calizas de la formación Puente del Jurásico medio.

La mineralización está relacionada con pequeños stock hipabisales recientes, que consisten en vetas con rumbo N 80° E y de buzamiento subvertical, asociados con oro, y de sulfuros de cobre, plomo y zinc

La labor visitada tiene una galería de 60 metros de longitud con incipientes trabajos de tajeos, y presenta filtraciones de agua.

## Operadores mineros

En el distrito de Pachaconas casi toda la población se dedica a la minería artesanal en los centros mineros de Llaviri, Suitocco, Tasta Tasta e Intiutka, que concentran a un grupo de 120 a 150 comuneros/mineros.

La actividad minera se desarrolla en concesiones de la Compañía Cordillera de las Minas y de otros terceros con quienes tienen una negociación de pago de regalías que asciende al 10% de la producción.

Un pago adicional que involucra al 1% de la producción también se realiza en beneficio de la propia comunidad.

Los trabajadores mineros no cumplen los requisitos mínimos de seguridad puesto que carecen de los implementos adecuados para el desarrollo del trabajo. El mineral no se procesa para recuperar el metal rico, y por ello el mineral de cabeza es enviado a la planta de Laytaruma luego de la compra.

**Cuadro 1.13**  
**Resultados del análisis químico - Pachaconas**

N.º Muestra	Oro g/TM	Cobre ppm	Arsénico ppm	Detalle
M - 5	23,12	254	>10 000	Muestra mineralizada que corresponde a skarn seleccionado por los mineros artesanales.
M - 8	26,95	167	3 599	Muestra seleccionada y tomada del mineral obtenido del pallequeo por los mineros artesanales.



Foto 8.- Galería de acceso a una labor en Tasta Tasta, Pachaconas.



Foto 9.- Instalaciones donde se realiza la separación y reducción mecánica del mineral de mina-Pachaconas.

## Producción minera

Ley promedio: 1 a 1,5 onza por tonelada de oro.  
 Producción: 300 kilos por día en cada frente.  
 Maquila: 90 dólares por tonelada.  
 Transporte: 100 dólares por tonelada.

## Labor minera San Lucas (Progreso)

Se sitúa en el distrito de Progreso, provincia de Grau, Región Apurímac, en las coordenadas: 8 443 001 N y 772 844 E, a 3 883 m de altitud.

## Accesibilidad

Se accede por carretera asfaltada desde Abancay hasta Matará, se sigue por carretera afirmada a Chuquibambilla y finalmente por trocha carrozable hasta el área de Progreso donde está ubicada la mina San Lucas, haciendo un recorrido de 40 kilómetros.

## Marco geológico

Es un depósito de tipo filoniano, con mineralización de oro y plata; las vetas de cuarzo emplazan a la granodiorita del Terciario inferior a medio. La estructura o veta de cuarzo tiene de rumbo N 50° E, y buza 63° NO, con una longitud de 90 metros. De acuerdo a los

resultados minerográficos, ocurren cristales aciculares y tabulares de especularita diseminados por la matriz de la roca (Andrade 2007). Se observan cristales de pirita y calcopirita escasamente diseminados en la ganga impregnada por limonitas, además de cobre nativo (Informe L. Ramírez/Laboratorio de Ingemmet).

En el área de Progreso se recolectaron muestras de diferentes labores.

## Resultados del análisis químico

Los resultados obtenidos de las muestras de campo se muestran a continuación.

## Operadores mineros

Los operadores mineros pertenecen a la comunidad de Progreso, donde más del 80% de la población se dedica a las actividades mineras. En esta zona se desarrollan labores de minería artesanal desde hace más de 50 años, como consecuencia del cierre de operaciones de la Compañía Cotabambas.

En la actualidad los mineros se encuentran en proceso de formalización a través de la Asociación de Mineros Artesanales de Cochasyhuas, que tiene 150 socios inscritos en sus padrones. Los directivos de la organización afirman que está inscrita en los registros públicos.

**Cuadro 1.14**  
**Beneficio económico estimado para un frente minero de Pachaconas**

Rubros	Costos	Unidades
Costo operativo unitario	29,00	US \$/TM
Costo de transporte	100,00	US \$/TM
Costo de selección y molienda	6,00	US \$/TM
Costo de proceso de recuperación (maquila)	90,00	US \$/TM
Otros gastos 5% fijos	6,75	US \$/TM
Costo total de explotación y recuperación	<b>231,75</b>	<b>US \$/TM</b>
<b>Índices de Tratamiento</b>		
Ley de mineral reportado (artesanos)	1,25	oz/TM
Ley de mineral liquidado	1,00	oz/TM
Ley de mineral reportado (muestra)	0,95	oz/TM
Precio internacional del oro*	900,00	US \$/oz
Precio de venta del doré	450,00	US \$/oz
Ingreso por tonelada tratada	450,00	US \$/TM
Nº de toneladas tratadas por mes	7,00	TM/mes
<b>Beneficio Económico</b>		
Ingreso total por mes	3150,00	US \$/mes
Costo total en explotación y recuperación/mes	1622,25	US \$/mes
<b>Beneficio total</b>	<b>1527,75</b>	<b>US \$/mes</b>

\* Cotización a Julio de 2009

A lo largo del tiempo, se ha reportado producciones bastante singulares desde 10 hasta 90 onzas por tonelada. Sin embargo ahora se reporta 6 a 7 gramos por tonelada y se justifican estas relativas bajas leyes con el volumen de explotación que alcanza 2 toneladas por día.

También se reporta la venta de relaves con leyes que oscilan entre 16 gramos por tonelada de oro y 390 gramos por tonelada de plata. No obstante, el costo de transporte es bastante alto: 80 dólares por tonelada desde Cochasayhuas hasta Abancay y 150 dólares por tonelada desde Cochasayhuas hasta Nasca.

### Labor minera Soclaccasa

Ubicada en el distrito y provincia de Abancay, Región Apurímac, con coordenadas: 8 497 285 N y 734 789 E, a una altitud de 3 809 metros.

### Accesibilidad

El acceso se realiza por la carretera Panamericana Sur, tomando el desvío de Nasca rumbo a Chalhuanca y de allí a Abancay por carretera asfaltada, luego se continúa 15 kilómetros por trocha

**Cuadro 1.15**  
**Resultados del análisis químico - San Lucas (Progreso)**

Nº Muestra	Oro g/TM	Cobre ppm	Arsénico ppm	Detalle
M- 9	0,071	2252,0	82	Muestra extraída del depósito de tipo skarn.
M-12	0,140	48,7	109	Muestra extraída de fracturas rellenas de cuarzo.
M-13	0,006	53,4	58	Muestras tomadas de las cajas de fracturas mineralizadas.
M-15	0,160	153,0	58	Muestra extraída de las vetillas mineralizadas de cuarzo.
M-16	5,490	11,2	5	Muestra extraída de suelo, cerca del skarn.

**Cuadro 1.16**  
**Beneficio económico estimado para un frente minero de Progreso**

Rubros	Costos	Unidades
Costo operativo unitario	29,00	US \$/TM
Costo de transporte	0,00	US \$/TM
Costo de selección y molienda	6,00	US \$/TM
Costo de proceso de recuperación (maquila)	20,00	US \$/TM
Otros gastos 5% fijos	1,75	US \$/TM
Costo total de explotación y recuperación	<b>56,75</b>	<b>US \$/TM</b>
<b>Índices de Tratamiento</b>		
Ley de mineral reportado (artesanos)	0,25	oz/TM
Ley de mineral liquidado	0,20	oz/TM
Ley de mineral reportado (muestra)	0,19	oz/TM
Precio internacional del oro*	900,00	US \$/oz
Precio de venta del doré	450,00	US \$/oz
Ingreso por tonelada tratada	88,89	US \$/TM
Nº de toneladas tratadas por mes	40,00	TM/mes
<b>Beneficio Económico</b>		
Ingreso total por mes	3555,56	US \$/mes
Costo total en explotación y recuperación/mes	2270,00	US \$/mes
<b>Beneficio total</b>	<b>1285,56</b>	<b>US \$/mes</b>

\* Cotización a Julio de 2009



carrozable hasta el pueblo de Chillihua, donde se vira hacia el Este y se recorren 2 kilómetros para llegar a la mina.

### Marco geológico

Es un depósito de tipo filoniano, con vetas de cuarzo, formado por emplazamiento del intrusivo monzonítico, granodiorítico, en contacto con las calizas de la Formación Socosani, del Jurásico medio.

La mineralización consiste de sulfuros de cobre y la alteración predominante es la silicificación intensa en la zona central del contacto.

### Labor minera Kucchi

Está situada en el distrito de Yanaca, provincia de Aymaraes, Región Apurímac, con coordenadas UTM: 8 422 648 N y 700 952 E, a una altitud de 4 389 metros.

### Accesibilidad

El acceso se realiza por la Panamericana Sur desde Nasca hasta Chalhuanca, continuando por carretera afirmada hasta el distrito de Yanaca, de allí se llega a la mina recorriendo hacia el sureste 11 kilómetros por una trocha carrozable.

### Marco geológico

El yacimiento es un skarn de cobre y plata intruído por un stock de granodioritas, tonalitas y monzonitas que originan aureolas mineralizadas en la Formación Socosani que consisten en cuarcitas blancas a gris oscuras e intercalaciones potentes de areniscas auríferas del Cretáceo inferior.

Las fallas que han dado origen a la mineralización están orientadas N 15° O y buzan 70° SO.

El área está alterada por una intensa silicificación.

La principal estructura mineralizada tiene de rumbo N 60° O, buzamiento subvertical y 0,40 metros de potencia.

### Operadores mineros

La comunidad de Yanaca reúne alrededor de 200 pobladores que se están organizando para trabajar como mineros artesanales dado que la geografía de la región limita la actividad agrícola y ganadera. Así, la minería artesanal se convierte en evidente alternativa económica, y los trabajos se realizan en grupos de 5 a 10 personas.



Foto 10.- Labores de explotación y zona de acumulación de mineral de oro extraído de vetillas de cuarzo - San Lucas (Progreso).



Foto 11.- Arreglos de método de explotación-beneficio, que consisten en canales con alfombra de baja pendiente - San Lucas (Progreso).



Foto 12.- En el fondo de la quebrada se observa la galería de acceso a la mina Soclaccasa con mineralización de sulfuros de cobre - Soclaccasa.

## Labor minera Corralnioc

Localizada en el distrito de Circa, provincia y Región Abancay, en las coordenadas UTM: 8 468 100 N y 730 050 E, a 4 220 metros sobre el nivel del mar.

### Accesibilidad

Se accede por la carretera Panamericana Sur hasta Nasca, luego se sigue por carretera afirmada el tramo Chalhuanca-Abancay, y de allí por camino de herradura hasta la hacienda San Isidro. La labor Corralnioc está ubicada al suroeste.

### Marco geológico

Se enmarca en rocas de la formación Arcurquina equivalente a la formación Ferrobamba del Cretáceo inferior a medio, que es atravesada por una falla con orientación de NO-SE. Es un yacimiento tipo pórfido.

La mineralización es hipógena y está relacionada íntimamente a las alteraciones potásica y fílica, y la silicificación consiste en calcopirita, pirita, bornita y molibdenita. Los sulfuros se encuentran dentro de las venillas y están diseminados en menor proporción.

El estudio minero gráfico muestra que la roca es de color gris blanquecino, parcialmente mineralizada con pirita, calcopirita y otros sulfuros e impregnaciones pardo rojizas de óxidos de hierro. Se observan cavidades y fractura rellenas por óxidos de hierro; la edad de la mineralización corresponde al Eoceno superior (Informe de R. Andrade/Laboratorio de Ingemet).

La secuencia de formación es: pirita, esfalerita, calcopirita, bornita, cobre gris, galena, estibina, covelita y limonita.

### Resultados del análisis químico

Los resultados obtenidos de las muestras de campo se muestran a continuación.

**Cuadro 1.17**  
**Resultados del análisis químico - Corralnioc**

Nº Muestra	Oro g/TM	Cobre %	Arsénico ppm	Plomo ppm	Zinc %	Manganeso ppm	Detalle
M - 20	0,32	6,85	6630	9198	1,79	>10 000	Muestra del contacto del área alterada, del yacimiento de tipo skarn.



Foto 13.- Ambiente geológico de la mina Soclaccasa, donde se aprecian afloramientos de vetas de cuarzo.

**SECTOR I – REGIÓN APURÍMAC**  
**Labores Mineras y Ocurrencias visitadas**

N°	Ocurrencias o Labores Mineras	Hoja	Coordenadas		Tipo de Yacimiento	Elementos	Minerales		Roca Caja	Formación Geológica	Unidades Litoestratigráficas*
			Este	Norte			Mena	Ganga			
1	Pucaccasa	29-p	677 789	8 417 906	Skarn	Cu, Au, Ag	cp	mt, cz, py, mt, hm	Caliza	Aruruquina	(Kis-ar-m)
2	Kucchi	29-p	700 952	8 422 648	Skarn	Fe (Au-Ag)	ox. Fe	goe, mt, hm, py	Caliza	Socosani	(Jm-so)
3	Pachaconas	29-p	715 556	8 426 816	Skarn	Cu-Au-Ag	cp	cz, hm, py, mt	Vol.	Cachios	(Jm-ca))
4	San Lucas- Progreso	29-r	772 844	8 443 001	Filoneano	Cu-Ag-Au	cp	cz, mt, py	Intrusivo	Andahuaylas	(PN-pro-pro/gd)
5	Calhuachahua	28-p	691 707	8 459 569	Placer	Cu-Ag-Au	cp	cz, py, mt, hm	Meta-Sed.	Ananea	(SD-a)
6	Socllaccasa	28-q	734 789	8 497 285	Skarn	Au(Zn-Ag-Cu)	cp, ef	cz, mt, hm, cac	Caliza	Socosani	(Jm-so)
7	Corrañioc	28-q	730 050	8 468 100	Pórfidos-Skarn	Au(Ag-Sb-Zn)	ef	cz, cac, mt, hm	Caliza	Aruruquina	(Kis-ar-m)

\* Simbología de las Edades y Unidades

PÁGINA EN BLANCO

# CAPÍTULO II

## ACTIVIDAD MINERA ARTESANAL EN LA REGIÓN CUSCO

### ASPECTOS GENERALES DEL SECTOR II

#### Descripción del ámbito de estudio

La Región Cusco se encuentra ubicada en la zona suroriental del país, abarcando zonas de selva y sierra, con extensión territorial de 71 891.97 kilómetros cuadrados. En la geografía del territorio destaca la cordillera de los Andes que culmina con el nevado Ausangate a 6 372 metros sobre el nivel del mar. El territorio de selva y ceja de selva cubre el 56%, perfilando una región amazónica y andina, articulada internamente por el valle del Vilcanota-Urubamba, y consolidándose como eje de integración espacial y económica.

El territorio de la Región Cusco comprende tres regiones geográficas, la región alto andina, la región del valle interandino y la región de la selva y ceja de selva. La región altoandina, ubicada entre 3 500 y 6 370 metros de altitud, que representa el 21% del territorio regional y alberga al 19% de la población total. En esta región se encuentran las provincias altas: Espinar, Canas y Chumbivilcas, además de tres distritos de la provincia de Paruro y tres de la provincia de Quispicanchi.

La región del valle interandino está ubicada entre 2 500 y 3 500 metros de altitud, representa el 23% del territorio de la región y alberga al 63% de la población. En esta región se concentran las actividades agrícolas y otras de tipo económico. Comprende las provincias de Cusco, Acomayo, Anta y Canchis. Además, en esta región se encuentra la mayoría de distritos de la provincia de Calca, los distritos de Paruro que no forman parte de la zona altoandina, la mayoría de los distritos de Paucartambo y Urubamba, y casi la mitad de los distritos de la provincia de Quispicanchi.

La región de la selva y ceja de selva abarca hasta 2 500 metros sobre el nivel del mar, cubre el 56% del territorio regional y alberga a 18% de la población total.

#### Ubicación y extensión del ámbito de estudio

Este sector se ubica dentro de los cuadrángulos limitados por las coordenadas geográficas:

Longitud 70° 30' 00" - 69° 30' 00" Oeste

Latitud 13° 30' 00" - 15° 00' 00" Sur

El sector de estudio está cubierto por los siguientes cuadrángulos: Calca (27-s), Chontachaca (27-t), Cusco (28-s), Ocongate (28-t), Livitaca (29-s), Sicuani (29-t), Velille (30-s) y Yauri (30-t).

Las áreas de estudio del departamento del Cusco comprenden las provincias de Chumbivilcas, Quispicanchi, Canchis, Espinar y los distritos de Ocongate, Maranganí, Chamaca, Colquamarca, Velille, Coporaque y Santo Tomás.

#### Accesos

##### Por vía terrestre

Varias carreteras comunican al Cusco con diferentes ciudades del país. Desde Lima se toma la carretera Panamericana Sur hasta Arequipa y luego se sigue al Cusco (1 659 kilómetros), pasando por Juliaca, Sicuani, Quiquijana, Urcos, Oropesa y San Jerónimo. Otra ruta es Nasca, Puquio, Challhuanca, Abancay y Cusco; y una tercera, parte de Lima, pasa por Huancayo, Ayacucho, Andahuaylas, Abancay y finalmente llega a Cusco.

##### Por vía férrea

Existe un servicio de tren desde Arequipa, vía Juliaca (Puno), cuyo recorrido dura aproximadamente 20 horas, aunque desde Puno son 10 horas. El punto más alto de esta ruta es La Raya, ubicada a 4 313 metros de altitud, entre Cusco y Puno.

##### Por vía aérea

Hay vuelos diarios a la ciudad del Cusco desde Lima (55 minutos), Arequipa (30 minutos), Juliaca y Puerto Maldonado (20 minutos). El aeropuerto Velasco Astete está dentro de la ciudad, aproximadamente a 4 kilómetros de la Plaza de Armas.

#### Datos geográficos

El sector es muy accidentado, comprende altitudes entre 3 400 y 6 300 metros y está constituido por cuatro unidades geográficas:

- Cordillera Occidental

- Cordillera Oriental
- Nudo del Vilcanota
- Valle del Vilcanota

#### a. Cordillera Occidental

Representada por los contrafuertes orientales de la cordillera Occidental que alcanzan altitudes de 4 500 a 4 900 metros, y están afectados intensamente por los afluentes del alto Apurímac y del Vilcanota. Esta unidad está conformada por rocas del Terciario y algunas del Cretáceo.

#### b. Cordillera Oriental

Tiene cumbres que llegan a 4 900 y 5 400 metros de altitud, pero algunas líneas de crestas se elevan hasta 6 300 metros (Ausangate y Collangate). Esta cordillera separa la cubeta del Vilcanota de la de Madre de Dios.

En esta unidad abundan rocas intrusivas del Paleozoico inferior.

#### c. Nudo de Vilcanota

Se denomina así a la unión de las cordilleras Oriental y Occidental.

A partir de los 5 500 metros de altura se delimita al valle del Vilcanota de las nacientes de los valles del lago Titicaca.

#### d. Valle del Vilcanota

Este valle tiene su origen en el abra de La Raya, a 4 318 metros, saliendo del área de estudio a la altura de Chuquicahuana (3 390 metros).

### Geomorfología

Los cuadrángulos de Cusco y Livitaca están ubicados en la cordillera de los Andes, con una orientación típicamente andina.

La superficie es heterogénea y accidentada, con desniveles que pueden dividirse desde el punto de vista geográfico en las siguientes unidades:

#### a. Faja intercordillerana

Se ubica entre las cordilleras Occidental y Oriental. Posee una morfología agreste pero también tiene partes planas delimitadas por cadenas montañosas con altitudes de 2 400 hasta 4 895 metros.

#### b. Cordillera Oriental

Son las partes más occidentales de este accidente geográfico que

se encuentran al noreste del cuadrángulo del Cusco. Su topografía es más suave que la anterior y sus altitudes extremas varían de 3 000 a 4 491 metros.

#### c. Valles

Dentro de esta unidad se encuentran valles y quebradas cuyos tramos corresponden a valles transversales en Velille y valles longitudinales en Vilcanota.

En este sector, el río Vilcanota define una unidad geomorfológica especial que separa los dominios noreste (puna montañosa y cordillera) y suroeste (puna montañosa y altiplano con muchas depresiones).

Dentro del marco fisiográfico del cuadrángulo de Yauri se han identificado varias unidades geomorfológicas, donde intervienen agentes como el clima, la lluvia, el hielo y las corrientes fluviales, las geoformas, la litología y estructuras como pliegues y fallas.

Estas unidades geomorfológicas de Yauri comprenden:

- Altiplanicie, elevaciones de 3 900 y 4 000 metros.
- Cerros, elevaciones que fluctúan entre 4 000 y 5 500 metros.
- Valle-cañón, donde se encuentran activos los fenómenos geodinámicos externos, lo que hace que las geoformas sean relativamente inestables y que desarrollan valles cada vez más profundos.
- Lomadas, con superficies de formas suavemente onduladas y altitudes entre 4 000 a 4 200 metros.

### Clima y vegetación

La posición geográfica y la diversidad de relieve determinan que el clima varíe de un sitio a otro y aún durante el día y la noche. En la zona altoandina el clima es subhúmedo y frío, la temperatura media máxima varía entre 16,5 °C en noviembre y 15 °C en agosto, siendo el promedio anual de 16 °C. Las temperaturas medias mínimas varían entre 1,5 °C en el mes de julio y 12,4 °C en el mes de febrero, siendo su promedio anual de 6,3 °C.

Se identifican las siguientes estaciones: una frígida y otra seca entre abril y setiembre, y una ventosa entre los meses de junio y agosto con temperaturas mínimas que durante el día alcanzan 5 a 7 °C. La estación coincide con la mínima precipitación pluvial representada por nevadas esporádicas. En las noches predominan las heladas con temperaturas por debajo de 0 °C.

#### a. Zona de selva

En la zona de selva baja, el clima es cálido y húmedo. Las temperaturas medias máximas varían entre 32 °C en setiembre y

30 °C en marzo y un promedio general anual de 30,5 °C. Las temperaturas medias mínimas varían de 15 °C para julio a 17 °C para febrero, con una media anual de 18,5 °C. La humedad relativa tiene poca influencia y su promedio anual es de 68%.

En la zona de selva alta el clima es cálido y muy húmedo. La temperatura promedio anual alcanza 23 °C. En los valles interandinos presenta un clima de transición entre el templado de la zona quechua y el frío de la puna.

El 45% del territorio de la región Cusco está cubierto por bosques y el 29% por pastos naturales, ubicados mayormente en zonas de selva y sierra respectivamente. En la sierra existen relictos de bosques nativos y se ha reforestado con eucalipto más de 100 000 hectáreas.

### b. Zona de puna

En la zona de puna el sobrepastoreo está degradando las pasturas naturales. Los estudios señalan que existen cada vez menos especies de pastos con altos grados nutritivos, soportabilidad y palatabilidad, debido principalmente a la sobrecarga animal.

Esta situación agudiza los problemas erosivos y en términos productivos se traduce en bajos rendimientos pecuarios. No hay posibilidad de plantear alternativas a la técnica de pastoreo extensivo en tanto estas actividades se realizan casi siempre en zonas comunales, donde las capacidades de gestión y de organización son escasas.

### Hidrografía

El sistema hidrográfico del sector II, principalmente la zona que corresponde a los cuadrángulos de Cusco y Livitaca, forma parte de la cuenca del Atlántico.

El drenaje presenta un control estructural-litológico, ya que la dirección de los principales ríos está en concordancia con el sistema preferencial de callamientos y fracturamientos.

En el cuadrángulo de Livitaca el drenaje es de tipo radial y en el del Cusco es complejo, con diversos tipos de drenajes, paralelos y dendríticos.

La Región Cusco está cruzada por cuatro grandes cuencas: Apurímac, Urubamba, Pilcopata y Araza.

Estos ríos presentan aguas permanentes en estiaje pero de régimen irregular durante el año, siguiendo la tendencia de las precipitaciones. Existe una época de recarga entre los meses de noviembre a abril y de vaciante de abril a octubre. El volumen o caudal de agua es considerable en estiaje y varía en su recorrido.

El recurso hídrico es aprovechado para riego, generación de energía eléctrica (Central Hidroeléctrica de Macchu Pichu), pesca, transporte fluvial y también para el turismo recreativo (canotaje). El aprovechamiento de estos ríos para el riego y consumo es limitado debido a su posición topográfica y altitudinal.

La cantidad de área regada por los ríos es 3 100 hectáreas, que representa solo el 6% del área total irrigada que asciende a 53 000 hectáreas.

Los afluentes, representados por riachuelos, arroyos y manantes, son los que se utilizan mayormente para la actividad agrícola y el consumo humano. A la vez, estos recursos están más influenciados en su régimen y volumen por los impactos de deforestación y la erosión del suelo.

Los índices de erosión cada vez más altos hacen que los cauces presenten altos grados de turbidez, sobre todo en la época de lluvias, lo que puede afectar el consumo humano, pero también a la fauna y flora hidrobiológica. En época de estiaje los niveles de turbidez se encuentran dentro del rango (5,0 unidades nefelométricas de turbidez) de acuerdo a los límites permisibles en agua potable, pero en época de lluvias esta turbidez se incrementa largamente hasta 260 unidades nefelométricas de turbidez; esos niveles pueden estar causando problemas de colmatación de cauces, aumentando los riesgos de inundaciones.

**Cuadro 2.1**  
**Cuencas hidrográficas de la región**

Cuencas	Superficie de cuencas de la región (km <sup>2</sup> )	Superficie de cuenca en la región (km <sup>2</sup> )	Superficie de cuenca que pertenece a la región (en %)
<b>Total</b>		71 891,97	
Apurímac	64 690,07	18 486,91	28,6
Urubamba	59 038,98	44 055,48	74,6
Pilcopata	4 427,45	4 427,45	100,0
Araza	4 922,13	4 922,13	100,0

Fuente: Plan estratégico de la Región Cusco.



## Actividades económicas

La dinámica económica de la Región Cusco se basa principalmente en la prestación de servicios, fundamentalmente turísticos, que aportan alrededor de la mitad del PBI total, seguido por el sector primario (agricultura, ganadería, pesca y minería) y finalmente el sector de transformación.

En cuanto al aporte de los diversos sectores productivos al PBI regional, los servicios alcanzan el 46,5%, seguidos por la agricultura con 25,4%, la manufactura con 10,5%, la minería y construcción con 8,8% y una contribución casi insignificante de la pesca. Aunque la agricultura contribuye en 25,4% al PBI regional, solamente absorbe el 47,5% de la PEA regional.

En las estadísticas económicas, la minería formal participa activamente de los índices, sin embargo la minería informal y/o minería artesanal está adquiriendo importancia económica por su explotación intensiva de cobre y algo de oro en las provincias de Chumbivilcas y Espinar.

## Situación social

La mayor incidencia de la pobreza se observa en las provincias con mayor porcentaje de población rural y en zonas de altura como Chumbivilcas, Paruro, Paucartambo, Acomayo y Canas, según los reportes.

La actividad agropecuaria y la actividad informal absorben el mayor porcentaje de la PEA regional. La participación de las mujeres se

ha incrementado notablemente en estos últimos años, propiciada por los organismos no gubernamentales que desarrollan trabajos de género.

Los organismos no gubernamentales de desarrollo orientan sus programas de intervención hacia la lucha contra la pobreza, con un componente importante de capacitación para potenciar las capacidades de la población. Estos programas han tenido una incidencia positiva, pero tienen problemas de descoordinación y no se inscriben formalmente en ninguna política de Estado.

Los indicadores de pobreza regional están relacionados con los problemas ambientales que enfrenta la región. Según el mapa de pobreza elaborado por FONCODES, Cusco está ubicado en el segundo quintil, inmediatamente inferior al primer quintil de las regiones más pobres. Es una ubicación poco favorable siendo una zona con significativo potencial de recursos.

En la Región Cusco casi el 30% de la población carece de agua, más del 30% no tiene servicio de desagüe y más del 40% no cuenta con electricidad. Asimismo, el analfabetismo supera el 35% y la desnutrición casi alcanza el 50% (PNUD, Índice de Desarrollo Humano - IDH). Por otro lado, las prácticas y hábitos de la población contribuyen a deteriorar el medioambiente, y a esto se suman los desechos de las pequeñas operaciones mineras y sus implicancias si se realiza procesos metalúrgicos.

En el ranking del índice de desarrollo humano para el año 2006, Cusco ocupa la posición 20 (0,5377), ubicación que va subiendo respecto a los años anteriores y por ende muestra mejoras en el nivel de vida.

**Cuadro 2.2**  
**Índice de Desarrollo Humano**

Provincia	Población	IDH.	Ingreso familiar per cápita (S/. por mes)
Cusco	348 493	0,5989	227,5
Acomayo	27 704	0,5019	201,1
Anta	57 905	0,5103	196,0
Calca	61 715	0,5073	202,7
Canas	42 368	0,5075	195,2
Canchis	103 974	0,5076	222,0
Chumbivilcas	77 721	0,4904	181,0
Espinar	66 908	0,5313	200,0
La Convención	165 415	0,5361	189,8
Paruro	32 244	0,4869	188,4
Paucartambo	47 313	0,4840	185,2
Quispicanchi	82 802	0,4909	194,0
Urubamba	56 941	0,5346	210,6

Fuente: Informe sobre desarrollo humano – PNUD-2006.

## ASPECTOS GEOLÓGICO-MINEROS

### Geología

El área de estudio se encuentra ubicada en el borde noreste de la Cordillera Occidental y en el Altiplano del sur del Perú. La franja está controlada, por una parte por el sistema de fallas Urcos-Sicuani-Ayaviri, Cusco-Lagunillas- Mañazo, Abancay-Andahuaylas-Totos, y por otra parte por el Alto Condoroma-Caylloma. Las estructuras tienen dirección NO-SE y cambian a E-O al nivel de la deflexión Abancay. La mineralización está asociada a stocks subvolcánicos o cuerpos porfíricos del batolito Andahuaylas-Yauri del Eoceno-Oligoceno y la mineralización se hospeda tanto en rocas intrusivas como en volcánicos o sedimentarios. Los intrusivos, principalmente básicos, en contacto con rocas calcáreas del Albiano-Turoniano han desarrollado cuerpos de skarn de hierro y oro.

La secuencia estratigráfica se inicia con las formaciones Calapuja del Ordoviciano y Chagrapi del Siluro Devoniano, seguidas discordantemente por los grupos Ambo y Mitu del Paleozoico superior.

La secuencia mesozoica está representada por la formación Velille, seguida por las formaciones Puca Puca y Hualhuani, conformando afloramientos restringidos. Sobre la formación Hualhuani se encuentran las formaciones Murco y Arcurquina en una cuenca del ámbito regional, considerando a éstas dos últimas formaciones desde Arequipa hasta Livitaca, que corresponde al Ordovícico y la formación Chagrapi al Silúrico Devoniano, anteriormente mencionado.

Las minas más importantes de este sector son: Tintaya, Katanga, Quechua y Antapacay, que además han servido como guía para los mineros artesanales en las fases de exploración y explotación minera de cobre y oro.

### Estratigrafía

#### Paleozoico

Pizarras, areniscas y cuarcitas, en su mayor parte paleozoicas, se presentan en una gran extensión y forman el zócalo de toda la cordillera Oriental conformando depresiones, colinas bajas, mesetas y cordilleras altas (Ayacachi). Eluviones variados (brechas arcillosas de pendiente y flujo de soliflucción) mezclados con morrenas antiguas o aluviones cubren todas las laderas con una alteración profunda.

La tectónica compleja hace que la estratigrafía sea poco descifrable, cuyos niveles juegan el papel de un «zócalo plástico» respecto a terrenos más recientes.

El estudio del Paleozoico se impone por sus posibilidades de ocurrencia de minerales económicos y su gran extensión geográfica.

#### Formación de Calapuja

En el área de trabajo, esta formación se encuentra en la parte Noreste de los cuadrángulos de Ayaviri y de Azángaro, en una cadena de cerros orientada de noreste a sureste, formando un monoclinas que buza hacia el Noreste. Laubacher (1978) encontró fósiles carodocianos en el área de Punco; al noroeste de Ayaviri aflora entre Vilaccarcca y el cerro Huayrapata, al Este del pueblo de Ayaviri.

#### Formación Chagrapi

Ha sido reconocida en la hoja de Juliaca (Klinck et al 1991). En el área de estudio aflora en los cuadrángulos de Ayaviri y Azángaro formando altos estructurales orientados de noroeste a sureste.

La litología de la formación Chagrapi está caracterizada en general por el dominio de lutitas y limonitas intercaladas con areniscas en estratos laminares y delgados que presentan una erosión uniforme que determinan superficies bien contorneadas.

#### Grupo Ambo

Descrito por Newell et al. (1953) en el pueblo de Ambo (centro del Perú), está constituido por areniscas cuarcíticas intercaladas con lutitas negras, y niveles de conglomerados y tobas en la parte superior.

En el área de trabajo se considera que pertenecen a este grupo los afloramientos de composición similar a los de la sección típica que se encuentran al oeste y noreste del pueblo de Azángaro.

En el área estudiada los afloramientos del Permiano (tanto sedimentarios como volcánicos y volcanoclásticos) se hallan muy dispersos y con secuencias incompletas. Las mejores exposiciones se encuentran en el cuadrángulo de Yauri.

#### Grupo Mitu

Se ha tomado la terminología introducida para la zona central del Perú por Mc. Laughlin (1924), quien describió bajo dicho nombre a una secuencia de areniscas y conglomerados rojizos que cubren en discordancia al grupo Copacabana y son cubiertos en discordancia por el grupo Pucará cuya base es asignada al Ladiniano (Laubacher 1974) en la cordillera Oriental y al Soriano (Megard 1978) en la cordillera Occidental. Mientras que al sureste del Perú, Newell et al. (1953) usan idéntico término para los sedimentos molásicos posteriores al grupo Copacabana y que están cubiertos por las areniscas Huancané del Cretáceo inferior,

asignándole una edad Permo-Triásico por comparación con la unidad típica del centro del Perú. En la cordillera de Vilcabamba (Marocco 1978) distingue regionalmente dos facies, una sedimentaria y otra volcánica, sin asignarle categoría estratigráfica; pero Gregory (1916), Kalafatovich (1967), Gabelman (1964), Mendivil (1978) y Carlotto et al. (1988) efectúan divisiones formacionales que se discutirán en la unidad.

## Mezosoico

### Formación Velille

Se encuentra en las quebradas Chacopalla y Fauce, al este del Pueblo de Velille. Esta secuencia sedimentaria está formada predominantemente por estratos de arenisca lutácea de color gris blanquecino a gris verdoso claro.

### Formación Puca Puca

Se encuentra en el centro del mismo nombre al noreste de Quishuara; tiene un amplio afloramiento en los cerros de Tocara, Huamacunca, Azufrine y Silluta, cuyas cumbres alcanzan 4 800 metros sobre el nivel del mar.

Al sur del afloramiento mencionado en el cuadrángulo de Ayaviri, la formación está constituida por riolita masiva de textura porfirítica, con colores que varían de gris verdoso con manchas algo rosadas a gris marrón rojizo con fenocristales blanquecinos de plagioclasas en matriz afanítica de cuarzo de grano fino a medio y feldespato (microclina). La roca está hematizada y limonitizada en microfracturas, también presenta una débil argilitización y cloritización.

### Formación Hualhuani

Esta formación descrita por primera vez por Jenks (1948) al oeste de Arequipa, se encuentra ampliamente distribuida en el área de trabajo, donde aparece en exposiciones cubiertas por secuencias litoestratigráficas más jóvenes. Los principales afloramientos se encuentran en el cuadrángulo de Sauri, en tanto que en el cuadrángulo de Velille están restringidos a la esquina noroccidental de la hoja.

La secuencia está constituida por areniscas cuarzosas blanquecinas de grano medio a grueso con clastos subredondeados de cuarcita; estructuralmente rodean al batolito de Abancay y tienen composición diorítica/granodiorítica.

### Formación Urcos

Mendivil (1978) designó como formación Urcos a los afloramientos pizarrosos hacia el este del pueblo de Urcos, que se extienden en

forma continua en el extremo noreste del cuadrángulo del Cusco y que se prolongan conspicuamente dentro de los cuadrángulos de Calca y Sicuani.

La litología está representada por pizarras, pizarras lutáceas, esquistos pizarrosos cuarcitas y arenas cuarcíticas; en esta variedad litológica las pizarras predominan en un 80% y constituyen la litología característica que a su vez controla la morfología.

Las pizarras son azul negruzcas con pátina azulada, la estratificación es delgada a mediana, la presencia de constituyentes finos es algo deleznable y la abundancia de micas permite clasificarlos como pizarras lutáceas o pizarras esquistosas.

### Formación Arcurquina

Esta denominación fue establecida por Jenks (1948) y ratificada por Benavides (1962) para la secuencia calcárea que sobreyace a los clásticos Murco al noroeste de Arequipa. En Abancay, Marocco (1975) y Pecho (1981) emplean el término Ferrobamba para la secuencia calcárea de posición estratigráfica similar a la formación Arcurquina. Posteriormente Mendivil (1978) usa el término Arcurquina diferenciando tres miembros para el área de Livitaca, pero aclara que esta unidad debe ser reclasificada puesto que puede ser dividida en varias unidades con la categoría de formación e integrantes de un grupo. Tal modificación no se ha efectuado por falta de las observaciones correspondientes. En el área de los cuadrángulos de Cusco y Livitaca se han incluido todos los afloramientos calcáreos del Cretáceo en una sola unidad litoestratigráfica, que por su igualdad litológica y similar secuencia estratigráfica; se considera como la prolongación lateral de la formación Arcurquina, razón por la cual se mantiene dicha denominación.

La formación Arcurquina es una secuencia calcárea de calizas gris a gris oscuras, dolomías en capas medianas, margas y lilitas en porcentaje reducido, que constituyen conjuntos afines que se caracterizan por su composición, textura y secuencia, razones por las cuales Mendivil (1978) diferenció tres unidades con categoría de miembros, las cuales se describen a continuación:

**Miembro A:** Constituido por una gruesa secuencia de calizas grises, oscuras, pardas y amarillentas, con pátina gris-blanquecina o amarillo-rosada; la estratificación es definida en capas gruesas hasta de 2 metros. Hacia la parte superior, la estratificación es más delgada mientras que hacia la base se registran estratos con abundantes nódulos.

**Miembro B:** Consiste de calizas, dolomías y margas gris claras, en capas medianas a gruesas, algo brechoideas, con abundantes nódulos de chert de forma irregular, generalmente aplanados, alargados o dispuestos paralelamente a la estratificación. El chert destaca nitidamente dentro del resto de la superficie de cada capa

debido a la meteorización, y forma así salientes alargadas, pero en detalle tiene forma irregular. También se presentan lutitas y limonitas con cierto incremento hacia la parte superior, intercalándose indistintamente con las margas.

**Miembro C:** Está compuesto por calizas gris oscuras en parte azuladas, calizas margosas y margas en estratos gruesos con estratificación bien definida. Esta unidad no siempre se encuentra presente debido a la acción erosiva actual.

El ambiente de sedimentación de la formación Arcurquina es nerítico dadas las características litológicas, textuales y consideraciones regionales.

La formación Arcurquina presenta relaciones estratigráficas propias para el área, ya que su posición espacio-temporal constituye un cambio litológico en sentido ecuatorial. Así, en el área de Livitaca cubre a la formación Chillorolla en contacto normal; mientras que el techo se presenta descubierto, conformando los picos más elevados. Estas relaciones son puntuales pero observando el contacto regional, tanto la base como el techo representan contactos tipo traslape, es decir que hacia el Este llega a estar dentro del grupo Moho a manera de lengua, constituyendo la formación Arcurquina solo el Miembro B pero hacia el oeste esta formación consta de los tres miembros citados. Dada la conformación litológica-estructural, el espesor se estima en unos 350 metros, disminuyendo hacia el Este.

### Formación Muni

Esta formación descrita por Newell en 1945, no se presenta en su forma típica y al igual que en el lago Titicaca tiene 50 a 100 metros de espesor, según los distintos lugares.

Su rol tectónico es probablemente importante porque define el nivel de despegue de Huancané sobre Mitu. Pero en general se encuentra poco yeso (con excepción de un tramo en la carretera a Tañihua) y las areniscas y lutitas rojo oscuras no tienen intercalaciones de calcáreos.

En general, son areniscas rojas en capas de 10 a 30 centímetros de grano fino y cuarcíticas, alternantes con lutitas que presentan un matiz rojo intenso ladrillo y son frecuentemente limosas.

### Formación Huancané

La formación Huancané fue establecida por Cabrera, La Rosa y Petersen (1936) y posteriormente ratificada por Newell (1945) y Heim (1947) en los alrededores del lago Titicaca; mientras que en las inmediaciones de Cusco fue conocida localmente con el nombre de formación Bambanuso por Gregory (1916) y Gabelman y Jordan (1964), pero la consideraban del Cenozoico; posteriores estudios de Mendivil (1977), Córdova (1986) y Carlotto et al. (1988) la describen como formación Huancané.

La litología observada consiste fundamentalmente de areniscas cuarcíticas con niveles de conglomerados hacia la base; mientras que en el techo se observan limonitas o lutitas; en términos generales, la granulometría y estratonomía decrecen. Las características litológicas así como las estructuras sedimentarias permiten asignarle un ambiente de sedimentación fluvial, eólico a playero, con un relieve de aporte suave y una mayor acción eólica como agente modelador del relieve y medio de transporte.

### Miembro Huatasane

Este miembro constituido esencialmente por calizas tiene una distribución amplia, se caracteriza por su espesor casi constante de más o menos 15 metros y afloramiento longitudinal persistente; aparentemente algunas veces su presencia es poco conspicua debido a que está cubierto por material aluvial o está tectónicamente afectado por callamiento, como consecuencia de esto se le puede encontrar yaciendo directamente sobre las areniscas de la formación Huancané.

### Formación de Cotacucho

Fue estudiada por Newell (*op. cit*) en el área típica ubicada 4 kilómetros al sureste de Vilquechico; inicialmente fue definida como grupo Cotacucho, pero luego fue considerado como formación por Klinck. Su monótona litología ampliamente distribuida en el cuadrángulo de Azángaro, determina que sea más apropiado llamarlo formación. Se caracteriza por su típica coloración rojo oscuro o rojizo rosado y litología limoarcillítica areniscosa en la base.

### Formación Vilquechico

Fue la base de la formación Cotacucho definida por Newell (*op. cit*) cerca del pueblo de Vilquechico al sureste de Huancané. En el área de estudio la formación aflora en la parte noreste del cuadrángulo de Azángaro formando un monoclinas que buza al noreste con ángulo menor de 30°, y descansa concordantemente sobre las areniscas cuarzosas rosadas de la formación Cotacucho de la que difiere por su coloración y litología.

### Formación Muñani

También fue inicialmente descrita por Newell (*op. cit*). En la hoja de Azángaro aflora ampliamente en las inmediaciones del pueblo de Muñani y se prolonga al noroeste, donde forma parte del sinclinal asimétrico, abierto, con buzamientos menores de 15° que se encuentran bien expuestos en el cerro Altuykata. La litología es monótona y está compuesta esencialmente por areniscas.

### Cenozoico

La secuencia cenozoica cubre más del 50% del área de trabajo,

está representada por depósitos continentales lacustrinos interrumpidos principalmente por eventos volcánicos que dieron lugar a la emisión de aglomerados, lavas, y productos explosivos durante el Paleoceno-Mioceno y el Plioceno-Pleistoceno respectivamente. Durante este último intervalo se incrementó la actividad volcánica de naturaleza lávica brechoide y el desarrollo de fenómenos efusivos aislados que formaron los estratos volcanes que se localizan al suroeste de la hoja de Velille.

Luego de la actividad volcánica se depositaron sedimentos continentales interstratificados casi en forma rítmica (formación Yauri) con productos volcánicos de carácter explosivo; casi al final de su depositación predominó un clima especial que permitió la precipitación calcárea en un medio lagunar. Finalmente ocurrió la acumulación de varios cientos de metros de material arcilloso que forman actualmente la superficie altiplánica.

### Grupo Puno

Este grupo ha sido ampliamente descrito por muchos autores, entre ellos Gerth (1915), que describió inicialmente los afloramientos que se encuentran al noroeste de la ciudad de Puno, posteriormente Cabrera La Rosa y Petersen. (1936) lo describieron como formación y Newell. (*op. cit.*) la elevó a la categoría de grupo.

### Grupo Tacaza

Fue descrita inicialmente por Newell como volcánico Tacaza en la mina del mismo nombre, localizada aproximadamente a 15 kilómetros al noroeste de Santa Lucía (hoja de Lagunillas). En la actualidad el grupo Tacaza comprende también una secuencia constituida por depósitos de ambiente lagunar y volcánicos de naturaleza lávica, piroclástica y aglomerádica.

### Formación Casa Blanca

La distribución de esta formación se encuentra restringida a la cuenca Yauri que tiene orientación noroeste-sureste y se prolonga al Norte hacia el cuadrángulo de Sicuani; sus principales afloramientos forman una faja paralela al flanco occidental de la cordillera de Laramani.

### Formación Huaycha

Se encuentra ubicada en el paraje de Huaycha, al noreste del cuadrángulo de Velille. La secuencia tiene una distribución muy amplia, en posición horizontal debajo de los flujos lávicos de la formación Casanuma y está representada por una gruesa secuencia de tobas brechosas, tobas líticas y cineritas, utilizadas en el cartografiado geológico como horizonte guía que forma la base de la pequeña cadena volcánica, que se puede seguir fácilmente por el nivel de tobas cineríticas blancas y friables que acompañan al horizonte tobáceo.

### Formación Casanuma

Se encuentra con similar distribución que la formación Huaycha, formando una pequeña cadenas de cerros al noreste del cuadrángulo de Velille.

La formación Casanuma está constituida por flujos lávicos y algunos flujos tobáceos. Siguiendo la secuencia de tobas Huaycha se encuentran flujos de lava afanítica gris negra con disyunción en forma de lajas, se intercalan con tobas blanquecinas de textura riolítica que incluyen litoclastos con diámetros menores a 4 cm, distribuidos en una matriz arenosa de brillo ámbar por oxidación de las biotitas; asimismo se presentan micas rubias, clastos de lapillo y feldespatos subiendo en la secuencia de tobas masivas. Las lavas son de composición que varía entre dacítica a andesítica, con textura porfirítica a afanítica. En general el grosor de las lavas y tobas puede alcanzar los 100 metros.

### Formación de Pampa Garzas

Esta formación toma el nombre del paraje denominado pampa Garzas que se encuentra al suroeste del pueblo de Yauri, en el sector que corresponde al cuadrángulo de Velille. Los productos explosivos de esta formación han rellenado varias decenas de kilómetros del cauce del río Salado. El espesor estimado para el corte hecho por el río Apurímac en el cuadrángulo de Velille es mayor de 200 metros.

### Formación Yauri

En el cuadrángulo de Sicuani, Audebaud (1973) describió estos sedimentos como depósitos lacustrinos de la cuenca de Sauri. Posteriormente Klinck et al. (*op. cit.*) les dio categoría de formación, criterio que se sigue en el siguiente trabajo.

Está constituido mayoritariamente por tobas areniscosas y conglomerados lenticulares fluviales. Generalmente las tobas son de color gris blanquecino y se han depositado en capas delgadas que muestran estructuras de slumping, sobre estas estructuras la secuencia tobácea continúa normal y cerca del tope de la formación están intercaladas con varios niveles de caliza.

### Depósitos morrénicos

Se distribuyen principalmente en los cuadrángulos de Velille y Ayaviri y con expresiones más restringidas en la esquina nororiental del cuadrángulo de Yauri. En términos generales ocupan áreas más reducidas que los aluviales y los glaciofluviales.

### Depósitos glaciofluviales

Estos depósitos al igual que los aluviales están distribuidos en los cuatro cuadrángulos que comprende el estudio, formando amplias

terrazas que se extienden en ambos flancos de los ríos principales. Así se les observa en las hojas de Yauri (ríos Cañipia, Pichagua, Apurímac, Salado, Ocururo y Pallatamayo al sureste de la laguna Langui-Layo), Ayaviri (ríos Llallimayo, Sora, Ayaviri, Santa Rosa, Jorahuani y Parina) y Velille (ríos Arenas, Ichucuña, Velille, Cangalle, Chillorolla y Huayllumayo).

### Depósitos aluviales

Están constituidos por la acumulación de materiales en el lecho de ríos y quebradas, presentan su mejor distribución a lo largo de los cursos más importantes (ríos Azángaro, Ichucuña, Salado, Santa Rosa, Crucero, etc.), así como en las quebradas principales. Están constituidos por materiales polimícticos de variados tamaños, desde arcilla hasta gravas, moderadamente clasificados.

### Rocas ígneas

En el área estudiada las rocas ígneas son plutónicas e intrusitas menores; en la mayoría de los casos forman cuerpos pequeños aislados. Los cuerpos de mayor extensión se encuentran en el área de Velille, en las inmediaciones de la mina Tintaya y al noroeste

de los cuadrángulos de Ayaviri y Yauri. Por su composición se pueden diferenciar rocas plutónicas de las familias de las dioritas y granodioritas en la parte occidental (cuadrángulo de Velille y Yauri), así como cuerpos subvolcánicos de composición mayormente riodacítica emplazados hacia el Este (cuadrángulo de Ayaviri y Azángaro). La edad de emplazamiento se estima entre el Cretáceo superior y Neógeno.

### Unidades plutónicas

#### Batolito de Apurímac

Forma un cuerpo de dimensiones batolíticas cuyos afloramientos cubren casi el 50% del cuadrángulo de Livitaca y se prolonga por grandes extensiones hacia los cuadrángulos vecinos o aun fuera de ellos, tanto al occidente como hacia el sur.

Este cuerpo batolítico puede ser clasificado como granodiorítico-tonalítico. En ciertos lugares destacan las enclavas dioríticas con tamaños muy variables que pueden llegar hasta más de un metro. Una composición representativa de las facies más abundantes se ha clasificado como granodiorita leucócrata, de grano grueso.

### Estratigrafía de la Zona II (Cusco)

Era	Sistema	Serie	Unidades litoestratigráficas	Rocas ígneas		
CENOZOICA	Cuaternario	Holocena	Depósitos aluviales	Qh-al	Batolito de Apurímac	
		Pleistocena	Depósitos fluvioglacieres	Qpl-flg		
			Depósitos morrénicos	Qpl-mo		
			Formación Yauri	Qpl-y		
			Formación Garzas	Qpl-g		
	Neógeno	Pliocena	Grupo Barroso	Formación Casanuma		N-ca
				Formación Huaycha		N-hu
Paleógeno	Oligoceno	Eocena	Formación Casa Blanca	N-cb		
			Grupo Tacaza	O-ta		
	Paleocena		Grupo Puno	P-pu		
MESOZOICA	Cretáceo	Superior	Formación Muñani	Ks-m		
			Formación Vilquechico	Ks-vi		
			Formación Cotacucho	Ks-c		
			Miembro Huatasane	Ks-mh		
		Inferior	Formación Huancané	Ki-hu		
			Formación Muni	Ki-m		
	Formación Arcurquina		Ki-ar			
			Formación Urco	Ki-u		
			Formación Hualhuani	Ki-h		
			Formación Puca Puca	Ki-pu		
	Jurásico	Superior	Formación Velille	Js-ve		
PALEOZOICA	Permiano	Superior	Grupo Mitu	Ps-mi		
	Carbonífero	Inferior	Grupo Ambo	C-am		
	Devoniano		Formación Chagrapi	D-ch		
	Siluriano					
	Ordoviciano	Superior	Formación Calapuja	Os-ca		

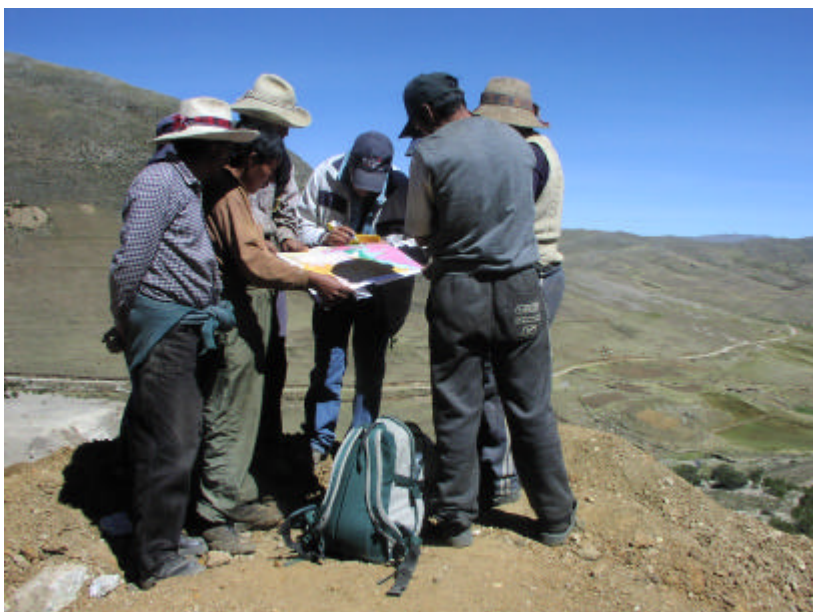


Foto 14. -Ubicación de operaciones mineras artesanales e identificación de titulares de concesiones. Mina Katanga (cobre, plata y oro).

- La tectónica de zócalo, o más exactamente de profundidad, ocurrida en el Paleozoico inferior (eje de la Cordillera Oriental).
- La tectónica de cobertura o tectónica intermedia afecta al Cretáceo del sinclinatorio al noreste de Vilcanota.
- La tectónica de grandes conjuntos litológicos en unidades muy amplias. Es la más joven y afecta sobre todo al Terciario del Suroeste del sector estudiado.

Una masa compacta de una sola pieza (Terciario) ha cubierto toda la región muy irregularmente; esta repartición irregular de las cargas ha debido de guiar el plegamiento del Cretáceo infrayacente. En general, estos niveles superiores han sufrido una tectónica con pliegues amplios y fallados.

## Unidades subvolcánicas

Bajo esta denominación se incluyen gran cantidad de afloramientos que se han emplazado indistintamente en las diferentes unidades litológicas, tanto sedimentarias, ígneas o metamórficas, constituyendo fundamentalmente stocks, sills, diques y apófisis irregulares. Generalmente son de tamaño reducido, sobre todo en comparación con los plutones.

La composición predominante es de tipo andesítico pero también y sobre todo en los cuerpos más grandes vinculados con la unidad del Batolito de Apurímac, son de naturaleza ácida.

La unidad de diques, sills y apófisis irregulares se encuentra ampliamente distribuida y con tamaños y grosores variables, afectando indistintamente a todo tipo de roca.

Dentro de esta unidad se incluyen solamente los cuerpos intrusivos, sin relación directa con las unidades plutónicas, pues cuando esta se comprueba, se consideran dentro de la unidad plutónica respectiva. Por tanto, estos cuerpos concordantes y discordantes sin conexión o relación evidente con cuerpos mayores también subvolcánicos son de composición mayormente andesítica.

La composición es mayormente andesítica y ocasionalmente diabásica. También se han encontrado dacitas y microdioritas.

## Tectónica

En los cuadrángulos del Cusco, Livitaca, Ocongate y Sicuani se ha distinguido tres estilos tectónicos que corresponden a:

## Mineralización

La mineralización consiste principalmente de sulfuros de plomo y zinc muy diseminados, en concentraciones que conforman cierto bandeamiento o de contornos muy irregulares. El mineral predominante es la galena argentífera, siendo menor la cantidad de chalcopirita y más reducida aún la de esfalerita.

## Características mineralógicas

La mineralización se hospeda tanto en rocas intrusivas, como en volcánicos o sedimentarios (formación Ferrobamba). Los intrusivos, principalmente básicos, en contacto con rocas calcáreas del Albiano-Turoniano, han desarrollado cuerpos de skarn de fierro (oro y cobre) y pórfidos de cobre. Los yacimientos y proyectos de este sector son numerosos, entre ellos destacan Tintaya, Los Chancas, Antillas, Trapiche, Cotabambas, Las Bambas, Haquira, Katanga, Antapacay, entre otros. La edad de mineralización varía entre 42 y 30 millones de años.

## Áreas de mayor concentración de cobre y oro

Se han delimitado y ubicado zonas mineralizadas de cobre y oro mediante interpretación de resultados de laboratorio, unidades litoestratigráficas, tectónica, imágenes satelitales y la interpolación de las minas existentes en la base de datos, inventario de los recursos minerales de las franjas de INGEMMET y reconocimiento actualizado de campo. La tecnología de la información permite la ubicación de pequeñas operaciones mineras en el mismo terreno, haciendo posible a su vez la identificación de los titulares si la concesión es de terceros, o propiciando un nuevo petitorio minero si el área estuviera libre.

**Cuadro 2.3**  
**Zonas del Sector II (Cusco) de mayor concentración de cobre y oro**

Centro minero	Vértice	Norte	Este	Características
Canchapatacunca: Au-Cu	1	8 504 000	283 000	Mapa 11 (Ocongate). Yacimiento de skarn, pórfidos, pizarras y esquistos de la formación Ananea., intrusivos, granodioritas, tonalitas.
	2	8 484 000	283 000	
	3	8 484 000	276 000	
	4	8 488 000	276 000	
	5	8 488 000	274 000	
	6	8 490 000	274 000	
	7	8 488 000	272 000	
	8	8 492 000	272 000	
	9	8 492 000	262 000	
	10	8 496 000	262 000	
	11	8 496 000	258 000	
	12	8 497 000	256 000	
	13	8 497 000	252 000	
	14	8 500 000	252 000	
	15	8 500 000	248 000	
	16	8 504 000	248 000	
	17	8 504 000	256 000	
	18	8 504 000	256 000	
Achumoyo - Canta Canta: Sb-Ag-Au	1	8 413 000	284 000	Mapa 12 (Sicuani). yacimiento de skarn, pórfidos, pizarras y esquistos de la formación Ananea, intrusivos, granodioritas, tonalitas.
	2	8 400 000	284 000	
	3	8 400 000	266 000	
	4	8 413 000	266 000	
Katanga-Kisicancha: Cu-Ag-Ag	1	8 416 000	204 000	Mapa 13 (Livitaca), yacimientos de skarn y pórfidos (formación Arcurquina) y placeres auríferos, cuaternarios (morrenas).
	2	8 396 000	204 000	
	3	8 396 000	196 000	
	4	8 416 000	196 000	
Huirinquiri: Fe (Au-Ag)	1	8 428 000	192 500	Mapa 14 (Livitaca), yacimientos filonianos, intrusivos granodioríticos, tonaloitas, monzonitas y dioritas de la formación Colquemarca.
	2	8 400 000	192 500	
	3	8 400 000	179 500	
	4	8 428 000	179 000	
Caychapampa: Au-Cu (Ag-Pb-Zn)	1	8 394 000	199 000	Mapa 15 (Velille), yacimientos filonianos, intrusivos granodioríticos, tonaloitas, monzonitas, dioritas.
	2	8 386 000	199 000	
	3	8 386 000	190 000	
	4	8 394 000	190 000	
Kimsachata: Cu-Au, (Ag-Pb-Zn)	1	8 365 000	224 000	Mapa 16 (Velille), yacimiento filoniano, en intrusivo (diorita).
	2	8 364 000	224 000	
	3	8 364 000	225 000	
	4	8 362 000	225 000	
	5	8 361 000	227 000	
	6	8 361 000	230 000	
	7	8 357 000	230 000	
	8	8 357 000	224 000	
	9	8 361 000	224 000	
	10	8 361 000	224 000	
	11	8 361 000	222 000	
	12	8 363 000	221 000	
	13	8 363 000	220 000	
	14	8 365 000	220 000	
Lorocani: Au, Ag, Cu	1	8 428 000	823 000	Mapa 17 Yacimiento de tipo filoniano. Corresponde a la Unidad del Plutón de Colquemarca, constituida por tonalita a granodiorita.
	2	8 408 000	823 000	
	3	8 408 000	812 000	
	4	8 428 000	812 000	



## ACTIVIDADES MINERAS ARTESANALES DEL SECTOR II

### Generalidades

Según la información de la Dirección de Catastro Minero del INGEMMET, en la Región Cusco existen 1439 derechos mineros titulados, 479 derechos mineros en trámite y 5 plantas de beneficio que hacen un total de 1923 derechos mineros vigentes hasta el 31 de Diciembre de 2008. La Dirección Regional de Energía y Minas del Cusco ha estimado 410 operaciones mineras informales.

Como en todo el país, la presencia de mineros artesanales se caracteriza por desarrollar generalmente actividades en derechos mineros de terceros. De la información del catastro minero se desprende que la mayor concentración de actividad minera metálica se encuentra en las provincias de Chumbivilcas y Yauri, principalmente en los distritos de Chamaca, Santo Tomás, Livitaca, Colquamarca y Espinar.

La actividad minera artesanal de Cusco está poco difundida en comparación a otros puntos geográficos del país. Sin embargo, la práctica minera de los pocos lugares que se pudo reconocer también tiene carácter estacional y está asociada con el calendario agrícola, puesto que la principal actividad económica es la agropecuaria.

Los mineros desarrollan sus actividades de manera informal y dicen que no conocen la Ley N.º 27651, Ley de Promoción y Formalización de la Pequeña Minería y Minería Artesanal. Aunque hay algunos esfuerzos para formalizar su situación a través de asociaciones, estos aún son, incipientes.

Por otro lado, la Municipalidad Provincial de Chumbivilcas ha tomado la iniciativa para coordinar acciones conjuntas con los mineros artesanales. El gobierno regional ha preparado una propuesta para la Capacitación y Asistencia Técnica para la formalización de Unidades Productivas de la Minería Pequeña y Artesanal en la Región Cusco, cuya estrategia radica en:

- Impulsar la conversión de la pequeña minería y la minería artesanal informal en una actividad sostenible mediante el apoyo a los procesos de formalización, cambio tecnológico, mejoramiento de capacidades en gestión ambiental y gestión empresarial de los operadores de pequeña escala.
- Promover las condiciones adecuadas para mejorar el marco normativo de la pequeña minería y la minería artesanal a través de la difusión de su importancia y sus potencialidades.

### Organización y sistemas de trabajo

La organización de las agrupaciones de mineros es de tipo comunal puesto que en Cusco muchos grupos de mineros desarrollan la actividad en su propia comunidad.



Foto 15.- Profesionales de INGEMMET en jornada de charla a una cuadrilla de mineros artesanales. Mina Katanga

No existe organización empresarial y las pocas agrupaciones existentes están en proceso de fortalecimiento. Así los grupos de mineros de organización incipiente distribuyen el trabajo en cuadrillas que ejecutan sus tareas al mismo tiempo, creándose de esta manera superposiciones y demanda por los materiales, equipos y servicios de necesidad obligatoria para el normal desenvolvimiento del trabajo asignado.

La poca consideración por los trabajos de mantenimiento y el cuidado de las labores subterráneas, incluidos los servicios de ventilación y las labores superficiales, también constituyen serios problemas para el desenvolvimiento de las operaciones de producción. No se proyecta un estándar en la producción pues esta depende del rendimiento y la disposición del personal asignado a estas labores.

La oportunidad de incrementar los ingresos hace que los mineros tengan que invertir el único capital, por lo que las dificultades para la producción se ven reflejadas a su vez en angustiosas situaciones para el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades de orden económico. Por otra parte, se puede observar que las actividades de exploración y desarrollo minero se encuentran totalmente relegadas, poniendo en serio riesgo la continuidad y sostenibilidad de las operaciones de producción del «proyecto».

### Actividad minera

A pesar de las evidencias de desarrollo de las actividades mineras,

la minería artesanal en la Región Cusco es muy incipiente, tanto en el nivel organizativo como en el tecnológico. La comunidad campesina realiza ahora actividades mineras porque sus miembros desarrollan estas labores.

Estos mineros han acondicionado sus actividades a formas comunitarias de trabajo, imitando incluso las labores de obras civiles, recogiendo sus experiencias propias debido al fuerte apogeo de la construcción impulsada por el Estado.

Las actividades de exploración y desarrollo minero se encuentran totalmente relegadas, poniendo en serio riesgo la continuidad y sostenibilidad de las operaciones de producción del proyecto.

### Operaciones unitarias del sistema artesanal de explotación-beneficio

Las operaciones unitarias que desarrollan los mineros artesanales están definidas en función de la forma de explotación. En la zona de estudio, los operadores mineros trabajan yacimientos de oro y cobre que son detectados y trabajados primero de manera superficial, debido a que se explota a partir de las ocurrencias que afloran, luego se continúa con labores de cortadas «a media barreta», llegando a profundizar hasta 40 u 80 metros, con el fin de continuar con las labores de explotación siguiendo la estructura mineralizada. Las operaciones mineras son abandonadas cuando se agravan las condiciones de ventilación y las previsiones financieras han sido agotadas.



Foto 16.- Instalaciones que sirven de bodega/almacén en una mina artesanal en Colquemarca.

### *a. Perforación y voladura*

La perforación manual de la roca se realiza con la ayuda de un cincel y comba. El consumo de explosivos es de un cartucho de dinamita, un fulminante y 0,70 metros de mecha por cada taladro de 25 pulgadas de profundidad. La sección de la labor es de 1,5 por 1,5 metros, y se utilizan costales, latas o bolsas de jebe para la extracción y acarreo del mineral.

Algunas operaciones realizan sus actividades con perforadoras eléctricas, siendo general el uso de marcas alemanas que son las de mayor difusión en el mercado y cuyo uso original era horadar concreto en trabajos de demolición de la industria de construcción. Para el caso de perforación de roca, normalmente se utilizan taladros accionados con motor eléctrico de 2,5 kilowatts de potencia y brocas helicoidales de 0,40 metros por 7/8 de pulgada.

### *b. Acarreo y transporte del mineral*

El acarreo del mineral desde el frente de operaciones se realiza en sacos de polipropileno y en hombros de los mismos trabajadores mineros. También se extrae mineral no ensacado a través de carretillas *boggie*. El mineral es transportado hasta la zona de disposición de mineral donde es ensacado y dispuesto en lotes de 5 a 10 toneladas para su trasporte, ya sea en acémilas o en

vehículos, hasta su trasbordo definitivo para su posterior entrega a las instalaciones de beneficio. Las tarifas de transporte están definidas por lo que no hay posibilidad de optimizar los costos.

De acuerdo a la geografía y la estación del año, se puede acceder por carretera a algunos centros mineros. Solo así pueden ingresar los camiones que facilitan el recojo del mineral.

### *c. Selección manual de mineral*

También llamado «pallaqueo», consiste en la selección del mineral valioso entre el material extraído, y su objetivo es elevar la ley de concentración del mineral económico a través de la clasificación manual y la eliminación de material estéril.

## ÁREAS MINERAS ARTESANALES VISITADAS EN EL SECTOR II

### Áreas de ubicación de los pequeños operadores mineros

Las áreas visitadas se encuentran localizadas en lo que hemos denominado Sector II y se muestran en el siguiente cuadro.



Foto 17.- Un camión preparado para recorrer accesos de difíciles características, se dispone a recoger el mineral.



Foto 18.- Disposición de mineral de cobre. Lote de 8 toneladas aproximadamente.



Foto 19.- Disposición de mineral de cobre, luego de la actividad de pallaqueo.

**Cuadro 2.4**  
**Labores visitadas en el Sector II (Cusco)**

Nombre de la Ocurrencia	Hoja	Este	Norte
Canchapatacunca	28-t	265 554	8 493 166
Achumoyo	29-t	278 077	8 404 385
Canta Canta	29-t	278 653	8 404 252
Katanga	29-s	197 720	8 402 959
Kisicancha	29-s	200 928	8 412 909
Huirinquiri	29-s	182 198	8 423 068
Lorocani	29-q	818 258	8 418 101
Caychapampa	30-s	192 925	8 393 633
Kimsachata	30-s	223 595	8 362 608

### Labor minera Canchapatacunca

Está situada en el distrito de Ocongate, provincia de Quispicanchi, Región Cusco, en las coordenadas UTM 8 493 166 N y 265 554 E, y a 4 518 metros sobre el nivel del mar.

#### Acceso

Se accede desde el Cusco por carretera asfaltada vía Urcos, de ahí se sigue 45 kilómetros a Ocongate por carretera afirmada y finalmente se recorren 58 kilómetros por carretera afirmada en dirección a la mina Canchapatacunca.

#### Marco geológico

Este depósito de cobre y oro se emplaza en rocas metamórficas, pizarras y esquistos de la formación Ananea que corresponde a los periodos Silúrico-Devónico del Paleozoico. La alteración predominante en el área es la silicificación intensa con contenido de minerales óxidos de cobre.

La veta que presenta tiene rumbo NO-SE, presenta fallas de escurrimiento de buzamiento subvertical. La tectónica, que afecta a las pizarras, ocasiona una serie de fracturamientos.

### Resultados del análisis químico

**Cuadro 2.5**  
**Resultados del análisis químico - Canchapatacunca**

N° Muestra	Oro g/TM	Plata ppm	Cobre ppm	Molibdeno ppm	Arsénico ppm	Detalle
M-23	< 0,005	1,4	81,8	16	176	Veta
M-24	< 0,005	0,8	63,6	16	150	Veta

### Operadores mineros

Durante nuestra visita, no encontramos mineros en este lugar. Los resultados de laboratorio muestran que las concentraciones de mineral son muy bajas, por lo que se puede interpretar que solo se puede trabajar de manera esporádica, cuando no hay actividades agrícolas. Sin embargo es importante destacar que en el momento del estudio y desde hace un año aproximadamente, se está construyendo uno de los ramales de la carretera interoceánica, lo que ha dinamizado toda la zona y ha ocupado gran cantidad de mano de obra joven y potencialmente minera.

### Labor minera Achumoyo

Está situada en el distrito Marangani, provincia de Canchis, Región Cusco, en las coordenadas UTM: 8 404 385 N y 278 077 E, con una altitud de 4 370 metros.

### Accesibilidad

El acceso se realiza por la carretera asfaltada Cusco-Urcos-Sicuani que comprende 140 kilómetros por carretera asfaltada; desde Sicuani se continúa 40 kilómetros al sureste y se toma un desvío al noreste, luego de recorrer 8 kilómetros se llega al centro minero Achumoyo.

### Marco geológico

Es un depósito de tipo filoniano, en rocas metamórficas, de la formación Ananea, conformada por pizarras, esquistos de los periodos Silúrico-Devónico del Paleozoico superior.

La mineralización consiste de sulfuros de cobre, la alteración predominante es silicificación intensa en la zona central del contacto.

## Operadores mineros

Aunque durante nuestro recorrido no encontramos mineros en la zona, hemos registrado evidencias de labores antiguas de exploración y vestigios de mineros artesanales.

La concentración de cobre en la veta llega a 1,7% en superficie, lo cual no tiene necesariamente representatividad económica; se estima que en el contexto del yacimiento las leyes sean incrementadas, sin embargo se deduce que la explotación sobre veta no supera las 5 toneladas por día.

## Resultados del análisis químico

**Cuadro 2.6**  
**Resultados del análisis químico - Achumoyo**

N° Muestra	Oro g/TM	Plata ppm	Cobre	Manganeso ppm	Arsénico ppm	Detalle
M-26	0,007	0,7	24,2 ppm	180	233	Veta
M-27	0,015	0,5	18,2 ppm	104	82	Veta
M-28	0,036	65,7	1,70%	2571	80	Veta

## Labor minera de Canta Canta

Está ubicada en el distrito Maranganí, provincia de Canchis, Región Cusco, cuyas coordenadas UTM son: 8 404 252 N y 278 653 E, a una altitud de 4 370 metros.

## Accesibilidad

El acceso es por carretera asfaltada, siguiendo la ruta Cusco-Puno, pasando 40 kilómetros de Sicuani y antes de llegar a la granja La Raya, desde ahí se sigue 8 kilómetros por trocha carrozable hasta Achumoyo y de allí 1 kilómetro al Este para llegar a Canta-Canta.

## Marco geológico

Las vetas de cuarzo mineralizadas están emplazadas en rocas metamórficas de la formación Ananea, conformada por pizarras y esquistos de los periodos Silúrico-Devónico del Paleozoico inferior. Son rocas intensamente alteradas por cuarzo y carbonatos, con estudios petrográficos y descripciones macroscópicas. Se observaron rocas de color gris con costras pardo rojizas de óxidos de hierro, que presentan gruesas venas de cuarzo así como cavidades rellenas por óxidos de hierro. Se encuentran agregados de sericita en venas que atraviesan la de cuarzo, los carbonatos rellenan los intersticios de cuarzo.



Foto 20.- Muestra la disposición de la veta que tiene rumbo NO-SE y presenta fallas de escurrimiento de buzamiento subvertical - Canchapatacunca.

Las alteraciones que se presentan son: silicificación intensa, carbonatación y sericitización débiles, oxidación incipiente. La alteración predominante es la silicificación intensa en el área con contenido de minerales óxidos de Cu y las estructuras que presentan tienen rumbo NO-SE. La tectónica, que afecta a las rocas metamórficas, tiene orientación N-O y buzamiento subvertical.

### Operadores mineros

El yacimiento tiene evidencias de minería por cobre. Aunque durante nuestra visita no encontramos mineros en la zona, el mineral de pallaqueo encontrado en la plataforma de la galería de acceso indica que los trabajos de los mineros se realizan por temporadas.

### Labor minera Katanga (cobre, oro y plata)

Localizada en el distrito de Chamaca, provincia de Chumbivilcas, Región Cusco, con coordenadas UTM: 8 402 959 N y 197 720 E, y a una altitud de 4 139 metros.

### Resultados del análisis químico

**Cuadro 2.7**

**Resultados del análisis químico - Canta Canta**

Nº Muestra	Oro g/TM	Plata ppm	Cobre ppm	Manganeso ppm	Arsénico ppm	Zinc ppm	Detalle
M-29	0,79	5,1	313	37	659	53,6	Muestra tomada de material luego de selección mecánica manual (pallaqueo).

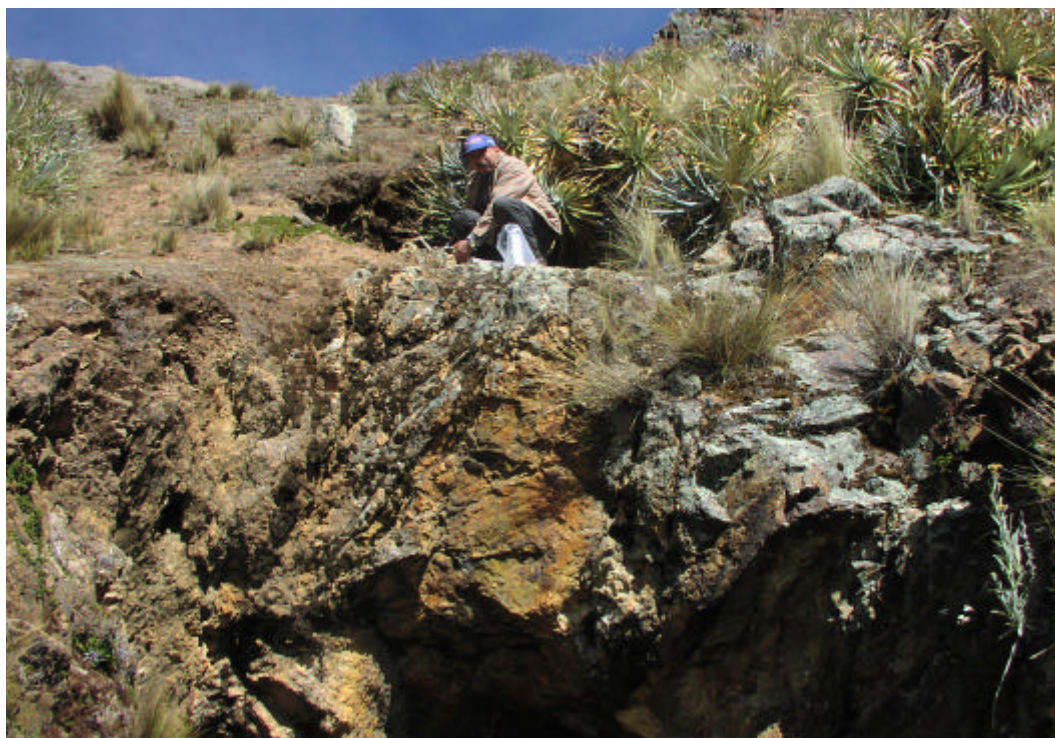


Foto 21.- Estructura mineralizada con predominancia de sulfuros de cobre - Achumoyo.

### Accesibilidad

Se accede mediante un recorrido de 350 kilómetros desde Arequipa hasta Sauri, de allí se continúa por la carretera afirmada a Velille, hasta el kilómetro 70 aproximadamente. Ahí se toma el desvío que llega a la mina Katanga, después de un recorrido de 30 kilómetros.

### Marco geológico

Intrusivos diorítico-granodioríticos y pórfidos de monzonita del batolito de Andahuaylas-Yauri intruyen a las cuarcitas de la formación Soraya, las areniscas y limonitas de la formación Mara y las calizas de la formación Ferrobamba (Cretáceo). La mayoría de estos depósitos son de cobre, plata, oro, plomo y zinc, y se localizan en las zonas de contacto de las tonalitas y granodioritas con las calizas de la formación Puente del Jurásico medio. El sistema de fallas más importante tiene rumbo N40° - 55°O, con buzamiento 60° NE; otras fallas tienen rumbo NE y parecen ser posteriores a las fallas NO.



Foto 22.- Afloramiento de vetas de cuarzo emplazadas en rocas metamórficas - Canta Canta.



Foto 23.- Mineral de sulfuros de cobre dispuesto en zona de pallaqueo - Canta - Canta.



Los cuerpos de skarn ocurren en forma aislada, dentro del pórfido de monzonita, como *roof pendants* y en cuerpo de brecha, todos alineados con rumbo NO-SE. Los skarns son generalmente de granate-piroxenos-magnetita y granate-piroxeno (brecha). Por otro lado, el pórfido monzonítico presenta una alteración de cuarzo, sericita y arcillas con venillas de cuarzo y algo de sulfuros. En la parte sur de San José existen vetas de cuarzo-baritina-hematita con sulfuros y oro con rumbo N70° E.

La mineralización asociada al skarn consiste en calcopirita, pirita, pirrotita y bornita, acompañados por minerales oxidados de cobre y fierro. Los sulfuros predominantes en la zona de brecha son calcopirita y bornita, que también suele observarse en las venillas dentro del pórfido monzonítico.

El oro está mayormente concentrado en la zona de oxidación de los cuerpos de skarn y la brecha, pero la fuente principal de oro y plata parece estar en las vetas noreste y corresponden a una etapa posterior de mineralización.

### Operadores mineros

La mina Katanga se encuentra en la comunidad de Uchucarco, distrito de Chamaca, provincia de Chumbivilcas. En sus dominios se encuentran pasivos ambientales mineros tales como relaves, botaderos e instalaciones de oficinas, que son aprovechadas por los comuneros/mineros.

Los comuneros/mineros benefician los botaderos así como el propio yacimiento de este centro minero. Según el relato de sus dirigentes, ellos trabajan desde el año 2005 en cuadrillas que en conjunto superan los 300 trabajadores entre hombres y mujeres.

La actividad minera se desarrolla en concesiones de terceros y uno de los efectos más visibles es la presencia de relaves dispuestos sin mayor precaución. Además, los trabajadores mineros no cumplen con los mínimos requisitos de seguridad en las actividades que realizan. El trabajo consiste básicamente en la extracción del mineral, la selección mecánica de mineral de cobre y su respectivo ensacado en lotes de 6 a 10 toneladas.

Los intermediarios transportistas o las plantas de tratamiento compran el mineral en la misma mina con precios establecidos de

10 dólares por punto porcentual por tonelada y, en el mejor de los casos, cobre de 10% a ciento treinta dólares la tonelada, y así sucesivamente en función de esta relación. Estos mineros se han organizado en la Empresa Minera Comunal Uchucarco (EMCUS S.R.L.) y están en proceso de formalización.

### Producción minera

Los costos de operación están alrededor de 25 dólares por tonelada, la producción mensual oscila en 10 toneladas al mes por cuadrilla, y la concentración del mineral según el reporte de los mineros es de 17% de cobre y 7 gramos por tonelada de oro. La producción se realiza en lotes de 6 a 10 toneladas en sacos de polipropileno, 10 sacos hacen una tonelada aproximadamente.

### Labor minera Kisicancha

Está ubicada en el distrito de Chamaca, provincia de Chumbivilcas, Región Cusco, en las coordenadas: 8 412 909 N y 200 928 E, con una altitud de 4 191 metros.

### Accesibilidad

Desde el Cusco, se continúa hacia el sur por carretera asfaltada hasta llegar a Tinta, de ahí se toma el desvío hacia Yanaoca siguiendo otra carretera asfaltada. Allí se toma una carretera afirmada hasta Livitaca de ahí se dirige a Condorhuasi, por una trocha carrozable. La mina se encuentra un kilómetro al Sureste.

### Marco geológico

Intrusivos diorítico-granodioríticos y pórfidos de monzonita del batolito de Andahuaylas-Yauri intruyen a las cuarcitas de la formación Soraya, areniscas y limonitas de la formación Mara y las calizas de la formación Ferrobamba (Cretáceo). La mayoría de estos depósitos son de cobre, plata, oro, plomo y zinc, se localizan en las zonas de contacto entre las tonalitas y granodioritas con las calizas de la formación Puente del Jurásico medio. Las fallas tienen rumbo NE y parecen ser posteriores a las fallas NO.

Los cuerpos de skarn ocurren en forma aislada dentro del pórfido de monzonita como *roof pendants* y en cuerpo de brecha, todos alineados con rumbo NO-SE. Los skarn son generalmente de

**Cuadro 2.8**  
**Resultados del análisis químico - Katanga**

Nº Muestra	Oro g/TM	Plata ppm	Cobre %	Manganeso ppm	Arsénico ppm	Detalle
M-31	0,43	93,9	15,35	586	199	Muestra de skarn.
M-33	3,55	44,5	8,45	1792	163	Muestra de botaderos para pallaqueo.
M-34	0,77	5,3	0,85	1801	222	Muestra de relave.



Foto 24.- Ocurrencia del yacimiento de la mina Katanga.



Foto 25.- Botaderos y relaves de la antigua mina Katanga.

**Cuadro 2.9**  
**Participación de los costos unitarios**

Operaciones unitarias	Costo US \$/TM	Porcentaje participación
Perforación	10,50	42
Voladura	3,50	14
Acarreo	11,00	44
<b>Total</b>	<b>25,00</b>	<b>100</b>

granate-piroxenos-magnetita y granate-piroxeno (brecha). Por otro lado el pórfido monzonítico presenta una alteración de cuarzo, sericita y arcillas con venillas de cuarzo y algo de sulfuros. En la parte sur de San José existen vetas de cuarzo-baritina-hematita con sulfuros y oro con rumbo N70° E.

La mineralización asociada al skarn consiste en calcopirita, pirita, pirrotita y bornita, acompañados por minerales oxidados de cobre y fierro. Los sulfuros predominantes en la zona de brecha son calcopirita y bornita, que también suele observarse en las venillas dentro del pórfido monzonítico. El oro está mayormente concentrado en la zona de oxidación de los cuerpos de skarn y la brecha, pero

la fuente principal de oro y plata parece estar en las vetas noreste y corresponde a una etapa posterior de mineralización.

Los mineros artesanales trabajan dentro del yacimiento de skarn, pero sin embargo explotan el sector de mayor concentración de cobre en un depósito de tipo filoniano; las vetas de cuarzo emplazan a la granodiorita del Terciario inferior a medio.

La veta de cuarzo tiene rumbo N 35° O y buza 63° SO, con potencia de 1 metro.

### Operadores mineros

La zona donde quedan evidencias de los trabajos temporales de los mineros artesanales muestra elementos incipientes de las actividades. Las canchas de mineral de cobre dispuestas como consecuencia de un traslado permiten estimar el nivel de producción y su respectiva concentración.

Los trabajos encontrados permiten inferir que se realizan en grupos de 4 a 6 personas y que no superan a 5 operadores.

### Producción minera

Se ha estimado para la zona que los costos de operación están alrededor de veinticinco dólares por tonelada, la producción mensual promedio es seis toneladas al mes por cuadrilla y, según



Foto 26.- Zona de preparación mecánica de mineral oxidado de cobre-Katanga.

el reporte del laboratorio, la concentración del mineral es de 6,5% de cobre. La producción se realiza en lotes de 6 a 10 toneladas que se disponen en sacos de polipropileno.

### Labor minera Huirinquiri

Está situada en el distrito de Colquemarca, provincia de Chumbivilcas, Región Cusco, en las coordenadas: 8 423 068 N y 182 198 E, a una altitud de 4 161 metros.

### Accesibilidad

El acceso se realiza desde Cusco, siguiendo la carretera asfaltada hacia Urcos y Combapata, de aquí se continúa por otra carretera asfaltada hasta Yanaoca, y luego se toma la carretera afirmada que lleva a Livitaca, recorriendo 20 kilómetros hasta llegar a Chamaca y finalmente por trocha carrozable hasta el pueblo de Quenco. Unos 6 kilómetros al norte se encuentra la labor minera Huirinquiri.

### Resultados del análisis químico

**Cuadro 2.10**  
**Resultados del análisis químico - KiscanCHA**

Nº Muestra	Oro g/TM	Plata ppm	Cobre %	Manganeso ppm	Arsénico ppm	Fierro %
M-36	1,31	39,8	6,54	999	166	12,05



Foto 27. - Estructura mineralizada en la zona alta de la mina - Katanga.

### Marco geológico

El yacimiento corresponde a un depósito secundario detrítico de oro, fierro y plata del Cuaternario Pliocénico (morrenas).

### Operadores mineros

Durante nuestra visita encontramos evidencias de actividad minera artesanal absolutamente incipiente. Los resultados de análisis de oro y cobre no son importantes por lo que es muy probable que este yacimiento sea trabajado exclusivamente en busca de fierro.

### Labor minera Lorocani

Se encuentra en el distrito de Colquemarca, provincia de Chumbivilcas, Región Cusco, en las coordenadas UTM: 8 418 100 E y 818 258 N, a una altitud de 3 788 metros.

**Beneficio económico estimado para un frente minero de Katanga**

Rubros	Costos	Unidades
Costo operativo unitario	25,00	US \$/TM
Costo de selección	5,00	US \$/TM
Otros gastos 5% fijos	1,50	US \$/TM
Costo total de explotación y selección	<b>31,50</b>	<b>US \$/TM</b>
<b>Índices de Tratamiento</b>		
Ley de mineral repotado (artesanos)	17,00	%
Ley de mineral liquidado	13,60	%
Ley de mineral reportado (muestra)	15,35	%
Precio internacional del cobre*	2,22	US \$/lb
Precio de venta	10,00	US \$/%
Ingreso por tonelada de mineral	136,00	US \$/TM
Nº de toneladas tratadas por mes	10,00	TM/mes
<b>Beneficio Económico</b>		
Ingreso total por mes	1360,00	US \$/mes
Costo total en explotación y recuperación/mes	315,00	US \$/mes
<b>Beneficio total</b>	<b>1045,00</b>	<b>US \$/mes</b>

\* Cotización a Julio de 2009

**Cuadro 2.11****Beneficio económico estimado para un frente minero de KiscanCHA**

Rubros	Costos	Unidades
Costo operativo unitario	25,00	US \$/TM
Costo de selección	5,00	US \$/TM
Otros gastos 5% fijos	1,50	US \$/TM
Costo total de explotación y selección	<b>31,50</b>	<b>US \$/TM</b>
<b>Índices de Tratamiento</b>		
Ley de mineral repotado (artesanos)	6,50	%
Ley de mineral liquidado	5,20	%
Ley de mineral reportado (muestra)	6,54	%
Precio internacional del cobre*	2,22	US \$/lb
Precio de venta	10,00	US \$/%
Ingreso por tonelada de mineral	52,00	US \$/TM
Nº de toneladas tratadas por mes	10,00	TM/mes
<b>Beneficio Económico</b>		
Ingreso total por mes	520,00	US \$/mes
Costo total en explotación y recuperación/mes	315,00	US \$/mes
<b>Beneficio total</b>	<b>205,00</b>	<b>US \$/mes</b>

\* Cotización a Julio de 2009

## Resultados del análisis químico

**Cuadro 2.12****Resultados del análisis químico - Hurinquiri**

Nº Muestra	Oro g/TM	Plata ppm	Cobre ppm	Manganeso ppm	Arsénico ppm	Fierro %
M-38	0,013	0,9	324	1 416	252	> 15
M-39	< 0,005	0,5	167	341	158	> 15

### Accesibilidad

Desde Cusco se toma la carretera asfaltada que lleva a Urcos, Combapata y Yanaoca, de aquí se continúa por la carretera afirmada a Livitaca, hasta llegar a Velille, desde donde se recorren 60 kilómetros para llegar a Santo Tomás y luego hasta Colquemarca por carretera afirmada (50 kilómetros). Allí se encuentra la mina Lorocani.

### Marco geológico

Los afloramientos en el área corresponden a la unidad de Colque-

marca y el Plutón de Colquemarca, constituido por tonalita a granodiorita. Es un yacimiento de tipo filoniano, con fisuras rellenadas por vetas de cuarzo orientadas de N-S, con buzamiento subvertical y potencia que fluctúa de 0,10 a 0,40 metros; con contenido de oro, plata, cobre y otros.

Estas veta están controladas por fallas con rumbo N45°O.

### Resultados del análisis químico

Los resultados obtenidos de las muestras de campo se aprecian a continuación:

**Cuadro 2.13**  
**Resultados del análisis químico - Lorocani**

Nº Muestra	Oro g/TM	Plata ppm	Cobre ppm	Manganeso ppm	Arsénico ppm	Detalle
M-40	0,670	1,2	88,7	788	205	Muestra extraída de veta abandonada.
M-41	0,029	0,6	97,3	531	166	Muestra extraída de cancha.
M-42	31,300	4,0	560,0	365	438	Muestra tomada de concentrado en etapa de molienda.



Foto 28.- Zona de disposición de mineral oxidado de cobre con leyes de 6,5% - Kiscancha.

## Operadores mineros

Este centro minero se ubica muy cerca del Colquemarca y la mayoría de los mineros son de la localidad. Los operadores mineros pertenecen a la Asociación de Mineros Choquechampi que tiene 22 asociados y 50 trabajadores. Nuestro informante nos reveló también que la mina era explotada desde la época de sus abuelos, de quienes aprendió el oficio; sin embargo, la organización es aún incipiente.

Las operaciones se caracterizan por el uso de perforadoras eléctricas, explosivos y otros elementos afines para el arranque de la roca mineralizada. En las labores subterráneas se acondicionan a la geometría del yacimiento y a la geografía de su contexto, de tal manera que cuando los accesos son horizontales se utilizan carretillas para el acarreo de mineral a superficie, pero cuando hay condiciones para realizar piques, entonces el mineral es extraído en baldes. El material de roca estéril es abandonado sin mayor control en alguna quebrada. Por la naturaleza del yacimiento esta mina es subterránea, con operaciones típicas de la minería artesanal que comprende los siguientes aspectos operacionales:

- Perforación y voladura.
- Transporte y acarreo de mineral.
- Chancado.
- Amalgamación.

### a. Perforación y voladura

Para la perforación de la roca se suele utilizar perforadoras eléctricas que son equipos de perforación rotativa que emplean barrenos helicoidales accionados por un motor eléctrico de 2,5 kilowatts de potencia. Este grupo electrógeno puede accionar también el aguzador de barrenos, proporcionar luz, etc., e incluso puede accionar una pequeña electrobomba para el sistema de tratamiento por cianuración directa si fuera el caso.

Los barrenos empleados tienen una longitud promedio de 60 a 90 centímetros y un grosor de 32 milímetros. Los equipos son portátiles y son operados por un solo hombre, cada máquina suele tener un peso de 6 kilos.

El consumo de explosivos en la perforación eléctrica por cada taladro de 45 a 60 centímetros es de un cartucho de dinamita (adquirida en el mercado negro a 5 soles la armada), un fulminante y 50 centímetros de guía de seguridad (a este conjunto se le denomina «armada»).

### b. Transporte y acarreo de mineral

El mineral extraído de las labores es trasladado manualmente en bolsas de polipropileno, latas o bolsas de jebe hasta la bocamina, en algunos casos se utiliza carretillas. Desde la bocamina el mineral es transportado a los centros quimbaleteros o a los molinos.



Foto 29. -Apertura y movimiento de material en nueva ocurrencia de cobre - Kiscancha.



Foto 30.- Afloramiento de óxidos de hierro con leyes superiores a 15 % - Hurinquiri.



Foto 31.- Molino de bolas junto con generador junto a los socavones en operación - Lorocani.



Cuando la extracción del mineral se debe realizar con un pique, este se hace a través de un winche manual: el cable de extracción es enrollado a mano en un tambor acoplado directamente a una o dos manivelas.

Dadas las características del centro minero de Lorocani, todas las actividades se realizan en el mismo lugar, lo que facilita el transporte.

### c. Preparación mecánica o chancado

El mineral de mina por lo general se somete a una operación de chancado, seguido por un proceso de escogido manual. Luego se continúa con la molienda tipo batch para reducir al tamaño conveniente para la siguiente etapa.

### d. Amalgamación

La etapa de extracción se realiza por amalgamación en un sistema de quimbaletes de fabricación casera para la separación simultánea del material fino (arcillas, limos y otros) en pozas adyacentes. La pulpa de material fino, que constituye el respectivo relave de amalgamación, se extrae de las respectivas pozas en forma manual mediante el uso de palas; luego se trasladan en carretillas hacia los patios de secado. Se estima que se consume un promedio de 18 metros cúbicos de agua para producir un kilogramo de oro (contenido en la amalgama) por el sistema de quimbaletes.

El producto de la etapa de amalgamación, es decir la amalgama propiamente dicha, pasa a la etapa de fundición para la evaporación/recuperación de mercurio y la obtención del oro metálico refogado. El comprador de oro refogado está instalado en el poblado cercano al centro minero, cuenta con un local-oficina donde además de realizar sus transacciones comerciales, también se dedica a las operaciones de tratamiento piro-metalúrgico de la amalgama.

### Producción minera

Los costos de operación están alrededor de 29 dólares por tonelada, la producción mensual oscila entre 1,5 a 2 toneladas al mes por cuadrilla y la concentración del mineral según el reporte de los mineros es de 20 gramos por tonelada de oro.

La producción se realiza en lotes de 1 a 2 toneladas en sacos de polipropileno; debido al método de extracción, el control la de producción es en baldes, con un promedio de 10 baldes por semana (32 baldes hacen 1 tonelada).

### Labor minera Caychapampa

Situada en el distrito de Velille, provincia de Chumbivilcas, Región Cusco, con coordenadas UTM: 8 393 633 N y 192 925 E. y a una altitud de 3 874 metros.



Foto 32.- Almacén de campamento minero. Nótese el material logístico necesario para realizar la extracción del mineral de la veta - Lorocani.

**Cuadro 2.14**  
**Beneficio económico estimado para un frente minero de Lorocani (Colquemarka)**

Rubros	Costos	Unidades
Costo operativo unitario	29,00	US \$/TM
Costo de transporte	0,00	US \$/TM
Costo de selección y molienda	6,00	US \$/TM
Costo de proceso de recuperación (maquila)	20,00	US \$/TM
Otros gastos 5% fijos	1,75	US \$/TM
Costo total de explotación y recuperación	<b>56,75</b>	<b>US \$/TM</b>
<b>Índices de Tratamiento</b>		
Ley de mineral reportado (artesanos)	0,71	oz/TM
Ley de mineral liquidado	0,56	oz/TM
Ley de mineral reportado (muestra)	1,10	oz/TM
Precio internacional del oro*	900,00	US \$/oz
Precio de venta del doré	470,00	US \$/oz
Ingreso por tonelada tratada	265,26	US \$/TM
Nº de toneladas tratadas por mes	2,00	TM/mes
<b>Beneficio Económico</b>		
Ingreso total por mes	530,51	US \$/mes
Costo total en explotación y recuperación/mes	113,50	US \$/mes
<b>Beneficio total</b>	<b>417,01</b>	<b>US \$/mes</b>

\* Cotización a Julio de 2009



Foto 33. -Trabajadores mineros luego de una jornada de trabajo - Lorocani.

## Accesibilidad

Se accede desde Arequipa, tomando la ruta hasta Yauri (Espinar), recorriendo 70 kilómetros por carretera sin afirmar hasta el abra Marayniyoc, ahí se siguen 7 kilómetros aproximadamente hacia el Noroeste, donde se encuentra la labor minera Caychapampa.

## Marco geológico

La geología local está mayormente formada por intrusivos tonalita-granodiorita de la Unidad Colquemarca, Plutón Colquemarca. El yacimiento es de tipo filoniano, con estructura mineralizada de cobre, potencia 1.80 metros y con rumbo N 15° E y buzamiento 50° NO. El estudio petrográfico reporta roca metamórfica de textura granoblástica, constituida por cuarzo, micas y feldespatos (plagioclasas). Según el estudio minerográfico, la muestra de la roca presenta fragmentos de color gris, rodeados por sulfuros de cobre, malaquita, crisocola y óxidos de hierro; los fragmentos de color gris presentan venillas rellenas de crisocola y malaquita,

dichos minerales también rellenan fracturas de la roca. Se han identificado los siguientes minerales: bornita, digenita, calcosina y calcopirita. La digenita, como granos en intersticios de la ganga, ocurre alterando a la bornita y en sectores se halla intercrecido con la calcosina.

La calcosina de color blanco se halla intercrecida con la digenita, ambos rellenan intersticios o se observa granos diminutos diseminados en la ganga; se ha localizado a la novelita alterando a la bornita. La muestra analizada contiene óxidos de hierro como goetita de forma coliforme, ocurre relleno de intersticios y microfacturas de la ganga. El área está alterada por una intensa silicificación debido a la alteración de los feldespatos por las arcillas débiles.

## Resultados del análisis químico

Los resultados obtenidos de las muestras de campo se muestran a continuación:

**Cuadro 2.15**  
**Resultados del análisis químico - Caychapampa**

Nº Muestra	Oro g/TM	Plata ppm	Cobre %	Manganeso ppm	Arsénico ppm	Detalle
M-43	7,04	37,7	34,45	365	910	Muestra extraída de mineral clasificado (veta).
M-45	7,26	13,3	12,57	235	558	Muestra extraída de veta.



Foto 34. -Afloramiento de cobre localizado muy cerca de la carretera, a la altura del kilómetro 51 de la vía Santo Tomás- Velille - Caychapampa.



Foto 35.- Mineral de cobre con leyes que superan el 30% extraído de un yacimiento recientemente descubierto - Caychapampa.

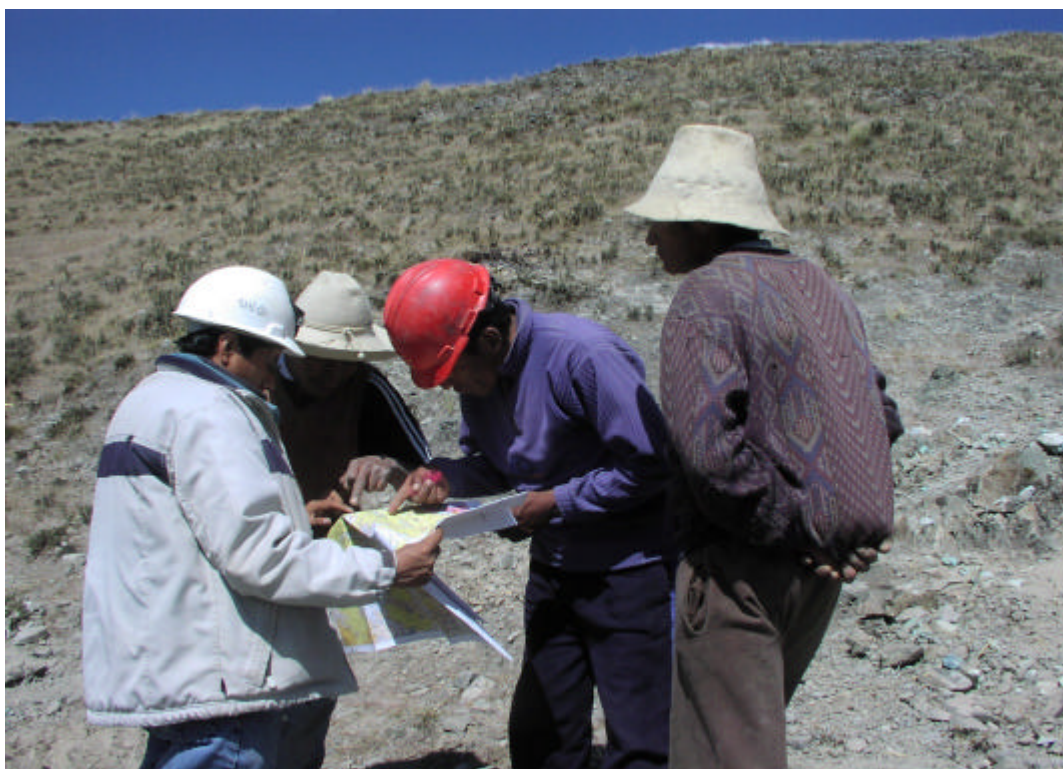


Foto 36.- Ingeniero de INGEMMET brindando asistencia técnica a los mineros de la zona - Caychapampa.

## Operadores mineros

Esta es una operación minera desarrollada recientemente por pobladores de la comunidad de Caychapampa. En la zona encontramos a 5 trabajadores mineros, de los cuales solo uno conoce los temas mineros, el resto son comuneros que se dedican principalmente a las labores propias del campo.

Hasta el momento de la visita tenían acumulado 2 toneladas de mineral de cobre con promedio de 12%, mientras que una muestra de la veta mineralizada arroja más de 34% en ley de cobre y más de 7 gramos por tonelada de ley de oro.

Este trabajo incipiente databa escasamente de 2 a 3 meses al momento de nuestras observaciones y muestra las condiciones precarias en las que trabajan los mineros artesanales de esta zona.

## Producción minera

Los costos de operación están alrededor de veinticinco dólares por tonelada, la producción mensual oscila de 1,5 a 2 toneladas al mes por cuadrilla y la concentración del mineral —según el reporte de los mineros— es de 20% de cobre.

La producción se realiza en lotes de 2 a 3 toneladas colocadas en sacos de polipropileno; debido al método de extracción, el control de la producción se realiza en baldes, con un promedio de 10 baldes por semana (32 baldes hacen una tonelada).

## Labor minera Kimsachata

Ubicada en el distrito de Coporaque, provincia de Espinar, Región Cusco, con coordenadas UTM: 8 362 608 N y 223 595 E, y a 4 297 metros de altitud.

## Accesibilidad

Desde Cusco, siguiendo la ruta a Urcos, Sicuani y Yauri, desde ahí se llega a la mina por trocha carrozable.

## Marco geológico

La mayoría de estos yacimientos de skarn son de cobre, oro y plata, con un contenido metálico de cobre, oro, plata y molibdeno emplazados en las unidades litoestratigráficas de cuarzitas de la formación Soraya, lutitas y areniscas de la formación Mara y calizas de la formación Ferrobamba (Cretáceo inferior); estas rocas son intruidas por las del batolito Andahuaylas-Yauri (Eoceno-Oligoceno). Las estructuras tienen rumbo NO-SE, formado por pliegues y fallas que afectan a las rocas sedimentarias. Las fallas normales de rumbo NE-SO cortan al depósito de skarn y a los intrusivos.

## Operadores mineros

Las operaciones de la zona son realizadas por la empresa ESEMIN EIRL, Unidad Kimsachata, en la actualidad se encuentran en preparación para tratar mineral de oro por el método de cianuración, con leyes de 0,5 a 0,8 onzas por tonelada.

**Cuadro 2.16**  
**Beneficio económico estimado para un frente minero de Caychapampa**

Rubros	Costos	Unidades
Costo operativo unitario	25,00	US \$/TM
Costo de transporte	50,00	US \$/TM
Costo de selección	5,00	US \$/TM
Otros gastos 5% fijos	4,00	US \$/TM
Costo total de explotación y selección	<b>84,00</b>	<b>US \$/TM</b>
<b>Índices de Tratamiento</b>		
Ley de mineral reportado (artesanos)	20,00	%
Ley de mineral liquidado	16,00	%
Ley de mineral reportado (muestra)	34,45	%
Precio internacional del cobre*	2,22	US \$/lb
Precio de venta	10,00	US \$/%
Ingreso por tonelada de mineral	344,50	US \$/TM
Nº de toneladas tratadas por mes	3,00	TM/mes
<b>Beneficio Económico</b>		
Ingreso total por mes	1033,50	US \$/mes
Costo total en explotación y recuperación/mes	252,00	US \$/mes
<b>Beneficio total</b>	<b>781,50</b>	<b>US \$/mes</b>

\* Cotización a Julio de 2009



Foto 37. -Trabajadores de la mina Kimsachata de ESEMIN EIRL escuchan la explicación sobre la geología del área a cargo del ingeniero de INGEMMET.



Foto 38. -Preparación de planta para tratar mineral por el método de cianuración en columnas - Kimsachata.

**SECTOR II – REGIÓN CUSCO**  
**Labores Mineras y Ocurrencias visitadas**

N°	Ocurrencias o Labores Mineras	Hoja	Coordenadas		Tipo de Yacimiento	Elementos	Minerales		Roca Caja	Formación Geológica	Unidades Litoestratigráficas*
			Este	Norte			Mena	Ganga			
1	Canchapatacunca	28-t	265 554	8 493 166	Skarn	Au-Cu	cp	cz, mt, hm	Meta-Sed.	Ananea	(SD-a)
2	Huirinquiri	29-s	182 198	8 423 068	Placer	Fe (Au-Ag)	ox fe	cz, mt, hm	Sed.	Cuatenario - pleistoceno	(Qp-m)
3	Katanga	29-s	197 720	8 402 959	Pórfidos-Skarn	Cu-Au-Ag	cp	cz, mt, hm	Caliza	Ferrobamba	(Ki-f)
4	Kisicancha	29-s	200 928	8 412 909	Skarn	Au (Ag, Sb, Zn)	ef	cz, cac	Calizas	Coporaque	(Ki-f)
5	Achumoyo	29-t	278 077	8 404 385	Skarn	Sb-Ag-Au	ox fe	cz, mt, hm	Meta-Sed.	Ananea	(SD-a)
6	Canta Canta	29-t	278 653	8 404 252	Filoneano	Sb-Ag-Au	cz, mt, hm	cz, mt, hm	Meta-Sed.	Ananea	(SD-a)
7	Caychapampa	30-s	192 925	8 393 633	Filoneano	Au(Zn-Ag-Cu)	cp, ef	cz, mt, hm	Intrusivos	Colquemarca	(PN-co-co/fo)
8	Kimsachata	30-s	223 595	8 362 608	Skarn	Au(Ag-Sb-Zn)	ef	cac, cz, mt, hm	Caliza	Ferrobamba	(Ki-f)
9	Lorocani	29-q	818 258	8 418 101	Filoneano	Au, Ag, Cu	cp	cac, cz, mt, hm	Intrusivo	Colquemarca	(PN-co-co/fo)

\* Simbología de las Edades y Unidades

# CAPÍTULO III

## ACTIVIDAD MINERA ARTESANAL EN LAS REGIONES DE MOQUEGUA Y TACNA

### ASPECTOS GENERALES DEL SECTOR III

#### Descripción del ámbito de estudio

Las regiones de Moquegua y Tacna se encuentran ubicadas al sur del país en la costa peruana, limitan al Oeste con el océano Pacífico, al sur con Chile, al norte con Arequipa y al noreste con Puno. La geografía es típica de altiplano de baja temperatura, la cordillera de los Andes y una zona de pampas. Tanto Tacna como Moquegua tienen 4 subregiones bien definidas:

**Zona de costa alta:** comprende las faldas de la cordillera de los Andes que tiene alturas desde 500 a 1000 metros sobre el nivel del mar.

**Zona de planicie:** es una extensa llanura cuya cota se encuentra entre 200 y 1 200 metros sobre el nivel del mar, exceptuando algunas franjas verdes que se extienden en las orillas de los ríos. Esta zona se caracteriza por ser árida y desértica.

**Zona de cordillera:** es un sistema montañoso cuyas aguas pertenecen a las vertientes del Pacífico. La elevación de esta zona varía de 1 200 a 4 000 metros sobre el nivel del mar. Se caracteriza por una relativa abundancia de precipitación pluvial debido a su clima frío.

**Zona del altiplano:** es una vasta meseta comprendida entre 4 000 y 4 500 metros sobre el nivel del mar, constituida por tierras estériles y subtundras.

#### Ubicación

El área de estudio comprende parte de las regiones de Moquegua y Tacna, y abarca una extensión aproximada de 17 500 kilómetros cuadrados. Está delimitada por las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud Sur: 16° 00' 00" – 18° 00' 00"

Longitud Oeste: 71° 00' 00" – 70° 00' 00"

El ámbito de estudio está cubierto por los siguientes cuadrángulos: Ichuña (33-u), Pichacani (33-v), Omate (34-u), Huaitire (34-v), Moquegua (35-u), Tarata (35-v) y Locumba (36-u). Asimismo, comprende las provincias de General Sánchez Cerro y Jorge Basadre, y los distritos de Ichuña, Ilabaya e Ite.

### Accesos

#### Vía terrestre

Este sector está conectado con Lima, la capital de la República, mediante la carretera Panamericana Sur. Esta vía asfaltada ingresa a este Sector en el kilómetro 1 144 de la ruta Lima-Moquegua. Esta misma vía comunica a Arequipa con Moquegua (227 kilómetros) y a Tacna con Moquegua (159 kilómetros); el viaje dura aproximadamente 1 hora con 30 minutos.

El acceso al resto del sector está facilitado por varias carreteras afirmadas, trochas carrozables, así como numerosos caminos de herradura que conectan con localidades pobladas, minas antiguas o abandonadas y labores mineras de los mineros artesanales.

#### Vía aérea

Existen vuelos diarios de Lima a Tacna que duran aproximadamente 1 hora con 35 minutos.

### Datos geográficos

El área de estudio posee un relieve muy accidentado, al Este la cordillera Occidental bordea la gran meseta andina y sobre su suelo destaca el volcán Ubinas, uno de los más importantes y que se encuentra en actividad.

En la zona se encuentran los siguientes pisos altitudinales: costa, yunga marítima, quechua, suni, puna, janca. Asimismo, dentro del territorio se pueden encontrar valles, volcanes, pampas, nevados y abras.

### Geomorfología

Las unidades geomorfológicas que se diferencian en el área son:

- Llanura costanera
- Flanco andino
- Cadena de conos volcánicos

Estos rasgos se desarrollan a manera de fajas longitudinales, con características propias relativas a altitud, relieves, clima y geología.



### **a. Llanura costanera**

Es un territorio llano y árido constituido por depósitos clásticos semiconsolidados de la formación Moquegua, del Terciario superior. Las capas de dicha formación tienen un suave buzamiento al SO. La formación se encuentra extensamente recubierta por un delgado manto aluvial de pie de monte, de edad cuaternaria.

Presenta numerosas quebradas profundas y secas, verdaderos cañones que corren en dirección SO.

Las secciones planas entre dos quebradas constituyen las pampas, que son erosionadas constantemente por las quebradas.

### **b. Flanco andino**

Al Este y Noreste de la llanura costanera se extiende el flanco andino, cuya porción principal atraviesa diagonalmente este sector. Es un territorio formado de rocas volcánicas y macizos intrusivos; en conjunto muestra una topografía abrupta y bastante disectada.

El límite de ambas unidades geomorfológicas está marcado por un cambio notable en la pendiente.

En el flanco andino se distinguen dos configuraciones: la parte alta que es un terreno de fuerte pendiente y topografía difícil, que se eleva rápidamente hasta altitudes de 3 100 a 3 400 metros, mientras que la parte baja es un terreno de superficie moderadamente ondulada e inclinada al SO, con algunos sectores planos.

### **c. Cadena de conos volcánicos**

En el borde occidental del altiplano meridional, desde los 16° de latitud hacia el Sur, se desarrolla una faja montañosa formada por una sucesión de conos volcánicos que tienen orientación de NO-SE. Entre estos conos volcánicos se levantan los volcanes Arundane y Chuquiamenta que también han sido afectados por la glaciación cuaternaria.

## **Clima y vegetación**

El clima de la costa de Moquegua es muy variado, templado y húmedo, con escasas precipitaciones, alta nubosidad en invierno y elevada presión atmosférica. El clima de los valles de Tacna y Moquegua no es uniforme debido a que dos terceras partes de su territorio corresponden a la faja de costa y la tercera parte se halla situada en las alturas de la cordillera.

En las regiones interandinas, el clima es propio de aquellos territorios que se encuentran entre el nivel del mar y debajo de 100 metros de altitud. A medida que se va ascendiendo se suceden los climas templados; templados fríos y glaciales. Los climas

templados corresponden a las zonas yungas y suni, en tanto que el frío, las altas punas y el clima glacial a zonas con cumbres elevadas.

Los habitantes de las zonas altas se dedican especialmente al cultivo de alfalfa, papas, habas y otros productos típicos de la región andina. En las orillas del río Desaguadero, a 3 800 metros sobre el nivel del mar, se dedican a la ganadería, además de la pesca.

La temperatura promedio es de 16 °C. Las temperaturas más frías (8 °C) corresponden a los meses de julio y agosto, y las máximas se alcanzan en enero y febrero (28 °C).

En la región de Tacna, los meses de invierno (junio a setiembre) se caracterizan por las frecuentes neblinas que invaden no solo los valles y la ciudad sino también las pampas elevadas del Campo de la Alianza.

Las lluvias son muy escasas y varían mucho de un año a otro. Generalmente se presentan en los meses de julio a octubre y, al igual que las neblinas, contribuyen al desarrollo de la vegetación en las lomas.

## **Hidrografía**

Tacna se encuentra ubicada al pie de la meseta del Titicaca, que se eleva a 4 000 metros sobre el nivel del mar por los flancos norte y este, abarcando territorios del Perú y Bolivia, en una zona volcánica donde se levantan altos picos como el Tacora (5 942 metros), y el sistema andino llamado cordillera del Barroso donde se alzan los elevados picos Achacollos, Coruña, Casirini, Inuicha y el Antajave.

Los ríos que dan origen a los valles del mismo nombre son: Caplina, Uchusuma, Sama y Locumba. Los ríos de la Región Tacna tienen corto recorrido ya que nacen del contrafuerte de la cordillera Occidental de los Andes; algunos tienen caudal permanente que disminuye en invierno.

Los principales ríos son: Caplina, Sama, Locumba y Uchusuma.

Uchusuma es el sistema llamado Maure Grande, que nace en la sierra de Tacna como afluente del Desaguadero. Los orígenes del Uchusuma se encuentran en los nevados de Casiri e Ñuma.

El río Caplina se inicia en el flanco oeste del río Tacora que pasa por la ciudad de Tacna después de haber recibido las goteras de las quebradas del Diablo y Chero. El Caplina solo lleva agua en su sector interandino, quedando seco su cauce costero y reduciéndose a un subescurrimiento que se aprovecha mediante la perforación de pozos. En Tacna sus aguas se pierden por infiltración, evaporación y uso total.

El río Sama toma ese nombre desde la confluencia de los ríos Salado y Tala. Los ríos Ancocollo y Caño nacen de los bofedales en torno a las elevaciones del Chajua, donde se han formado pequeñas lagunas a causa de la escasa pendiente y las corrientes discurren casi horizontalmente. La confluencia de los ríos Quenesani y Yabroco forman el Salado, y la confluencia del Pistala y Tarucachi forman el Tala, cuya confluencia con el Salado da lugar al río Sama.

La cuenca alta del río Locumba es bastante extensa en comparación con las cuencas media y baja. En ella se observa una amplia extensión de bofedales y también una cadena importante de nevados entre los que destacan: el volcán Incamane, cerro Calientes, Tutupaca y Chuquiama.

El río Locumba tiene sus orígenes en una zona de lagunas, entre ellas Suches, Vizcachas y Lariscota, con cuencas cerradas aun cuando todo hace suponer que sus infiltraciones escurren principalmente a las cuencas de Locumba y Sama.

## Principales lagunas de la Región Tacna

### Laguna de Aricota

La laguna de Aricota se encuentra ubicada en el distrito de Quilahuani, provincia de Candarave, a una altura de 2 800 metros y una extensión de 1 440 kilómetros cuadrados, con 800 millones de metros cúbicos de capacidad. Sus afluentes son el río Callazas cuyo origen está en las alturas del distrito de Candarave y el río Salado que tiene su origen en las alturas del distrito de Susapaya.

### Laguna de Vilacota

La laguna de Vilacota se encuentra ubicada en el distrito de Susapaya, provincia de Tarata; su cuenca tiene una extensión de 193 km<sup>2</sup> y 145 millones de metros cúbicos de capacidad. Está rodeada por los centros poblados de Vilacota, Queulliri y Tacjata; sus aguas sirven para consumo humano, para regar las tierras de cultivo del distrito de Susapaya y también proporciona agua para el proyecto Kovire.

### Laguna de Suches

La laguna de Suches se encuentra en el distrito de Candarave, provincia del mismo nombre, sus aguas recorren 370,5 kilómetros por la cuenca del río Locumba, y tiene una capacidad de 106,6 millones de metros cúbicos.

En la Región Moquegua destaca el río del mismo nombre, que tiene sus orígenes en las alturas de los nevados Chuquiama y Arundane. Sus cursos son alimentados principalmente por las precipitaciones que caen del flanco occidental a la cordillera de los Andes y, en menor incidencia, por aporte del deshielo de los

nevados. En sus nacientes toma el nombre de río Asana, posteriormente adopta los nombres de Coscori y Tumilaca, a la altura de la ciudad de Moquegua toma su nombre, y finalmente los de Osmore e Ilo hasta su desembocadura. Sus afluentes principales son los ríos Torata, Huaracane y la quebrada seca de Guaneros en la margen derecha, y el río Capillune en la margen izquierda.

El área de drenaje mide 3 480 kilómetros cuadrados y su longitud es 139 kilómetros, con pendiente promedio de 3,6%, más pronunciada en los afluentes, como en el caso del río Asana, donde alcanza hasta 6,5%.

La superficie de la cuenca húmeda es de 680 kilómetros cuadrados y representa el 19,5% del área total de la cuenca, lo que contribuye al escurrimiento superficial. La red hidrográfica es controlada en los ríos Tumilaca y Torata mediante las estaciones de aforo de Chivaya e Ichupampa. La cuenca tiene forma alargada, adelgazándose a medida que el río se acerca a su desembocadura; presenta un relieve general escarpado, de fondo profundo y quebrado, con fuertes pendientes. La parte superior cuenta con cierto número de lagunas de origen pluvial; en su parte inferior ha formado una pequeña llanura producto de la deposición del material transportado por el río. Destacan también las lagunas: Vizcachas, Chapioca, Ajuachaya y Jucumarini.

## Actividades económicas

La economía de la Región Tacna está condicionada al recurso hídrico que es insuficiente para atender la demanda de la población y de la actividad agrícola. Los escasos recursos hídricos usados actualmente en la agricultura provienen de las cuencas del Caplina, el Sama y el Locumba.

La agricultura en los valle de Tacna y Tarata está dedicada a los cultivos de vid, caña de azúcar, papa, algodón, trigo, alfalfa, ajos y frutales, destacando entre estos últimos los de olivo y pero.

La minería es otro de los importantes agentes económicos de la economía de Tacna y Moquegua. Las minas de cobre de la empresa Southern Peru Copper Corporation se encuentran en Toquepala y Cuajone, mientras que en Ilo se encuentra la planta de refinación de cobre.

El comercio es otro rubro importante que dinamiza la economía no solo de la región sino de todo el sur debido a la ubicación fronteriza con Arica, puesto que esta ciudad requiere de artículos de primera necesidad debido a la falta de recursos naturales. De acuerdo a la estructura del producto bruto interno, la economía de Tacna se basa en el comercio, la minería, industria manufacturera, la agricultura, etc.

A nivel de grandes sectores económicos, la estructura del PBI regional se presenta de la siguiente manera: El sector primario

(agricultura, pesca y minería) tiene una participación de más de 17%, el sector secundario (manufactura y construcción) más de 18% y el sector terciario (comercio, alquiler de vivienda, productores de servicios gubernamentales y otros servicios) conglomerada más del 60% del PBI de la región.

La economía de Moquegua gira en torno a la producción agropecuaria (frutales, trigo, maíz, cebada, papa, viñedos, olivares, algodón, etc.), ganadera (vacunos, ovinos y camélidos), pesquera (90% de la extracción está orientada hacia la producción de harina y aceite de pescado destinadas al mercado internacional), y a la explotación minera de cobre y las actividades de la fundición de Ilo.

### Situación social

De acuerdo a la distribución de grupos poblacionales, Moquegua y Tacna se encuentran en el cuarto grupo de los menos pobres; considerando que el primer grupo es de más pobreza, el espacio que ocupan lo comparten con Arequipa, sumando así tres regiones menos pobres después de Lima y Callao.

Moquegua tiene una población de 159 306 habitantes, su índice de desarrollo humano (IDH) es 0,6435, y por ello se ubica en el quinto lugar, en tanto que Tacna tiene 274 496 habitantes, índice de desarrollo humano de 0,6685 y ocupa el segundo lugar en el ranking.

En la Región Moquegua el 27% de la población se encuentra en el rango de extrema pobreza, mientras que en Tacna solo 19,8% de la población es extremadamente pobre.

El grado de alfabetismo es de 94% en Moquegua y en Tacna 95,6%, mientras que el promedio de ingreso familiar es de 440,8 nuevos soles por mes en Moquegua y en Tacna 558,1 nuevos soles por mes. Además, 12% de la población de Moquegua no cuenta con agua, el 16 % no tiene servicio de desagüe y el 19% no cuenta con electricidad; y finalmente el grado de desnutrición alcanza al 10%. En el caso de Tacna, el 9% de la población no cuenta con agua, el 8% no tiene servicio de desagüe e igual porcentaje no cuenta con electricidad, en tanto que el grado de desnutrición casi alcanza el 9%.

**Cuadro 3.1**  
**Índice de Desarrollo Humano**

Región	Provincia	Población	IDH	Ingreso familiar per cápita \$/. por mes
Moquegua	Mariscal Nieto	70 460	0,6423	432,6
	General Sánchez Cerro	25 809	0,6092	394,9
	Ilo	63 037	0,6580	468,7
Tacna	Tacna	250 509	0,6715	558,1
	Candarave	8 543	0,6156	512,7
	Jorge Basadre	8 814	0,6868	712,0
	Tarata	6 630	0,6088	509,5

Fuente: Informe sobre desarrollo humano. PNUD, 2006.

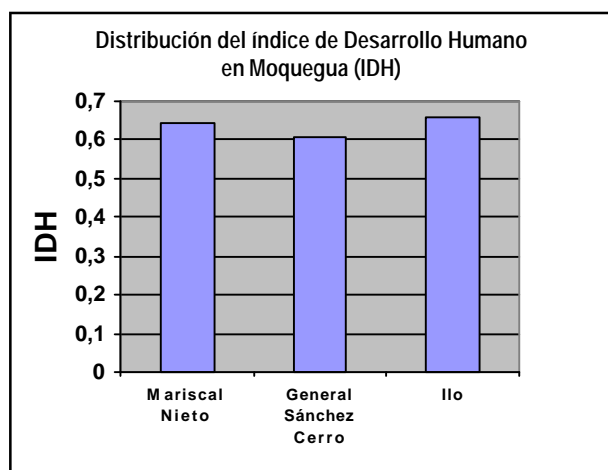


Figura 3.1: Índice de desarrollo Humano de Moquegua

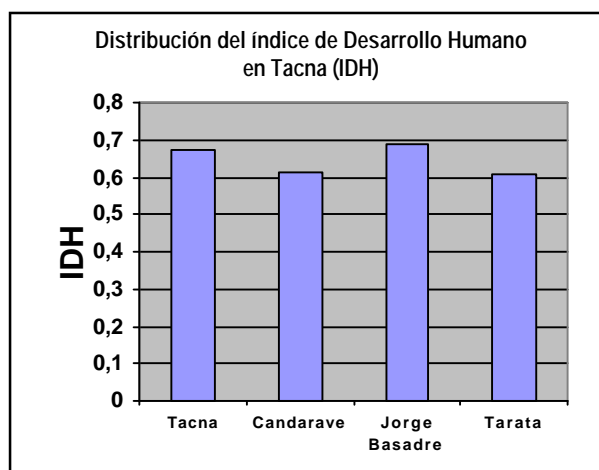


Figura 3.2: Índice de desarrollo Humano de Tacna

## ASPECTOS GEOLÓGICO-MINEROS

### Geología

El flanco occidental de los Andes, donde se hallan ubicadas las regiones de Moquegua y Tacna, pertenece desde el punto de vista metalogenético a la Provincia Cuprífera del Pacífico, que incluye los territorios de Perú y Chile. En las regiones de Tacna y Moquegua las minas más representativas son: Toquepala, Quellaveco, Cuajone, El Chorro y La Mancha, que se encuentran en el lado oriental de los cuerpos diorítico-granodioríticos del Cretáceo-Terciario inferior. Los intrusivos posiblemente pertenecen al batolito Andino que han sido intruidos por stocks más jóvenes de composición intermedia (dacitas y pórfido monzonítico).

### Estratigrafía

#### Grupo Yura

En el cuadrángulo de Ichuña las rocas más antiguas pertenecen al grupo Yura que aflora formando una faja de rumbo Noroeste-Sureste, con relieve pronunciado, que separa a la hoja en dos partes. La litología está compuesta esencialmente de cuarcitas (70 a 80% del total) con intercalaciones de lutitas, calizas, areniscas rojas continentales y algunos lechos de carbón.

#### Cuarcitas

Son las rocas más abundantes de la serie, en fractura fresca tienen una coloración blanca o gris con manchitas de limonita o de magnetita. El color de alteración es rojizo y el tamaño del grano va de fino a medio. Se presentan en bancos con grosores que varían de 0,5 a 5 metros, con una frecuente estratificación cruzada, que se encuentra a menudo marcada por alineamientos de pequeños granos negros (magnetita probablemente).

#### Lutitas

Intercalaciones escasas y muy irregulares de lutitas rojas, grises, negras o verdes se presentan dentro de las cuarcitas; así, en paquetes de más de 50 metros de espesor solo se intercalan unos centímetros de lutitas y, otras veces, en varias decenas de metros de cuarcitas no se encuentran dichas rocas.

#### Calizas

Estas rocas constituyen intercalaciones con espesor muy variable (entre 5 a 10 metros), siempre tienen coloración negra e intemperizan a gris. Las calizas se presentan en capas de 50 centímetros de espesor y tienen una matriz fina y microcristalina. En general, las capas se sobreponen directamente sin intercalaciones arcillosas o margosas.

### Volcánico Matalaque

Una serie de rocas volcánicas cubiertas con discordancia angular por el grupo Tacaza aflora alrededor del pueblo de Matalaque, ubicado en la parte sur de la hoja 34 u (Omate).

Esta serie volcánica está compuesta de rocas muy alteradas debido esencialmente a un metamorfismo de contacto ocasionado por la intrusión granodiorítica de Chijulaque. Las rocas se presentan muy diaclasadas, cortándose en paralelepípedos de 10 a 20 centímetros de arista, con una pátina verdusca o rojiza, ofreciendo en corte fresco una coloración verde o negra. A pesar del estado de alteración de las rocas se ha podido reconocer dacitas, andesitas, brechas volcánicas y tufos ácidos con fragmentos de pómez.

### Edad y correlación

No ha sido posible asignar una edad o por lo menos una posición exacta al volcánico Matalaque. Szekely (1963) admitió una edad Toquepala para este volcánico, pero observaciones recientes hechas en el cuadrángulo de Omate, cerca del pueblo de Carumas (Mendivil 1966) muestran que rocas equivalentes al volcánico Matalaque están cubiertas por las calizas Arcurquina y reposan sobre sedimentos que probablemente pertenecen a la formación Murco.

### Grupo Puno

En el cuadrángulo de Ichuña se ha dado el nombre de grupo Puno a una potente serie de clásticos y volcánicos con litología muy variada, que suprayacen en discordancia angular al grupo Yura.

En el grupo Puno de Ichuña se han diferenciado las siguientes unidades, de abajo hacia arriba: conglomerado Ciguaya, formación Pichu, volcánico Tolapalca y formación Quemillone.

### Conglomerado Ciguaya

Es el conglomerado de base del grupo Puno por estar bien expuesto en la quebrada de dicho nombre, que es afluente del río Tambo.

El conglomerado sobreyace en discordancia angular sobre el grupo Yura, su espesor es variable: en la quebrada Ciguaya alcanza de 350 a 400 metros, en el valle del río Ichuña (parte alta del río Tambo) solo tiene 30 a 40 metros y en el río Paltuture 100 a 1 650 metros. De modo general el conglomerado muestra rápidos adelgazamientos y por ello su aspecto es lenticular.

Visto de lejos presenta un color rojo, sus componentes esenciales son cantos medianamente redondeados de cuarcitas y calizas

negras arrecifales, provenientes del grupo Yura. También se observaron unos gujarros de grauvacas verdes muy feldespáticas, probablemente de origen casi contemporáneo con la deposición de los conglomerados.

### **Formación Pichu**

Bajo el nombre de formación Pichu se describe una gruesa serie volcánico-clástica continental, con una gran extensión en la hoja de Ichuña y fuera de ella. Esta formación sobreyace casi concordantemente al conglomerado Ciguaya y con discordancia angular al grupo Yura, encontrándose cubierta en discordancia erosional por el volcánico Tolopalca y por la formación Quemillone. Esta serie continental es de color verde muy típico, muestra relieves suaves en los cuales destacan algunos bancos de tufos, brechas o ignimbritas que se presentan mejor consolidados que las demás rocas.

### **Volcánico Tolopalca**

Se ha dado el nombre de volcánico Tolopalca a una intercalación de 100 metros de andesitas oscuras que con discordancia erosional yacen sobre la formación Pichu e infrayacen en igual relación a la formación Quemillone. Este volcánico se localiza en la parte norte de la hoja, cerca del pueblo del mismo nombre, donde aflora en el flanco sur de un sinclinal; es lenticular y presenta solución de continuidad hacia la hoja de Lagunillas del lado norte.

La roca es una andesita maciza con una pátina rojiza o verdosa y coloración oscura en corte fresco, ciertas zonas muestra un diaclasamiento importante y una frecuente disyunción en placas de 10 a 15 centímetros

### **Formación Quemillone**

Se ha designado así a una serie compuesta de capas generalmente lacustres intercaladas con algunos bancos de tufos, coladas de lavas y brechas, que afloran en la hacienda Quemillone, ubicada en la hoja de Lagunillas.

La litología está compuesta de una alternancia aparentemente irregular de conglomerados de grano fino a grueso, lutitas rojas, tufos retrabajados, calizas lacustres en bancos de 3 a 4 metros de espesor, y grauvacas a menudo con estratificación cruzada.

Las rocas de la formación Quemillone tienen la misma composición mineralógica y química que las de la formación Pichu, pero el grano es generalmente más fino y la estratificación es mucho más regular y delgada.

### **Grupo Tacaza**

En la hoja de Ichuña el grupo Tacaza está representado por una

potente serie volcánica que ha sido llamada volcánico Llallahui, nombre tomado del cerro homónimo, ubicado al noroeste de la hoja. El volcánico en referencia se ha incluido en el grupo Tacaza debido a estudios hechos en zonas vecinas al cuadrángulo. En el grupo Tacaza de la hoja de Omate se han incluido los tufos Huaylillas y el volcánico Llallahui. El conjunto descansa con discordancia angular leve sobre el grupo Puno (S. Mendivil, comunicación oral).

El volcánico Llallahui constituye generalmente zonas altas con topografía suave, a veces interrumpida por barrancos formados en derrames más resistentes que las demás rocas. De lejos este volcánico tiene un color rojo uniforme, cuya monotonía se rompe en algunos casos por unas fajas blancas correspondientes a bancos de tufos.

### **Formación Maure**

En Bolivia esta formación fue estudiada por Ahlfeld (1960) con el nombre de Mauri; posteriormente Mendivil (1963) la describe bajo la denominación de Maure.

En el cuadrángulo de Ichuña la formación Maure aflora en la zona noroeste, donde sobreyace en discordancia erosional angular. Las rocas de esta formación muestran una topografía suave, tienen estratificación delgada, coloración blanquecina, amarillenta y rara vez oscura, su espesor varía de 100 a 150 metros. Está constituida por depósitos lacustres interestratificados de una manera irregular con piroclásticos.

Las calizas forman la base de la formación Maure en los cerros Pillote y Cineguilla. Se presentan en bancos de 50 centímetros de espesor, con un color beige en corte fresco y pátina gris blanca en afloramiento, alcanzan un grosor de 10 a 15 metros y contienen pinolitos calcáreos de diferentes dimensiones en cemento también calcáreo, cuyos intersticios están rellenos por calcedonia.

Las areniscas son arcóscicas de grano fino, medio y grueso, de color gris, amarillo y blanco, con frecuente estratificación cruzada (hacienda Matazo) y se presentan en bancos de 10 a 50 centímetros, intercaladas con otros depósitos. Las rocas volcánicas están representadas por piroclásticos (tufos y lapillo) y una colada de basaltos.

### **Volcánico Sencca**

Mendivil (1963) describe bajo el nombre de volcánico Sencca una serie de rocas piroclásticas de poco espesor (80 metros) y de gran extensión. Los tufos son generalmente de naturaleza riolítica, blanquecinos, brechoides, muy porosos, livianos, con colores de alteración blanco o gris azulado y figuras de erosión ruiforme (carretera a Imata, a unos kilómetros fuera del límite norte del cuadrángulo).

Las numerosas inclusiones que contienen corresponden a fragmentos de rocas volcánicas, mayormente pómez fibrosa, riolítica, con diámetros variables entre 5 y 50 milímetros.

### **Volcánico Chila**

Los afloramientos del volcánico Chila son escasos en la hoja de Ichuña y generalmente forman la base de algunos aparatos volcánicos, por ejemplo del cerro Altamoco en el noroeste de la hoja Ubinas, y son conocidos como los cerros Parhuane Grande y Parhuane Chico. Existen afloramientos aislados al noreste del caserío de Chacalaque, existen afloramientos aislados.

Las rocas del volcánico Chila son andesitas basálticas de pátina rojiza, en corte fresco muestran una coloración negruzca. En sección delgada presentan una textura porfiroide con matriz microlítica y fenocristales a menudo zonados, con una proporción de anortita más fuerte hacia el centro que en la periferia; existen también fenocristales de piroxeno (augita); la biotita es rara, en ciertos casos hay lamprobolita e hipersteno; el zircón y la apatita son escasos; también se observa frecuentemente titanio-magnetita e ilmenita, encontrándose esta última generalmente como agujas dentro de la lamprobolita.

### **Volcánico Barroso**

Bajo este nombre se define una serie de rocas volcánicas compuestas mayormente de lavas andesíticas y de ignimbritas hacia el tope.

Las lavas y piroclásticos están inclinados sobre los flancos de los conos y su posición es horizontal o casi horizontal cuando se alejan de estos. Se presentan en coladas de 2 a 10 metros de espesor y alcanzan un grosor máximo de 1 000 metros. La roca tiene una pátina rojiza y en corte fresco muestra una matriz violácea y algunas veces gris, con manchas blancas correspondientes a fenocristales de plagioclasas.

### **Volcánico Ubinas**

El volcán se encuentra en la porción suroeste de la hoja de Ichuña, con una altura de 5 672 metros sobre el nivel del mar y una elevación de 1 000 metros sobre las pampas adyacentes. Su cráter tiene aproximadamente 1 000 metros de diámetro y 500 metros de profundidad. Su estructura es típica de los estrato-volcanes.

En una sección desde el cerro Titi hasta el Ubinas se presentan, encima del volcánico Llallahui, unas lavas afaníticas negras del volcánico Chila; luego (el contacto no es visible) se encuentran andesitas rojas con disyunción en placas pertenecientes al volcánico Barroso, sobre las cuales descansan andesitas negras que alteran con bancos irregulares de piroclásticos pertenecientes al volcánico Ubinas.

### **Morrenas y fluvioglaciares**

Las morrenas están compuestas de bloques angulosos de diferentes dimensiones en una matriz areno-arcillosa. Los elementos de la matriz han sido retirados y quedan únicamente los bloques más gruesos tal como se presentan al pie del volcán Ubinas; pero en todo caso la naturaleza de los elementos de estas morrenas varía de acuerdo a la roca madre.

### **Depósitos aluviales**

Se ha definido como depósitos aluviales a los conos de escombros y a los resultados de la alteración in situ de las rocas, incluyendo a los depósitos de arena de pampa del Confital que se deben a la alteración del volcánico Sencca y del grupo Barroso, cuyas arenas no parecen haber sufrido un transporte importante, pese a los persistentes e intensos vientos del área.

Cerca del volcán Ubinas y esparcidos por diferentes lugares aledaños se encuentran depósitos de cenizas volcánicas de poco espesor, que se suponen originados por las emisiones de dicho volcán. Las cenizas volcánicas son de color gris y están compuestas de fragmentos de pómez, feldespatos, ferromagnesianos, poco cuarzo e incluyen lapillo de diferentes dimensiones.

### **Intrusiones plutónicas**

#### **Batolito de Apurímac**

Las diferentes rocas plutónicas del batolito de Apurímac intruyen y metamorfozean a las formaciones mesozoicas del Terciario inferior que fueron previamente deformadas por eventos tectónicos.

Los intrusivos plutónicos se encuentran en gran parte de los cuadrángulos de Santo Tomás, Antabamba y Chalhuanca.

#### **Granodiorita**

La granodiorita en corte fresco es una roca de grano grueso, de color gris blanquecino, con manchas negras, plagioclasas y ferromagnesianas (biotita y hornblenda). Hay numerosos xenolitos de roca gris oscura de grano más fino que la granodiorita. Filones de aplita de diferentes dimensiones y direcciones cortan al stock. Las dimensiones principales de las diaclasas son tres, a saber: N-S, buzamiento vertical; N50°E, buzamiento 65°SE; E-W, buzamiento 10° - 20°N.

#### **Aplita**

Esta roca se presenta en forma de diques en todo el macizo granodiorítico y algunos afectan a las rocas que rodean al plutón. Los diques tienen diferentes orientaciones y sus espesores varían de 0,5 a 50 metros.

También se ha observado un filón aplítico cortando a un xenolito, lo cual indica la juventud de los filones con respecto al resto de la intrusión.

### Intrusiones hipabisales

En la hoja de Ichuña las intrusiones hipabisales tienen numerosos afloramientos y aparecen formando diques, sills y stocks de dimensiones variables. El más grande de estos cuerpos es el stock que está ubicado en la pampa de Suype, en la porción suroeste de la hoja, con un diámetro de 6 kilómetros.

### Metamorfismo de contacto

El metamorfismo de contacto de la intrusión de Chijulaque es débil y su aureola, aunque de ancho irregular, nunca alcanza grandes dimensiones. Es posible que la granodiorita represente solo la parte superior de una intrusión mayor, por lo que dicho magma se habría enfriado en parte hasta llegar a su emplazamiento, perdiendo a su vez un alto porcentaje de sus mineralizaciones.

Las rocas encajonantes de la granodiorita de Chijulaque son mayormente andesitas, pero al este y noreste la intrusión corta los clásicos de la formación Pichu. En las andesitas se nota únicamente un «endurecimiento» de la roca y en el microscopio se ve una proporción de epidota mayor que en la roca no metamorfozada.

### Tectónica

Entre 1977 y 1979 los geólogos franceses Dalmayrac, Laubacher, Marocco y Megar determinaron en la cordillera Oriental una tec-

tónica con estructura planar de cuatro fases a nivel nacional:

- La fase más antigua, contemporánea con el metamorfismo principal se encuentra enmarcada por las otras y ha sido determinada por estudios petromineralógicos en esquistosidades internas de los porfidoblastos.
- Se evidencia por micropliegues isoclinales, cuyos ejes tienen dirección E-O con planos axiales horizontales.
- Esta fase se caracteriza por replegamientos de la esquistosidad de la fase anterior. Sus ejes de pliegues tienen orientación promedio N-S, siendo la esquistosidad ligeramente inclinada a subhorizontal.
- Esta fase es identificada a través de estructuras en las que se puede observar un ensamblaje netamente postmetamórfico con pliegue tipo chevrón, la dirección de sus ejes es N-S, y sus planos axiales son subverticales.

En cuanto a la tectónica de profundidad, cobertura y superficie, se ha diferenciado un zócalo plástico, una zona de amortiguamiento, otra de transición incompetente y una de pliegues amplios y callamiento o simplemente ondulaciones.

### Mineralización

La mineralización metálica se halla de preferencia en las rocas del grupo Yura y en las andesitas del volcánico Llallahui, que consiste en vetas de galena asociada con pirita, calcopirita, tetrahedrita y blenda. Los yacimientos de Toquepala, Quellaveco y Cuajone se ubican en el lado oriental de los cuerpos dioríticos-granodioríticos del Cretáceo-Terciario inferior; los intrusivos que pertenecen al batolito Andino están intruidos por stocks más jóvenes de composición intermedia (dacíticas, pórfidos monzoníticos, etc.). La

### Estratigrafía del Sector III Moquegua-Tacna

Era	Sistema	Serie	Unidades Litoestratigráficas		Rocas ígneas	
CENOZOICA	Cuaternario	Holocena	Depósitos aluviales Morrenas y fluvio-glaciares		Qh-al Qh-flg	
		Pleistocena	Volcánico Ubinas		Qpl-vu	
	Neógeno	Pliocena	Grupo Barroso Volcánico Chila Volcánico Sencca		Np-ba Np-vch Np-vs	
		Miocena	Formación Maure		N-m	Rocas hipabisales
	Paleógeno	Oligocena Eocena	Grupo Tacaza		P-t	Batolito de Apurímac
		Paleocena	Grupo Puno	Fm. Quemillone Volc. Tolapalca Cong. Ciguaya Fm. Pichu	Pp-q Pp-vt Pp-cci Pp-pi	
MESOZOICA	Cretáceo	Superior				
		Inferior	Volcánico Matalaque		Ki-vm	
	Jurásico	Superior	Grupo Yura		Js-y	

mineralización consiste de una diseminación fina de sulfuros en toda la roca alterada, en forma de cristales de grano pequeño o como pequeños agregados de cristales y vetillas. Los minerales primarios son principalmente pirita, calcopirita y en pequeñas cantidades bornita, escalerita y molibdenita, que en la superficie han sido oxidados y lixiviados.

### Características mineralógicas

El área minealizada está caracterizada por una fuerte alteración hidrotermal que afecta a todas las rocas que afloran, con excepción de las latitas porfíricas. Se refiere que la intensidad de la alteración varía de las porciones centrales hacia la periferia. En las zonas más intensas, los productos de alteración son cuarzo, sericita y arcilla; hacia los bordes, y más lejos de la estructura mineralizada,

la alteración grada hasta las facies de propilitización. Igualmente indican que los eventos de la mineralización son complejos y fueron precedidos por una alteración hidrotermal.

### Áreas de mayor concentración de cobre y oro

Gran parte de la formación Ferrobamba (formación Arcurquina) ha sido intruida por cuerpos ígneos de diferente composición dando lugar a metasomatismo de contacto y recristalización, extendiéndose de centímetros a kilómetros y afectando una serie de alteraciones en su composición mineralógica.

Las áreas de mayor posibilidad de concentración de cobre y oro, trabajadas eventualmente por los mineros artesanales, están ubicadas en el cuadro siguiente:

**Cuadro 3.2**  
**Áreas de mayor concentración de cobre y oro en el Sector III Moquegua-Tacna**

Centro Minero	Vértice	Norte	Este	Características
Jesus Maria	1	8 228 000	356 000	Mapa 19 (Pichacani), yacimientos de pórfido, skarn, diseminados, intrusivos granodioríticos, tonalitas, monzonitas, dioritas en contacto con el grupo Maure, arenas intercaladas con calizas.
	2	8 204 000	356 000	
	3	8 204 000	340 000	
	4	8 228 000	340 000	
Cuyacpisqui - Siete Amores - Potosí	1	8 228 000	337 000	Mapa 20 (Ichuña), yacimientos de skarn, pórfidos, epitermales, intrusivos, granodioritas, tonalitas, en contacto con volcánicos andesíticos porfíricos.
	2	8 206 000	337 000	
	3	8 206 000	322 000	
	4	8 228 000	322 000	
Nórvil	1	8 108 000	332 000	Mapa 21 (Moquegua), yacimientos, de skarn, pórfidos, intrusivos, granodioritas, tonalitas en contacto con volcánicos andesíticos porfíricos.
	2	8 096 000	332 000	
	3	8 096 000	340 000	
	4	8 076 000	340 000	
	5	8 076 000	224 000	
	6	8 080 000	224 000	
	7	8 080 000	320 000	
	8	8 084 000	320 000	
	9	8 084 000	316 000	
	10	8 088 000	316 000	
	11	8 088 000	312 000	
	12	8 092 000	312 000	
	13	8 092 000	308 000	
	14	8 096 000	308 000	
	15	8 096 000	304 000	
	16	8 108 000	304 000	
Lúzbel	1	8 038 000	300 000	Mapa 22 (Locumba), yacimientos filonianos, intrusivos granodioríticos, tonalitas, monzonitas, dioritas del Cretáceo inferior.
	2	8 024 000	300 000	
	3	8 024 000	288 000	
	4	8 032 000	288 000	
	5	8 032 000	292 000	
	6	8 036 000	292 000	
	7	8 036 000	296 000	
	8	8 038 000	296 000	



## ÁREAS MINERAS ARTESANALES VISITADAS EN EL SECTOR III

### Áreas de ubicación de pequeños operadores mineros

Las áreas visitadas se presentan en el cuadro siguiente.

**Cuadro 3.3**  
Labores visitadas en el Sector III  
(Moquegua y Tacna)

Nombre de la ocurrencia	Hoja	Este	Norte
Jesús María	33-v	347 299	8 216 499
Cuyacpisqui	33-u	323 621	8 218 242
Siete Amores	33-u	334 095	8 218 783
Potosí	33-u	332 249	8 207 924
Nórvil	35-u	337 838	8 082 928
Lúzbel	36-u	288 240	8 029 848

### Depósito de relave Jesús María

Ubicado en el distrito de Ichuña, provincia de General Sánchez Cerro, Región Moquegua, con coordenadas UTM: 8 216 499 N y 347 299 E, y altitud de 4 663 metros.

#### Accesibilidad

Desde Arequipa hacia Humajalzo, pasando por Torata a través de una carretera asfaltada, luego por carretera afirmada hasta el abra Chocojorani, de ahí se sigue una trocha carrozable hasta Ichuña, desde donde se recorren 15 kilómetros hacia el Este para llegar al depósito de relave Jesús María.

#### Descripción de la disposición del relave

Junto al río y a la población de Jesús María se ha encontrado terrazas de sedimentos de relave cuyo origen se debe a antiguas operaciones mineras en busca de oro.

Se ubicó y muestreo los relaves dispuestos en un espacio de 50 por 150 metros de lado y una altura de 2 metros, haciendo un volumen total aproximado de 15 000 metros cúbicos de relaves de oro con leyes promedio de 0,8 gramos por tonelada.

Los relaves son transportados y aprovechados por la Compañía Minera Frontera N° 1, quienes realizan trabajos de cianuración en la zona de Mollepunco, situada en el distrito de San Antonio Esquilache, provincia y departamento de Puno, en las coordenadas UTM: 8218631 N y 351948 E, con altitud de 4 092 metros sobre el nivel del mar. (Mapa 19).

### Resultados del análisis químico

**Cuadro 3.4**  
Resultados del análisis químico - Jesús María

N° Muestra	Oro ppb	Plata ppm	Cobre ppm	Manganeso ppm	Arsénico ppm	Detalle
M-49	823	> 10	1 283	7 012	742	Muestra de relave

Según información recogida en la zona, la comunidad vendió parte de los relaves a la Compañía Minera Frontera N.º 1 pero esta transacción no continuó por desacuerdos entre ambas partes.

Como se ha señalado, la concentración de oro está en el orden de 0,8 gramos por tonelada, cantidad que solo puede permitir márgenes de utilidad si se minimizan los costos del transporte. Se presume que por tal razón la empresa Frontera N-º1 viene operando muy cerca de los relaves.

#### Muestreo de sedimentos

Se muestrearon sedimentos en el recorrido que hace el río aguas abajo de la planta de cianuración de la empresa Frontera N.º 1 y pasada la zona de relave en el poblado de Jesús María.

Sin embargo, se debe destacar que el afluente principal es el río San Antonio, que viene de la mina San Antonio de Esquilache, considerada como pasivo ambiental por el Ministerio de Energía y Minas.

El muestreo se realizó debido a las observaciones de los pobladores del pueblo de Ichuña sugieren la existencia de contaminantes en las aguas del río San Antonio en el tramo que atraviesa el poblado.

Los análisis fueron realizados en los laboratorios SGS, con el método EPA 3050B:1994. Acid Digestion of Sediments, Sludges and Solids/EPA – 6010B, Inductively Coupled Plasma – Atomic Emission Spectrometry, para metales ICP en Suelo y EPA-747-A: 1994; Mercury in Solid and Semisolid Waste, para mercurio en suelo.

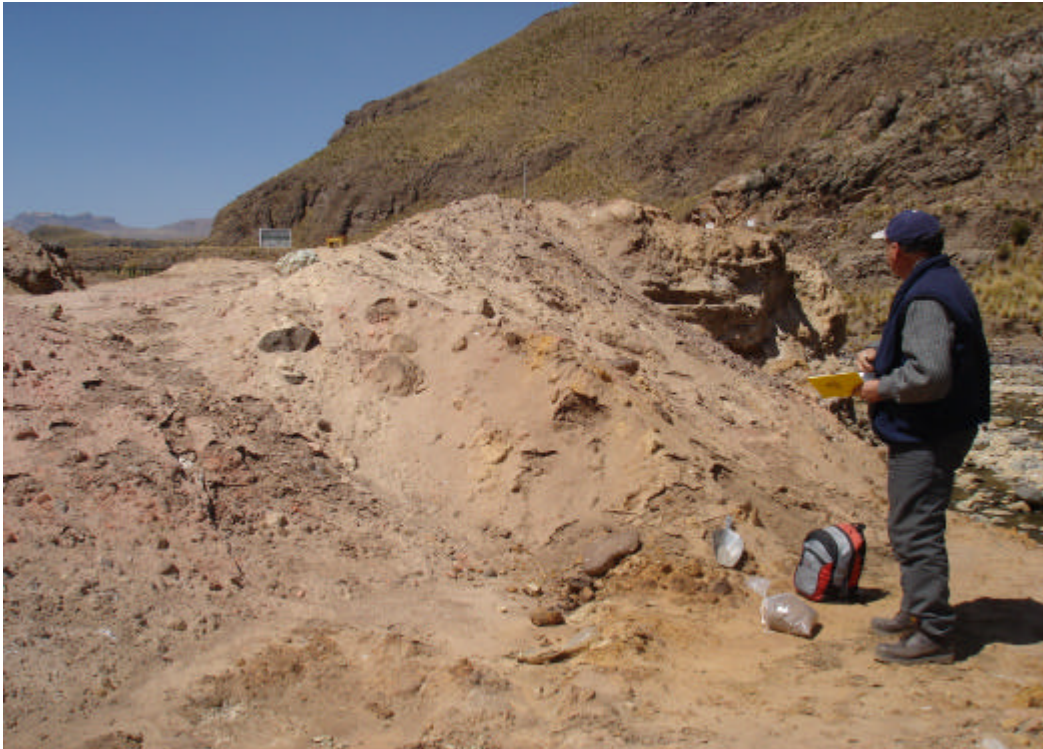


Foto 39.- Relaves coloniales depositados en el margen izquierdo del río San Antonio - Jesús María.



Foto 40.- Relaves al costado de la iglesia del poblado de Jesús María.

**Estaciones de muestreo**

Se realizó un muestreo de sedimentos superficiales en el tramo comprendido entre Pacchiri y Mollepuncu, aguas arriba de Ichuña sobre el río San Antonio de Esquilache. Se tomaron tres muestras referenciales de sedimentos en el mes de setiembre de 2007 (Mapa 20).

**Valores referenciales**

Los valores de referencia son estimados de las concentraciones de metal original natural en diferentes tipos de agua de Suecia.

**Cuadro 3.5**  
**Ubicación de las estaciones de muestreo de sedimentos**

N°	Hoja	Código de hoja	Lugar próximo	Código de muestra	Coordenadas UTM		Cota
					Norte	Este	
1	Pichacani	33-v	Mollepuncu	SED-13	8 218 307	351 359	4 872
2	Pichacani	33-v	Mollepuncu	SED-14	8 218 036	351 074	4 855
3	Pichacani	33-v	Pacchiri	SED-15	8 215 829	344 662	4 634

**Metales en sedimentos**

**Cuadro 3.6**  
**Límite Máximo Permissible (LMP) en sedimentos según la Tabla de Suecia**

Clase	Cobre ppm	Plomo ppm	Zinc ppm	Cadmio ppm	Arsénico ppm	Mercurio ppm	Cromo ppm	Níquel ppm
Muy bajo	< 15	< 50	< 150	< 0,8	< 5	< 0,15	< 15	< 5
Bajo	15 – 25	50 – 150	150 – 300	0,8 – 2,0	5 – 10	0,15 – 0,3	15 – 25	5 – 15
Mod. alto	25 – 100	150 – 400	300 – 1000	2 – 7	10 – 30	0,3 – 1	25 – 100	15 – 50
Alto	100 – 500	400 – 2000	1000 – 5000	7 – 35	30 – 150	1 – 5	100 – 500	50 – 250
Muy alto	> 500	> 2000	> 5000	> 35	> 150	> 5	> 500	> 250

La clasificación de concentración de metales en sedimentos se basa en la distribución de concentración de sedimentos de superficie de lagos de Suecia (mg/kg de sustancia seca en superficie).

**Resultados de laboratorio e interpretación**

El reporte de laboratorio de tres muestras de metales pesados

tales como: mercurio, arsénico, cadmio, cromo, cobre, níquel, plomo y zinc, para sedimentos de zona en contexto de planta de cianuración se resume así:

**Cuadro 3.7**  
**Resultado de laboratorio para elementos en sedimentos**

Elemento	Mercurio	Arsénico	Cadmio	Cromo	Cobre	Níquel	Plomo	Zinc
Método	ICM12B	Met. Suelo	Met. Suelo	Met. Suelo	Met. Suelo	Met. Suelo	Met. Suelo	Met. Suelo
Límite Detección	0,01	3	1	1	0,5	1	2	0,5
Unidad	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
SED 13	5,18	26	2,57	38	72,7	19,80	94,8	706
SED 14	9,97	57	12,60	48	123,4	27,00	235,0	2 682
SED 15	1,24	58	2,43	42	51,1	21,10	77,5	715

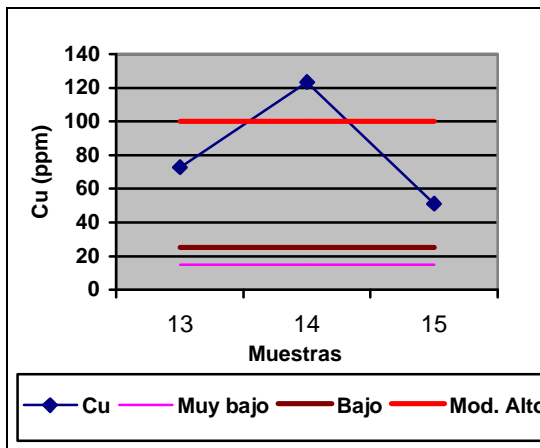


Figura 3.4: Cobre en sedimentos del río San Antonio.

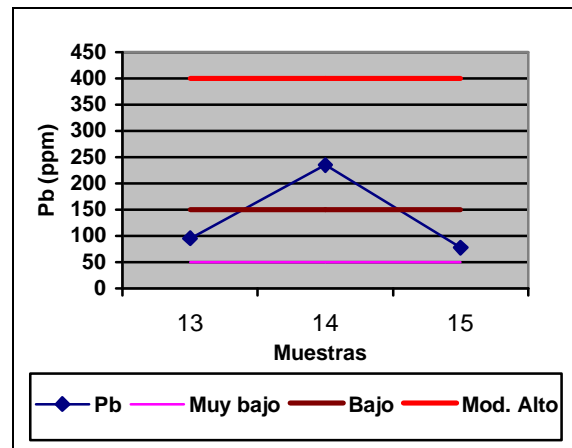


Figura 3.5: Plomo en sedimentos del río San Antonio.

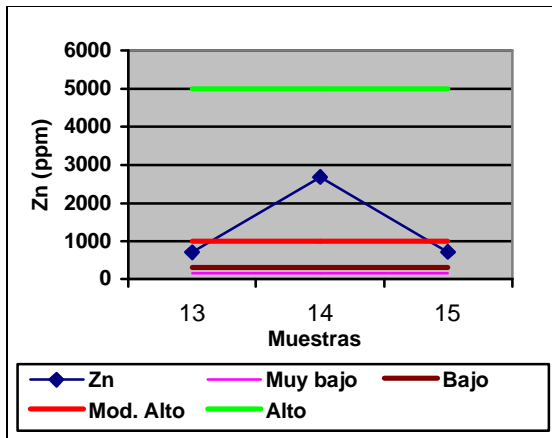


Figura 3.6: Zinc en sedimentos del río San Antonio.

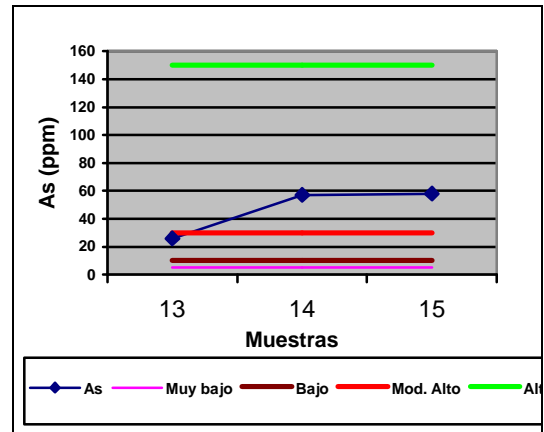


Figura 3.7: Arsénico en sedimentos del río San Antonio.

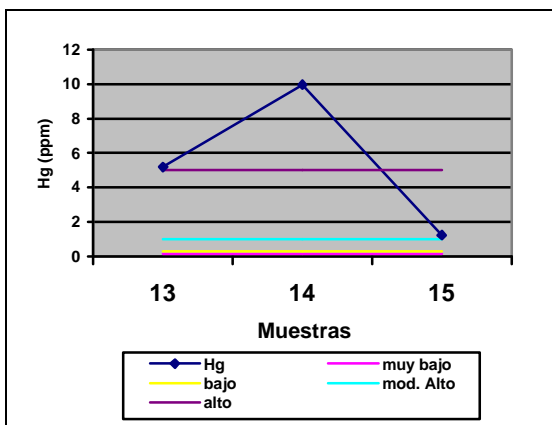


Figura 3.8: Mercurio en sedimentos del río San Antonio.

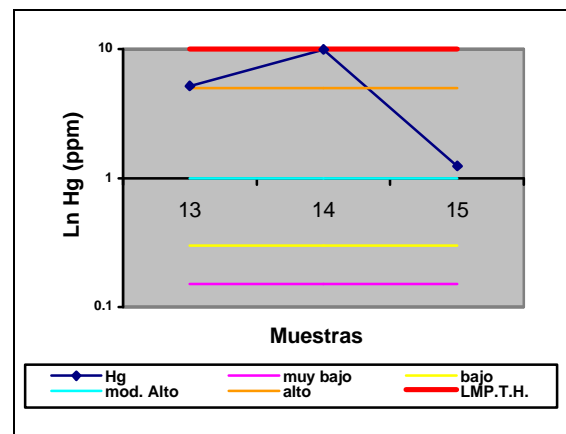


Figura 3.9: Mercurio en sedimentos rio San Antonio (Escala logarítmica).

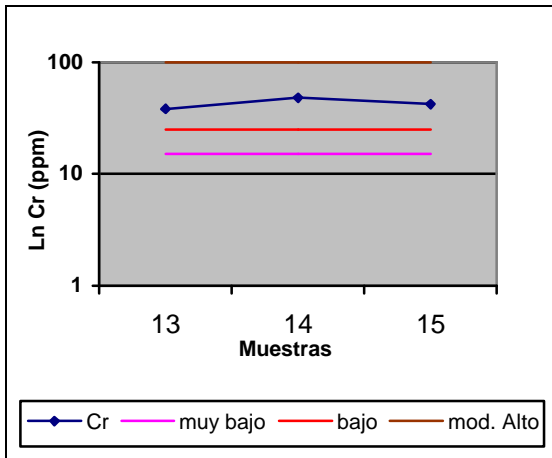


Figura 3.10: Cromo en sedimentos del río San Antonio.

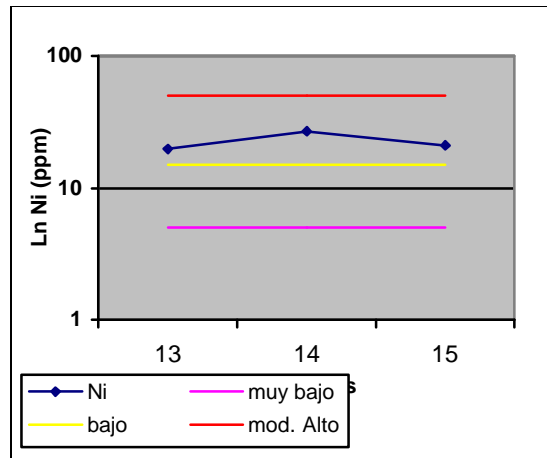


Figura 3.11: Níquel en sedimentos del río San Antonio.

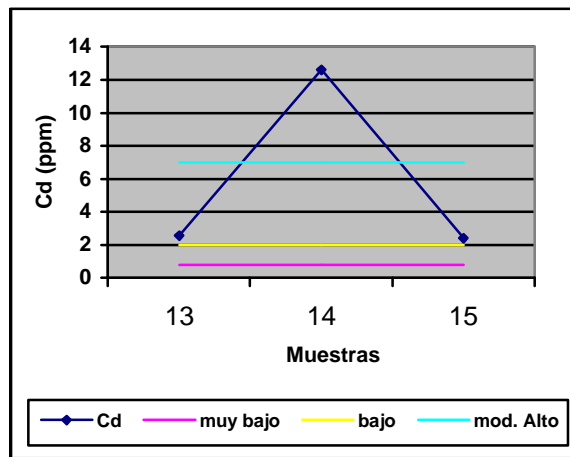


Figura 3.12: Cadmio en sedimentos del río San Antonio.

De los gráficos se desprende que en el punto de muestreo 14, el cobre se encuentra en el umbral alto, en tanto que las muestras 13 y 15 se encuentran en el umbral moderadamente alto. La concentración más alta de plomo se encuentra en la muestra 14 cuyo umbral es moderadamente alto, mientras que las muestras 13 y 15 se encuentran en el umbral bajo. En la muestra 14, el zinc tiene concentraciones que superan las 2 500 ppm, ubicándose en el umbral alto, mientras que las muestras 13 y 15 se ubican en el umbral moderadamente alto con concentraciones que superan ligeramente las 700 ppm.

El arsénico tiene concentraciones superiores a 50 ppm en las muestras 14 y 15 que se encuentran en el umbral alto, mientras que la muestra 13 está en el umbral moderadamente alto.

En la muestra 14, el mercurio tiene concentraciones que superan el umbral alto, ubicándose en el umbral muy alto. Si se compara con la tabla holandesa el límite de la muestra 14 linda con el límite máximo permitido. La muestra 13 supera ligeramente el umbral

alto, ubicándose en el umbral muy alto, mientras que la muestra 15 se ubica en el umbral alto.

En las tres muestras el cromo y el níquel se encuentran en el umbral moderadamente alto. En el caso del cadmio, la concentración de la muestra 14 se encuentra en el umbral alto, mientras que las muestras 13 y 15 se ubican en el umbral moderadamente alto. Se concluye que los metales pesados de las muestras estudiadas se encuentran en concentraciones significativas entre el umbral moderadamente alto y alto. El ambiente geológico que comprende el tramo entre Pacchiri y Mollepuncu está definido por limoarcillas, arenas y conglomerados intercalados con calizas lacustrinas, que posiblemente neutralizan las concentraciones aguas abajo.

Las aguas del río San Antonio vienen de la antigua mina polimetálica de San Antonio de Esquilache, considerada por el Ministerio de Energía y Minas como pasivo ambiental, pudiéndose atribuir a este punto de origen las concentraciones de metales pesados en el tramo observado.



Foto 41.- Poza de cianuración de la Compañía Minera Frontera N.º 1.



Foto 42.- Muestreo de tramo de río San Antonio en el punto Jesús María.

## Labor Cuyacpisqui

Localizada en el distrito de Ichuña, provincia de General Sánchez Cerro, Región Moquegua, en las coordenadas UTM: 8218242 N y 323621 E, y altitud de 4380 metros.

### Acceso

Se accede desde Arequipa hacia Humajalco, pasando por Torata a través de una carretera asfaltada, luego se sigue por carretera afirmada hasta el abra Chocojorani, de ahí por trocha carrozable hasta Ichuña y luego de un recorrido de 13 kilómetros hacia el Noroeste se llega a la mina Cuyacpisqui.

## Marco geológico

Esta roca muestra una brecha alterada por óxidos de hierro. Está compuesta por fragmentos líticos y de cristales en matriz de feldespatos alterados por arcillas y óxidos de hierro. Según estudios de microscopía, la roca está constituida por fragmentos de roca porfírica, fragmentos de cristales de plagioclasas y de cuarzo primario en matriz de feldespato con vidrio volcánico, arcilla, óxidos de hierro y carbonatos.

Los fragmentos líticos de origen volcánico y de textura porfírica están compuestos por fenocristales de plagioclasas con formas euhedrales a subhedrales; también ocurren moldes de cristales alterados por carbonatos y óxidos de hierro (Informe de R. Andrade, Laboratorio de INGEMMET).

## Resultados del análisis químico

**Cuadro 3.8**  
Resultados del análisis químico - Cuyacpisqui

Nº Muestra	Oro ppb	Plata ppm	Cobre ppm	Molibdeno ppm	Arsénico ppm	Detalle
M-50	5	>10	>10 000	28,1	1976	Muestra de veta
M-51	<5	>10	>10 000	44,1	1966	Muestra extraída de cancha



Foto 43. -Estructura mineralizada de cobre y oro con evidencias de reciente explotación - Cuyacpisqui.

Este depósito se encuentra dentro del grupo Maure (Mendivil, 1965), constituido por areniscas tobáceas verdosas y conglomerados de tufos, limonitas y arcillas. Es una zona brechada del Neógeno.

La mineralización está relacionada con pequeñas estructuras mineralizadas de cobre y oro.

La descripción mineralógica demuestra que son fragmentos de brecha en la que se observa pequeñas rocas de color gris claro parcialmente limonitizado, contenidos en una matriz oxidada. Se observa fracturas rellenas por carbonatos y silicatos de cobre. Presentan los siguientes minerales: ganga, calcopirita, calcosina, bornita, covelita, óxido de hierro, hematina, rutilo, hematina y magnetita (Informe de L. Ramírez, Laboratorio de INGEMMET).

### Labor Siete Amores

Situada en el distrito de Ichuña, provincia de General Sánchez Cerro, Región Moquegua, en las coordenadas UTM: 8 218 783 N y 334 095 E, con altitud de 4 348 metros.

#### Accesibilidad

Se accede desde Arequipa hacia Humajalco, pasando por Torata a través de una carretera asfaltada, luego se llega hasta el abra Chocojorani por carretera afirmada, de ahí se toma una trocha carrozable hasta Ichuña, para luego recorrer 4 kilómetros hacia el Noroeste y llegar a la labor Siete Amores.

#### Marco geológico

Es un depósito de tipo filoniano, con mineralización de oro, plata y cobre; las vetas de cuarzo emplazan a la granodiorita del Terciario inferior a medio.

La estructura, veta de cuarzo, tiene rumbo N 50° E, y buza 63° NO, con una longitud de 90 metros.

La roca está clasificada como una brecha alterada por carbonatos y óxidos de hierro en matriz pardusca, con porosidades y fracturas rellenas por minerales de cobre.

### Resultados del análisis químico

**Cuadro 3.9**  
**Resultados del análisis químico - Siete Amores**

Nº Muestra	Oro ppb	Plata ppm	Cobre ppm	Molibdeno ppm	Arsénico ppm	Detalle
M-54	5	>10	>10 000	2,11	>10 000	Muestras de veta

#### Estudios petrográficos

Según los resultados de microscopía, son rocas compuestas por fragmentos líticos y cristales en matriz compuesta por carbonatos con óxidos de hierro con gruesas venas de carbonatos que atraviesan la muestra.

También se observan fragmentos de roca volcánica con textura porfirítica (andesita) compuesta de moldes de fenocristales de feldspatos alterados por arcillas, otros por cloritas y moldes de máficos alterados por carbonatos, minerales de cobre y óxidos de hierro (Informe de R. Andrade, Laboratorio de INGEMMET).

#### Estudios mineragráficos

Los resultados de microscopía presentan fragmentos de roca de color gris pardo claro por el contenido de óxidos de hierro, y gris oscuro en matriz afanítica gris pardo claro y blanco grisáceo con presencia de sulfuros de cobre.

En los estudios de microscopía se observó que la arsenopirita se presenta como inclusión en los fragmentos de ganga transparente, y es reemplazada por la digenita y calcosina, y es alterado parcialmente por los óxidos de hierro. Asimismo rellena fracturas de la ganga y presentan formas euhedrales de tamaños menores.

Alteraciones: carbonatación intensa, oxidación, silicificación débiles (Informe de L. Ramírez, Laboratorio de INGEMMET).

### Labor Potosí

Ubicada en el distrito de Ichuña, provincia de General Sánchez Cerro, Región Moquegua, en las coordenadas UTM: 8 207 924 N y 332 249 E, con altitud de 4 918 metros.

#### Accesibilidad

Se accede desde Arequipa hacia Humajalco, llegando a Torata a través de una carretera asfaltada, de ahí se sigue por carretera afirmada hasta el abra Chocojorani, por donde se toma una trocha carrozable hasta Ichuña, para luego recorrer aproximadamente 18 kilómetros hacia el Suroeste hasta la labor Potosí.



### Marco geológico

Es una ocurrencia de rocas de la formación Colquerane del grupo Tacaza, lavas andésiticas porfíricas de color gris parduscas; además se han observado en toda la zona fragmentos de cuarcitas.

Estudios minerográficos (macroscópicos) muestran fragmentos de brecha constituida por fragmentos de roca de formas subangulosas, de color gris claro, en una matriz oxidada que contiene fragmentos de color gris claro, afanítico de menor granulometría.

En estudios de microscopía se observó pseudomorfos de hematina incluidos en fragmentos de ganga transparente y como cementante de la ganga que constituye la matriz. La hematina se presente también como impregnación y rellenando microfacturas.

La pirita se presenta como inclusión en los fragmentos de ganga transparente, presentan formas euhedrales.

El oro nativo se presenta en los bordes del fragmento, tiene forma anhedral (Informe de L. Ramírez, Laboratorio de INGEMMET).

### Resultados del análisis químico

**Cuadro 3.10**  
**Resultados del análisis químico - Potosí**

Nº Muestra	Oro ppb	Plata ppm	Cobre ppm	Molibdeno ppm	Arsénico ppm	Detalle
M-57	<5	0,6	360	0,67	55	Muestra de estructuras mineralizadas
M-59	<5	0,5	410	0,77	41	Muestra de cancha



Foto 44.- Estructura de depósito tipo filoniano, con mineralización de oro y cobre con rumbo N 50° E y buzamiento 63° NO - Siete Amores.



Foto 45.- Cancha de mineral de cobre dispuesto para su clasificación - Siete Amores.



Foto 46.- Alteración de oxidación en el cerro Potosí.

## Labor Nórvil

Localizada en el distrito de Ilabaya, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna, con coordenadas UTM: 8 082 928 N y 337 838 E, y a una altitud de 2 771 metros.

### Accesibilidad

Desde Arequipa se llega hasta la garita Cimarrona de la mina Toquepala a través de la carretera asfaltada, de ahí se sigue hasta Higerane por carretera afirmada, luego se recorren 8 kilómetros al Noreste por trocha carrozable y camino de herradura para llegar a la mina Nórvil.

### Marco geológico

Es un depósito filoniano de cobre y oro, de la superunidad Yarabamba. Los estudios minerográficos muestran roca brechosa constituido por fragmentos de color pardo oscuro por la presencia

de óxidos de hierro, donde se observan concentraciones de silicatos y carbonatos de cobre, los cuales también rellenan finas fracturas. Mediante la microscopía se observaron los siguientes minerales: ocurren escasos granos de calcopirita diseminados en la ganga, o es alterada a modo de corona por las limonitas, presenta formas anhedrales con tamaños menores de 25 micrones.

La pirita se presenta alterada por las limonitas-goetitas quedando relictos de éste mineral.

Las limonitas goetitas reemplazan a la pirita y a la calcopirita a modo de corona (en algunos casos quedan relictos y como impregnación), junto con la crisocola rellenan cavidades e intersticios, así como numerosas venillas subparalelas y entrecruzadas de la ganga.

Se ha observado un grano de oro nativo de forma anhedral de tamaño 20 micrones que rellena una oquedad de la ganga (Informe de L. Ramírez, Laboratorio de INGEMMET).

## Resultado del análisis químico

Cuadro 3.11

Resultados del análisis químico - Nórvil

Nº Muestra	Oro ppb	Plata ppm	Cobre ppm	Molibdeno ppm	Arsénico ppm	Detalle
M-60	3 017	>10	>10 000	136,9	181	Muestra obtenida de cancha dispuesta en zona de selección.



Foto 47.- Afloramiento de veta de cobre en roca volcánica andesítica - Cerro Potosí.



Foto 48.- Contexto de la mina Nórvil, al fondo ven los arreglos de los que fue la zona de planta.



Foto 49.- Restos de mineral de cobre dispuestos en zona de cancha - Nórvil.

### Operadores mineros

Según las evidencias de campo, la ley promedio está entre 3 a 5 gramos por tonelada de oro y 7 a 8% de cobre, el costo de tratamiento asciende a 100 dólares por tonelada y el costo por transporte es 90 dólares por tonelada.

El precio del cobre está relacionado a la concentración. En este caso el mercado paga 10 dólares por cada punto porcentual.

El precio del oro refogado (doré) en el mercado local es en promedio 450 dólares por onza.

Se ha estimado para la zona un costo de operación alrededor de 25 dólares por tonelada y una producción mensual aproximada de 6 toneladas. La concentración del mineral según el reporte del laboratorio es de 3 gramos por tonelada de oro.

### Producción minera

El análisis económico reporta una cifra negativa que refleja el carácter no rentable de este centro minero. Este resultado también puede explicar porqué no se trabaja en esta zona de manera permanente.

**Cuadro 3.12**  
Participación de los costos unitarios

Operaciones unitarias	Costo US \$/TM	Porcentaje participación
Perforación	10,5	36
Voladura	3,5	12
Acarreo	11,0	38
<b>Total</b>	<b>25,0</b>	<b>100</b>

### Labor Minera Lúzbel

Está situada en el distrito de Ite, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna, en las coordenadas UTM: 8 029 848 N y 288 240 E, a una altitud de 563 metros.

### Accesibilidad

Se accede Arequipa hasta Ite, pasando por Ilo en un recorrido por carretera asfaltada, de ahí se recorren 8 km por trocha carrozable hacia el Noroeste hasta localizar la labor Lúzbel.

**Cuadro 3.13**  
Beneficio económico estimado para un frente minero de Nórvil

Rubros	Costos	Unidades
Costo operativo unitario	25,00	US \$/TM
Costo de transporte	90,00	US \$/TM
Costo de selección y molienda	6,00	US \$/TM
Costo de proceso de recuperación (maquila)	90,00	US \$/TM
Otros gastos 5% fijos	6,05	US \$/TM
Costo total de explotación y recuperación	<b>217,05</b>	<b>US \$/TM</b>
<b>Índices de Tratamiento</b>		
Ley de mineral reportado (artesanos)	0,18	oz/TM
Ley de mineral liquidado	0,14	oz/TM
Ley de mineral reportado (muestra)	0,11	oz/TM
Precio internacional del oro*	900,00	US \$/oz
Precio de venta del doré	450,00	US \$/oz
Ingreso por tonelada tratada	64,80	US \$/TM
Nº de toneladas tratadas por mes	6,00	TM/mes
<b>Beneficio Económico</b>		
Ingreso total por mes	388,80	US \$/mes
Costo total en explotación y recuperación/mes	1302,30	US \$/mes
<b>Beneficio total</b>	<b>-913,50</b>	<b>US \$/mes</b>

\* Cotización a Julio de 2009

### Marco geológico

El depósito está formado por rocas intrusivas, granodiorita y diorita del Cretáceo inferior.

La roca está clasificada como diorita porfírica, en la que se observan fenocristales de plagioclasas en matriz fina de color gris, con costras de minerales de cobre, observándose además venas de cuarzo que atraviesan la muestra.

Los resultados de microscopía nos muestran rocas porfíricas compuestas por fenocristales de plagioclasas en matriz granular de plagioclasas, así como escaso cuarzo primario con cloritas intersticiales. Se hallan cristales fracturados en el nivel local. También se observan moldes de plagioclasas alteradas por sericita y otros moldes de fenocristal, posiblemente de biotita alterada por cloritas y epidotas.

Presenta minerales opacos con formas euhedrales que se hallan diseminados en clivaje de micas y en intersticios de la matriz, y

están siendo alterados por óxidos de hierro, observándose algunos moldes completamente alterados. Asimismo se presentan biotitas secundarias en venas de cloritas con epidotas, y están parcialmente impregnadas por óxidos de hierro.

Se presentan venas y venillas entrecruzadas rellenas por agregados de clorita, biotitas y epidotas, en algunos casos parcialmente teñidas por óxidos de hierro.

En cuanto a las alteraciones, se ha identificado cloritización intensa, sericitización, epidotización débil y oxidación incipiente (Informe de R. Andrade, Laboratorio de INGEMMET).

El estudio mineralográfico presenta fragmentos intensamente alterados por los óxidos de hierro, con presencia de silicatos y carbonatos de cobre.

Se observaron los siguientes minerales: ganga, calcopirita, pirrotita, óxidos de hierro, calcosina, digenita y covelita (Informe de L. Ramírez, Laboratorio de INGEMMET).



Foto 50.- Estructura mineralizada de cobre con buzamiento subvertical - Lúzbel.

**Resultados del análisis químico**

**Cuadro 3.14**  
**Resultados del análisis químico - Lúzbel**

Nº Muestra	Oro ppb	Plata ppm	Cobre ppm	Molibdeno ppm	Arsénico ppm	Detalle
M-62	42	0,50	>10 000	13,3	16	Muestra de veta
M-65	62	0,63	>10 000	164,0	15	Muestra de veta



Foto 51.- Afloramiento de veta mineralizada en ambiente de rocas intrusivas - Lúzbel.

**SECTOR III – REGIONES MOQUEGUA Y TACNA**  
**Labores Mineras y Ocurrencias visitadas**

N°	Ocurrencias o Labores Mineras	Hoja	Coordenadas		Tipo de Yacimiento	Elementos	Minerales		Roca Caja	Formación Geológica	Unidades Litoestratigráficas*
			Este	Norte			Mena	Ganga			
1	Jesús María	33-v	347 299	8 216 499	Terraza de Relave	Au	-	-	-	-	-
2	Cuyacpisqui	33-u	323 621	8 218 242	Pórfidos-Skarn	Cu-Au-Ag	cp	py, cz,	Volcánica	Maure	(Nm-ma)
3	Siete Amores	33-u	334 095	8 218 783	Skarn	Cu-Ag-Au	cp	cz, mt, hm, py	Caliza	Pichu	(P-pi)
4	Potosí	33-u	332 249	8 207 924	Pófido-skarn	Sb-Ag-Au	ox fe	py, cz, mt, Hem	Volcánico	Colquerane	(N-co)
5	Nóvil	35-u	337 838	8 082 928	Skarn	Sb-Ag-Au	ox fe	cz, mt, hm, py, goe	Intrusivo	Yarabamba	(KIP-ya/di)
6	Lúzbel	36-u	288 240	8 029 848	Filoneano	Au (Zn-Ag-Cu)	cp, ef	cz, mt, hm, py, goe	Intrusivo	Yarabamba	(KIP-ya/di)

\* Simbología de las Edades y Unidades



PÁGINA EN BLANCO

# CONCLUSIONES

## SECTOR I (APURÍMAC)

- La mineralización económica de Cu y Au en Apurímac, Sector I, está alojada en los yacimientos de tipo skarn-pórfidos, originados por el metamorfismo de contacto de las calizas de la formación Ferrobamba y las rocas ígneas de diferente naturaleza.
- En yacimientos de tipo filonianos, en intrusivos granodiorita, tonalita, monzonita y diorita se ha encontrado mineralización económica de oro y polimetálicos.
- En yacimientos secundarios de placer (Cuaternario aluvial-morrénico) se ha localizado mineralización económica de oro de lavaderos.
- En las calizas de la formación Arcurquina se observa mayor concentración de cobre y oro favorables para la minería artesanal. Esta concentración se origina por los movimientos tectónicos y los contactos de cuerpos ígneos.
- Las alteraciones en los cuerpos de skarn ocurren en forma aislada dentro del pórfido de monzonita y en cuerpo de brecha, todos alineados con rumbo NO-SE.
- La mineralización asociada al skarn consiste en calcopirita, pirita, pirrotita y bornita, acompañados por minerales oxidados de cobre y hierro. Los sulfuros predominantes en la zona de brecha son calcopirita y bornita, que también suele observarse en las venillas dentro del pórfido monzonítico.
- El oro está concentrado mayormente en la zona de oxidación de los cuerpos de skarn y la brecha.
- La actividad minera artesanal es relativamente nueva en la región Apurímac. En los últimos meses se incorporan vertiginosamente nuevos agentes al proceso productivo artesanal, generando economía de escala en las zonas de su entorno.
- La entidad encargada de los asuntos relacionados con la minería artesanal es la Dirección Regional de Energía y Minas de Apurímac (DREM), que supervisa las actividades relacionadas a la extracción del mineral y capacita a las agrupaciones de mineros artesanales e informales. Sin embargo, los limitados recursos de esta institución no permiten realizar trabajos de manera intensiva.
- El Gobierno Regional tiene un Plan de Capacitación y Asistencia Técnica a Mineros Artesanales de la Región Apurímac, que contempla fundamentalmente un programa calendarizado de capacitación en producción, transformación y comercialización, con la modalidad de tercerización.
- El Gobierno Regional ha registrado tres organizaciones mineras que buscan formalizarse. La distribución geográfica y las formas organizativas de los grupos de mineros dificultan el proceso de formalización. Aunque un determinado tipo de explotaciones se agrupen bajo la denominación genérica de minería de pequeña escala, esto no significa que todas ellas presenten características similares, salvo en lo que respecta a los minerales que se explotan.
- Los mineros del ámbito de estudio desarrollan sus actividades con limitados recursos económicos que restringen. Por esta razón, la minería de pequeña escala solo puede acceder a la explotación de yacimientos pequeños o de reducidas zonas de yacimientos grandes.
- La responsabilidad de la mano de obra que desarrolla las operaciones está generalmente en manos de grupos familiares o allegados, que desempeñan trabajos con régimen cooperativo y exiguos recursos económicos que apenas permiten llevar adelante las labores.
- En general los recursos económicos son limitados, y varían desde cantidades modestas, pero no necesariamente precarias, a economías de subsistencia.
- El grado de tecnificación alcanzado por los mineros artesanales en la explotación de los yacimientos es muy modesta o casi nulo.
- La suma de los efectos de gran cantidad de pequeñas explotaciones concentradas en un área equivale a los causados

por una gran explotación, con el agravante de que las capacidades técnicas y financieras que podrían corregir tales pasivos ambientales no son equiparables.

- Los conceptos y pautas respecto a la minería sostenible no se aplican, sin embargo el tema medioambiental adquiere cada vez mayor aceptación entre los mineros, por lo que debe desarrollarse una serie de iniciativas que acerquen la minería de pequeña escala a los modos y maneras de la minería tecnificada. Este será un proceso lento en el que deberían estar involucrados los pequeños mineros, el gobierno nacional y los gobiernos regionales.

## SECTOR II (CUSCO)

- La mineralización se hospeda tanto en rocas intrusivas como en volcánicos o sedimentarios (formación Ferrobamba). Los intrusivos, principalmente básicos, en contacto con rocas calcáreas del Albiano-Turoniano han desarrollado cuerpos de skarn de fierro (oro, cobre).
- La mineralización asociada al skarn consiste en calcopirita, pirita, pirrotita y bornita, acompañados por minerales oxidados de cobre y fierro. Los sulfuros predominantes en la zona de brecha son calcopirita y bornita, que también suelen observarse en las venillas dentro del pórfido monzonítico. El oro está mayormente concentrado en la zona de oxidación de los cuerpos de skarn y la brecha.
- Mediante interpretaciones de resultados de laboratorio, unidades litoestratigráficas, tectónica, imágenes de satélite y la interpolación de las minas existentes en la base de datos, el inventario de los recursos minerales y el reconocimiento actualizado de campo, se ubicaron y delimitaron siete zonas mineralizadas de cobre y oro, geológicamente estratégicas, y es probable que mineros de pequeña escala logren la obtención de esos derechos mineros y su consiguiente formalización.

- Los mineros artesanales explotan principalmente yacimientos de oro tipo filoniano, sin embargo, el precio actual del cobre ha permitido que los operadores mineros también se dediquen a la explotación de yacimientos de tipo pórfido-skarn de cobre-molibdeno (oro).
- No se conocen conflictos entre mineros y agricultores. Esto se debería a que el fenómeno de la minería artesanal es nuevo y sus efectos son aún imperceptibles.

## SECTOR III (MOQUEGUA Y TACNA)

- Las rocas huésped son intrusivos del batolito de la Costa, sedimentos continentales, tobas, materiales aluviales del Oligoceno superior y volcánicos Toquepala, del Mioceno superior e intrusivos hipabisales.
- Se ha comprobado que los yacimientos trabajados en este sector por mineros de pequeña escala son pórfidos de cobre, molibdeno y oro de forma geométrica ovalada con mineralización diseminada; además se identificaron ocurrencias muy pequeñas de tipo filoniano de cobre y oro.
- La mineralogía del sector es simple y homogénea. La mineralización consiste en calcopirita, pirita, bornita molibdenita, y ocasionalmente, esfalerita, galena y enargita.
- La mayoría de las labores mineras visitadas revelan que el trabajo es muy esporádico. Como suele ocurrir en la minería artesanal, los yacimientos son trabajados si las concentraciones responden desde el punto de vista económico a las expectativas del mercado y a las propias, y por ello mismo los pobladores deciden dedicarse a otras actividades productivas como la agricultura, la ganadería y el comercio.

## RECOMENDACIONES

- Dado que los mineros artesanales del sector realizan trabajos de manera incipiente, es necesario coordinar con las autoridades regionales para programar cursos de capacitación sobre los temas de las concesiones, la seguridad, la salud y el medioambiente, y el uso del cianuro y mercurio en el proceso de recuperación.
- El Sector II, que comprende la Región Cusco, tiene mineralización del tipo pórfidos-skarns y por ello se recomienda que la capacitación esté relacionada con la geología propia de la zona.
- Luego de definir las áreas de mayor concentración de la minería artesanal, se recomienda implementar mecanismos de información que ayuden a los mineros a definir el área de libre denunciabilidad y de mayor interés geológico desde el punto de vista económico.
- Es fundamental la incorporación de los conceptos ambientales en los programas de asistencia técnica y capacitación para los mineros artesanales.

PÁGINA EN BLANCO

## BIBLIOGRAFÍA

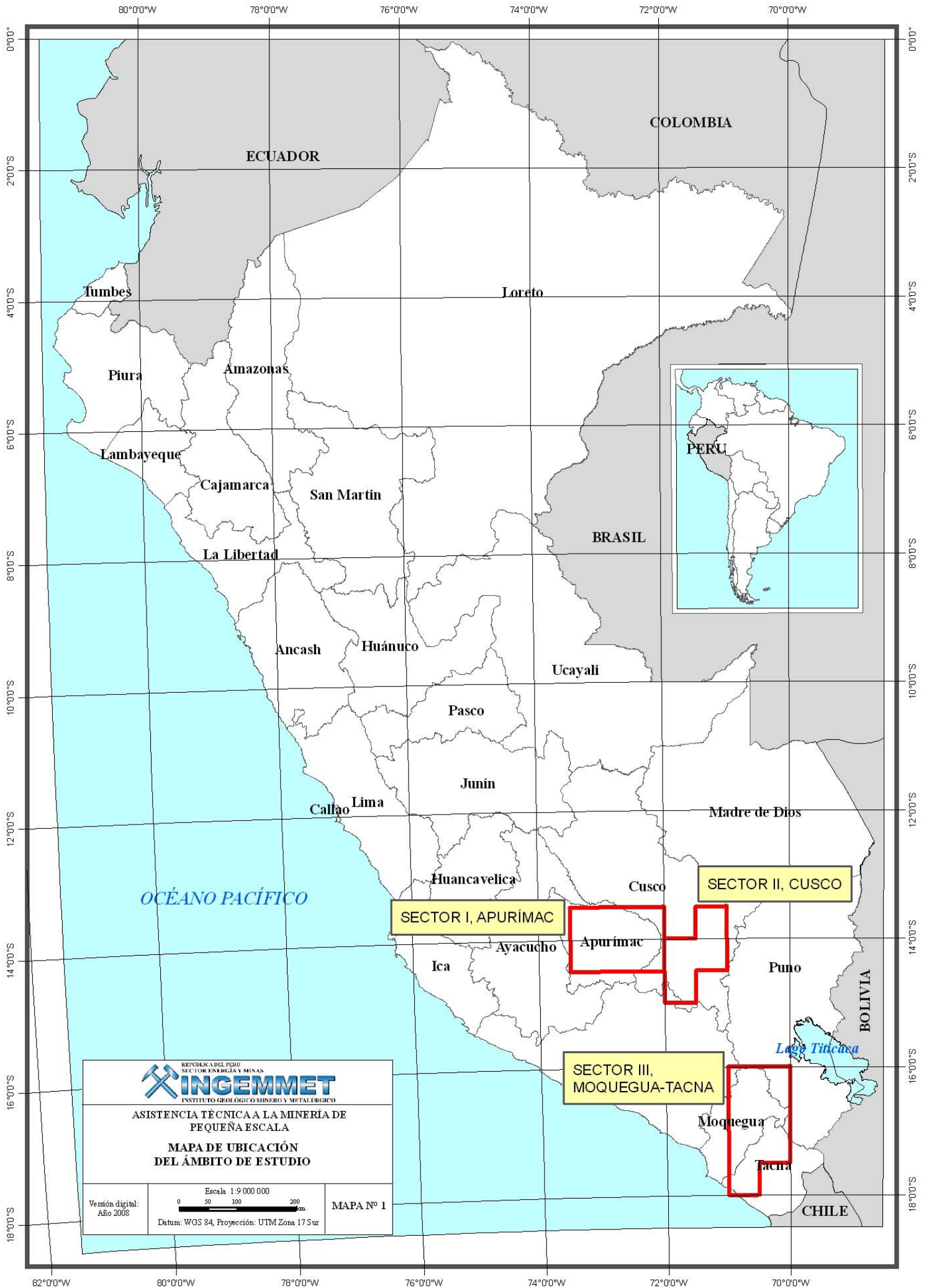
- AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA–PERU - PROINVERSIÓN, *Información sobre la Región Apurímac*. (Consulta: agosto 2008). Disponible en Web: <<http://www.proinversion.gob.pe/0/0/modulos/JER/PlantillaStandard.aspx?ARE=0&PFL=0&JER=689>>
- AUDEBAUD, E. (1973) - Geología de los cuadrángulos de Ocongate y Sicuani. *Servicio de Geología y Minería, Boletín 25*, 72 p.
- APURÍMAC. GOBIERNO REGIONAL (2006) – *Perfil de proyecto «Capacitación y Asistencia Técnica a Mineros Artesanales de la Región Apurímac»*. Abancay: Gerencia Regional de Desarrollo Económico, Dirección Regional de Energía y Minas, 93 p.
- BELLIDO, E. (1979) - Geología del cuadrángulo de Moquegua. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 15, 78 p.
- BENAVIDES, V. (1962) - Estratigrafía Pre-terciaria de la región de Arequipa. En: Congreso Nacional de Geología, 2, Lima, 1960. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (38):5-63.
- CARLOTTO, V.; CANDIA, F. & MAROCCO, R. (1988) - Estudio geológico del anticlinal de Vilcanota, Cusco. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (78): 137-147. VI Congreso Peruano de Geología, julio 1987.
- CARLOTTO, V., et al. (1996) - Geología de los cuadrángulos de Urubamba y Calca. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 65, 245 p.
- CÓRDOVA, E. (1986) – *Un bassin intramontagneux andin peruvien. Les couches rouges du bassin de Cuzco (Maestrichtien-Paleocene)*. Docteur du 3ème cycle, Université de Pau et des Pays de L'Adour, Laboratoire de Géodynamique des Bassins Sédimentaires, Pau, 272 p.
- DE LA CRUZ, N. (1995) - Geología de los cuadrángulos de Vellille, Yauri, Ayaviri y Azángaro. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 58, 144 p.
- GABELMAN, J.W. & JORDAN, V. (1964) – *Geology of the Cuzco-Anta-Urubamba area, Cuzco Department, Peru*. Washington, D.C.: Atomic Energy Commission, Division Technical Information, 95 p., RME 4584.
- GALLOSO, A. & SANCHES, J. (1997) – *Reconocimiento geológico – minero de la franja aurífera Nasca – Ocoña*, informe inédito. Lima: INGEMMET, Dirección de Prospección Minera, 47 p. Proyecto MAPEM: Minería Artesanal y Pequeña Minería, Sub Proyecto Ica-Arequipa
- GREGORY, H.E. (1916) - A geological reconnaissance of the Cuzco valley, Peru. Reconnaissance of the Ayusbamba (Peru) fossil beds. *American Journal of Science*, 41(241): 1-100.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO (2000) - Estudio de los recursos minerales del Perú, Franja No. 1. *INGEMMET, Boletín, Serie B: Geología Económica*, 8, 196 p.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO (2001) - *Proyectos de inversión minera y prospectos en estudio*. Lima: INGEMMET, 147 p., Boletín Especial
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO (2002) - Estudio de los recursos minerales del Perú, Franja No. 2. *INGEMMET, Boletín, Serie B: Geología Económica*, 11, 392 p.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO (2005) – *Minería a pequeña escala en la costa sur media del Perú*. *INGEMMET, Boletín, Serie E: Minería*, 3, 79 p.
- JENKS, W.F. (1948) - Geología de la hoja de Arequipa al 200,000. Geology of the Arequipa Quadrangle of the Carta Nacional del Perú. *Instituto Geológico del Perú, Boletín 9*, 204 p.
- JENKS, W.F. (1951) - Triassic to Tertiary stratigraphy near Cerro de Pasco, Peru. *Geological Society of America Bulletin*, 62(2): 203-220.
- LAUBACHER, G. (1974) - Le Paléozoïque Inférieur de la Cordillère Orientale du Sud-est du Pérou. *Cahiers ORSTOM. Serie Géologie*, 6(1):29-40.
- LAUBACHER, G. (1978) - Estudio geológico de la región norte

- del Lago Titicaca. *Instituto de Geología y Minería, Boletín, Serie D: Estudios Especiales*, 5, 120 p.
- MAROCCO, R. & DEL PINO, M. (1966) - Geología del cuadrángulo de Ichuña. *Comisión Carta Geológica Nacional, Boletín* 14, 57p.
- MAROCCO, R. (1975) - Geología de los cuadrángulos de Andahuaylas, Abancay y Cotabambas. *Instituto de Geología y Minería, Boletín* 27, 51 p.
- MAROCCO, R. (1978) – Estudio geológico de la Cordillera de Vilcabamba INGEMMET. *Boletín. Serie D: Estudios Especiales*, vol. 4, 157 p.
- MÉGARD, F. (1968) - Geología del cuadrángulo de Huancayo. *Servicio de Geología y Minería, Boletín* 18, 123 p.
- MÉGARD, F. (1978) - *Étude géologique des Andes du Pérou Central*. Paris: ORSTOM, Mémoire 86, 310 p.
- MENDÍVIL, S. (1965) - Geología de los cuadrángulos de Maure y Antajave (hojas 35-x, 35-y). *Comisión Carta Geológica Nacional*, 10, 97 p.
- MENDÍVIL, S. (1978) - Cambio de nombre del «Volcánico Barroso» *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (59): 87-88.
- MENDÍVIL, S. & DÁVILA, D. (1994) - Geología de los cuadrángulos de Cuzco y Livitaca. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 52, 115 p.
- NEWELL, N.D. (1945) - Investigaciones geológicas en las zonas circunvecinas al lago Titicaca. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (18): 44-68.
- NEWELL, N.D. (1949) - *Geology of the Lake Titicaca region, Perú and Bolivia*. Boulder, CO: Geological Society of America, Memoir 36, 111 p.
- NEWELL, N.D.; CHRONIC, J. & ROBERTS, T.G. (1953) - *Upper Paleozoic of Peru*. New York: Geological Society of America, Memoir 58, 276 p.
- PALACIOS, O., et al. (1993) - Geología de la Cordillera Occidental y Altiplano al oeste del Lago Titicaca – Sur del Perú (Proyecto Integrado del Sur). *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 42, 257 p.
- PANTOJA, F. & CORONADO, J. (2001) - Tecnologías apropiadas para disminuir la contaminación ocasionada por mercurio en la minería del oro. En: Jornada Internacional sobre el impacto ambiental del mercurio utilizado por la minería aurífera artesanal en Iberoamérica, Lima, 2001, *Memorias*. Lima: CYTED, GAMA, 14 p. Disponible en Web: <<http://www.gama-peru.org/jornada-hg/pantoja.pdf>>
- PECHO, V. (1981) - Geología de los cuadrángulos de Chalhuanca, Antabamba y Santo Tomás (hojas 29-p, 29-q y 29-r). *INGEMMET. Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 35, 88 p.
- PÉREZ, C. & VILLACHICA, C. (2003) - Beneficio económico de minerales auríferos. *INGEMMET, Boletín, Serie G: Metalurgia*, 6, 197 p.
- PÉREZ, C.; CASTRO, C. & LOAIZA, E. (2003) - *Reconocimiento de las actividades mineras y metalúrgicas en la Franja Nasca-Ocoña-Arequipa: informe de visita técnica de campo*. Lima: INGEMMET, 96 p.
- SUÁREZ, M., et al. (1991) - *Tecnología del oro*. Caracas: Instituto de Ingeniería de Venezuela, 202 p.
- SZEKELY, T.S. (1963) - *Geology of the Puquina-Omate area of South Western Peru*. PhD Thesis, Harvard University, Cambridge, Mass., 119 p.
- TUMIALÁN, P. (2003) - Compendio de Yacimientos Minerales del Perú. *INGEMMET, Boletín, Serie B: Geología Económica*, 10, 620 p.
- VARGAS, E. (2000) – Indicadores de sostenibilidad y su aplicación a las empresas mineras. En: Villas Boas, R.C.; Barreto, M.L., eds. *Cierre de minas: experiencias en Iberoamérica*. Río de Janeiro: CYTED-IMAAC-UNIDO, p. 354-380.
- VARGAS, L. & HIPÓLITO, A. (1998) – Geología de los cuadrángulos de Río Pinquén, Pilcopata y Chontachaca. *INGEMMET. Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 116, 155 p.

# ANEXOS



PÁGINA EN BLANCO




  
 REPÚBLICA DEL PERÚ
   
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS
   
**INGEMMET**
  
 INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO
   
 ASISTENCIA TÉCNICA A LA MINERÍA DE PEQUEÑA ESCALA
   
**MAPA DE UBICACIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO**

---

Versión digital: Año 2008
   
 Escala 1:9 000 000
   

 MAPA Nº 1
   
 Datum: WGS 84, Proyección: UTM Zona 17 Sur

PÁGINA EN BLANCO

# RESUMEN DE ESTUDIO PETROMINERALÓGICO DE 8 MUESTRAS DE ROCA

(3 ESTUDIOS PETROGRÁFICOS Y 5 MINERAGRÁFICOS)

LEONOR RAMÍREZ YATACO

## ESTUDIOS PETROGRÁFICOS

El estudio petrográfico se realizó sobre tres muestras.

Los minerales se analizaron en el microscopio de luz transmitida ocurren de la siguiente manera

### MUESTRA N° M-53 CUYACPISQUI. BRECHA ALTERADA POR ÓXIDOS DE FIERRO

Roca clasificada como Brecha, presenta textura brechosa, esta constituida por fragmentos líticos, de cristales de plagioclasas, cuarzo contenidos en una matriz feldespática, vidrio volcánico, arcillas, óxidos de hierro y carbonatos.

Los fragmentos líticos son de origen volcánico, de naturaleza andesítica, presenta textura porfírica, están compuestas por fenocristales de plagioclasas parcialmente alterados por sericita y óxidos de hierro; moldes de máficos (posiblemente anfíboles) ahora alterados por micas, óxidos de hierro con bordes de minerales opacos, embebidos en una matriz constituida por feldespatos, opacos y óxidos de hierro.

Se observa moldes de cristales ahora alterados por carbonatos y óxidos de hierro; cristales y fragmentos de cristales de plagioclasas ligeramente alterados por las arcillas y limonitas, algunas plagioclasas presentan inclusiones de apatito euhedral.

La matriz de la roca esta constituida por feldespatos, vidrio volcánico, escaso cuarzo y diseminaciones de minerales. opacos alterado por las arcillas, óxidos de hierro y escasos carbonatos.

La roca presenta venillas rellenas por óxidos de hierro y por traza de cuarzo de origen secundario los que también se hallan relleno de cavidades.

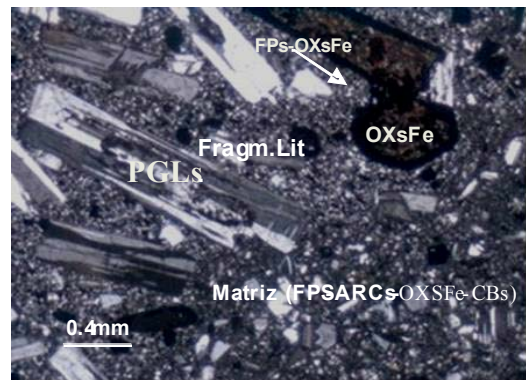


Foto 1 Muestra N° M-53 Cuyacpisqui NXs S.D.  
Brecha alterada por óxidos de hierro.

Se observa fragmento de roca volcánica (Fragm.Lít.) con textura porfírica constituida por fenocristales de plagioclasas (PGLs), moldes de máficos alterados por óxidos de hierro (OXsFe) en matriz feldespática con opacos limonitizados (FPs-OXsFe). Ocurren fragmentos de plagioclasas (PGLs). La matriz de la roca está constituida por feldespatos, arcillas, óxidos de hierro y carbonatos (FPs-ARCS-OXsFe-CBs).

### MUESTRA N° M-56 SIETE AMORES. BRECHA ALTERADA INTENSAMENTE A CARBONATOS

Roca clasificada como Brecha con textura brechosa, constituida por fragmentos líticos en matriz de carbonatos-óxidos de hierro. Se observa venas gruesas de carbonatos atravesando la roca.

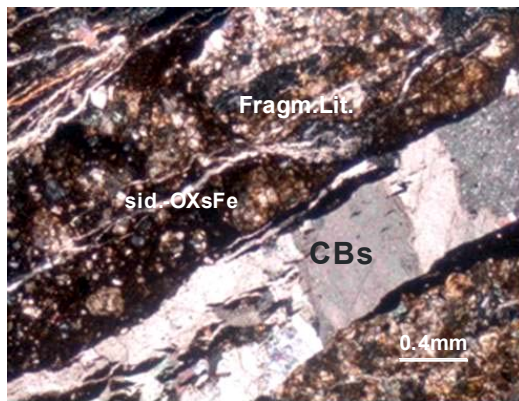
Los fragmentos líticos son de origen volcánico de naturaleza andesítica, presentando textura porfírica, compuesta mayormente por moldes de fenocristales de plagioclasas alteradas por arcillas o cloritas; moldes de máficos carbonatizados; minerales de cobre rodeados por óxidos de hierro englobados en una matriz de plagioclasas, opacos limonitizados; carbonatos y cloritas en intersticios.

Se observa moldes de fragmentos líticos están constituidos por fenocristales de plagioclasas alteradas a carbonatos y cuarzo englobados en matriz oxidada con moldes de cristales alterados por agregados de granos de cuarzo y sílice.

Asimismo ocurre relictos de plagioclasas microfracturados y alterados a carbonatos por sus bordes. Minerales opacos los que se presentan diseminados y parcialmente alterados por los óxidos de hierro, observándose en algunos casos como pseudomorfos de óxidos de hierro.

La matriz de la roca se encuentra intensamente alterada por siderita con óxidos de hierro, algunas veces con inclusiones de apatito.

La roca presenta cavidades y cortas fracturas rellenas por sílice o por carbonatos-óxidos de hierro, otras cavidades están rellenas por malaquita. Hay venas rellenas por granos de cuarzo-feldespatos y venas subparalelas rellenas por carbonatos las cuales atraviesan toda la roca.



**Foto 2** Muestra N° M-56 Siete Amores Nícoles Xs. S.D.  
Brecha alterada por carbonatos y óxidos de hierro

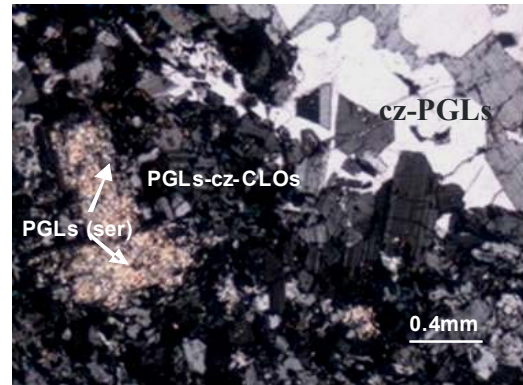
Se presentan venas y venillas subparalelas rellenas por carbonatos (CBs) que atraviesan la muestra. Se observan fragmentos líticos (Fragm. Lít.) en matriz de siderita con óxidos de hierro (sid-OXsFe).

### MUESTRA N° M-64 LUZBEL - DIORITA PORFIRITICA INTENSAMENTE ALTERADA POR LAS CLORITAS

Roca ígnea con textura porfirítica en la que se observan fenocristales de plagioclasas (algunos fracturados) en matriz microgranular constituida por plagioclasas, escaso cuarzo y cloritas intersticiales. Los fenocristales de plagioclasas algunos con inclusiones de apatito, en parte están corroídos por la matriz, se encuentran alterados a sericita, cloritas, epidotas, y óxidos de hierro, los que también rellenan microfracturas de ellos. Se observa además molde de fenocristal de biotita alterada por cloritas y epidotas.

La matriz granular esta compuesta por plagioclasas sericitizadas, cloritizadas y epidotizadas con escasos cristales de cuarzo, biotita cloritizados y oxidados, minerales opacos diseminados, en clivaje

de las micas y en intersticios, los cuales se hallan parcial o totalmente oxidados, las epidotas, y cloritas ocurren en intersticios, los que a veces se presentan en agregados fibrosos dispuestos radialmente, asimismo ocurre biotita de origen secundario en venas junto con cloritas y epidotas, con parcial impregnación de óxidos de hierro. La roca presenta venas gruesas rellenas por granos de cuarzo; venas y venillas entrecruzadas rellenas por cloritas, biotita y epidotas, en algunos casos teñidas parcialmente por las limonitas.



**Foto 3** Muestra N° M-64 Luzbel Nícoles Xs S.D.  
Diorita porfirítica intensamente alterada por las cloritas

Se observan cristales de plagioclasas alterados por sericita (PGLs-ser) en matriz de plagioclasas con cuarzo y cloritas intersticiales (PGLs-cz-CLOs). Ocurre vena de cuarzo con cristales de plagioclasas (cz-PGLs).

## ESTUDIOS MINERAGRÁFICOS

El estudio minerográfico se realizó sobre cinco muestras.

Paragénesis y ocurrencia de los minerales

Los minerales se analizaron en el microscopio de luz reflejada, ocurren de la siguiente manera:

### MUESTRA N° M-52 CUYACPISQUI

Se ha observado granos de **hematita I** de formas cuadráticas en cuyo clivaje se encuentran granos de **rutilo**., esta a nivel de traza.

La **magnetita** de formas anhedrales con tamaños menores de 0.04mm, están alterados por la hematita II (de segunda generación), se encuentran a nivel de traza.

**Calcopirita** de formas anhedrales de tamaños menores de 0.25mm, se encuentra mayormente fracturada, ocurren en bordes de las cavidades o relleno de venillas, es alterada por la calcosina,

digenita y covelita a modo de corona, algunos granos diminutos están incluidos en la ganga, la calcopirita ocupa aproximadamente el 1%.

Los granos de **bornita** anhedrales de tamaños menores de 0.2mm, se encuentran parcialmente alterados por covelita, se hallan diseminados en la ganga, esta a nivel de traza.

Los granos de **covelita**, **digenita** y **calcosina** también se presentan rellenando microfracturas y diseminados en la ganga, Las **limonitas-goetita** se presentan como impregnación en la roca. El porcentaje de abundancia es del 10%.

La **ganga** no metálica incluyendo carbonatos y silicatos de cobre, representan el mayor porcentaje de la muestra. (87.5%).

**bornita**, esta diseminado en la ganga. Representa el aproximadamente el 1%.

La **covelita** se halla también rellenando intersticios de la ganga.

**Digenita** algunas veces se encuentra asociada a la **calcosina**, se hallan además rellenando intersticios y fracturas de la ganga. Representan aproximadamente el 9%.

**Óxidos de fierro**, ocurren asimismo rellenando intersticios, fracturas y como impregnación en la ganga, ocupa aproximadamente el 5%.

La **ganga** no metálica incluyendo carbonatos y silicatos de cobre representan el 79%.

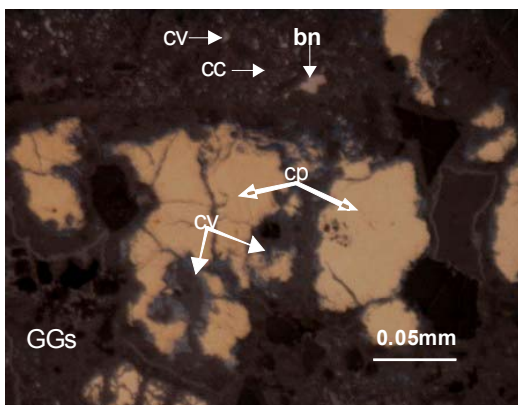


Foto 4 Muestra N° M-52 Cuyacpisqui Luz Natural S.P.

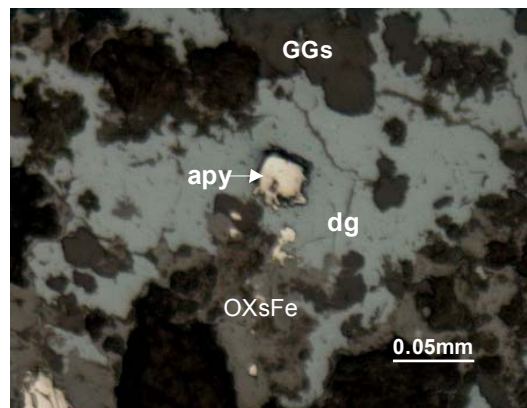


Foto 5 Muestra N° M-55 Siete Amores Luz Natural S.P.

Covelita (cv) en fracturas y bordes de la calcopirita (cp), y bornita (bn) como inclusión en la ganga (GGs) junto con covelita y calcosina (cv-cc).

Granos de arsenopirita reemplazados por la digenita (dg) y óxidos de fierro (OXsFe). La digenita rellena intersticios de la ganga (GGs) y es reemplazada por los óxidos de fierro.

### MUESTRA N° M-55 SIETE AMORES

**Pirita**, se presenta en cristales de formas euhedrales a anhedrales, se halla reemplazado parcialmente por la arsenopirita, algunos granos de pirita contienen inclusiones de bornita; están alterados en parte por digenita, calcosina y óxidos de fierro. Representa aproximadamente el 1%.

**Arsenopirita**, se presenta en cristales de formas euhedrales y subhedrales con tamaños menores de 0.6mm, ocurren como inclusión en la ganga, asimismo es reemplazada por la digenita y calcosina; es alterada por los óxidos de fierro, se ha localizado algunos granos de arsenopirita rellenando fracturas de la ganga. Esta aproximadamente en cantidades menores del 2%.

**Bornita**, se presenta de formas anhedrales, es alterada por la calcosina y covelita, en algunos casos quedan relictos de dicha

### MUESTRA N° M-58 POTOSÍ

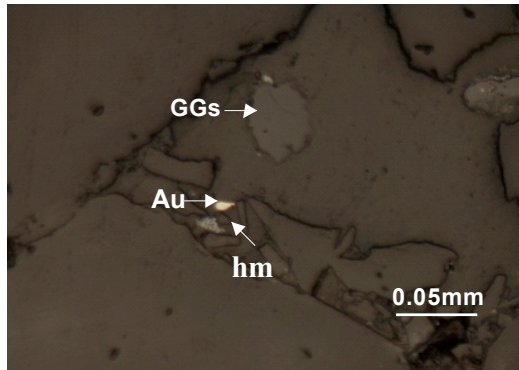
**Pirita**, se presenta en cristales de formas euhedrales y subhedrales, ocurre como inclusión en los fragmentos de ganga. Esta a nivel de traza.

Se ha localizado un grano de **pirrotita** de forma anhedral, ocurre incluido en la ganga, esta a nivel de traza.

**Oro nativo**, se presenta en cristales de formas anhedrales con tamaños menores de 0.01mm, ocurre en bordes de fragmento de ganga. Esta en cantidades traza.

**Hematita**, se presenta como pseudomorfo, incluidos en los fragmentos de ganga, como material cementante en la matriz de la roca, algunas veces rellenando microfracturas y como impregnaciones en la ganga. Representa aproximadamente el 3%.

**Ganga**, corresponde a la parte no metálica, esta en cantidades mayores del 96%.



**Foto 6** Muestra N° 58 Potosí Luz Natural S.P. Grano de oro nativo (Au) y hematita (hm) incluidos en la ganga (GGs).

### MUESTRA N° M- 61 NORVIL

**Especularita**, se presentan de formas euhedrales y subhedrales de aspecto acicular y tabular, ocurren diseminados en la ganga. Esta en cantidad menor del 1%.

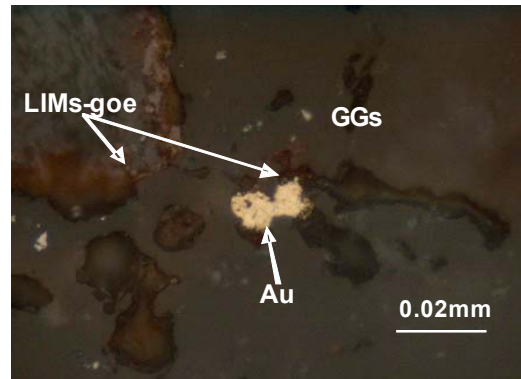
**Pirita**, ocurren como cristales de formas anhedralas, se encuentran alteradas por limonitas-goetita, en algunos casos solo quedan relictos de pirita, el porcentaje aproximado de la pirita es menor del 0.5%.

**Calcopirita**, ocurre en cristales de formas anhedralas, los granos de calcopirita se presentan diseminados en la ganga, están alterados a modo de corona por las limonitas.

**Oro nativo**, se ha observado un grano de oro de forma anhedral con tamaño de 0.02mm, se presenta relleno una porosidad de la ganga con presencia de limonitas-goetita. Esta a nivel de traza.

**Limonitas-goetita**, ocurre alterando por los bordes (a modo de corona) a la pirita y calcopirita, así también ocurren relleno cavidades e intersticios y numerosas venillas subparalelas y entrecruzadas y venas junto con silicatos de cobre en la roca. Representa el 25%.

**Ganga** es la parte no metálica y representa aproximadamente el 73.5%.



**Foto 7** Muestra N° 61 Norvil Luz natural S.P. Un grano de oro nativo (Au) rodeado por limonitas-goetita (LIMs-goe) están relleno una porosidad de la ganga (GGs) y limonitas-goetita (LIMs-goe).

### MUESTRA N° M- 63 LUZBEL

**Pirrotita?**, se presenta como cristales de formas anhedralas ocurre diseminado en la ganga. Esta a nivel de traza.

**Calcopirita**, ocurre escasos cristales de formas anhedralas, se ha localizado algunos granos de calcopirita diseminados en la ganga, otros granos como relictos? en las limonitas, se presenta a nivel de traza.

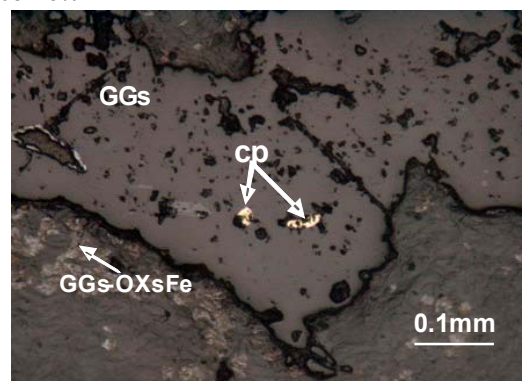
**Covelita**, ocurre como granos diminutos diseminados en la ganga, por sectores se presenta asociado a la digenita.

**Digenita**, al igual que la covelita se halla diseminado en la ganga, y en algunos casos se encuentra asociado a la covelita. Esta a nivel de traza.

**Calcosina**, se ha observado escasos granos incluidos en la ganga. Esta a nivel de traza.

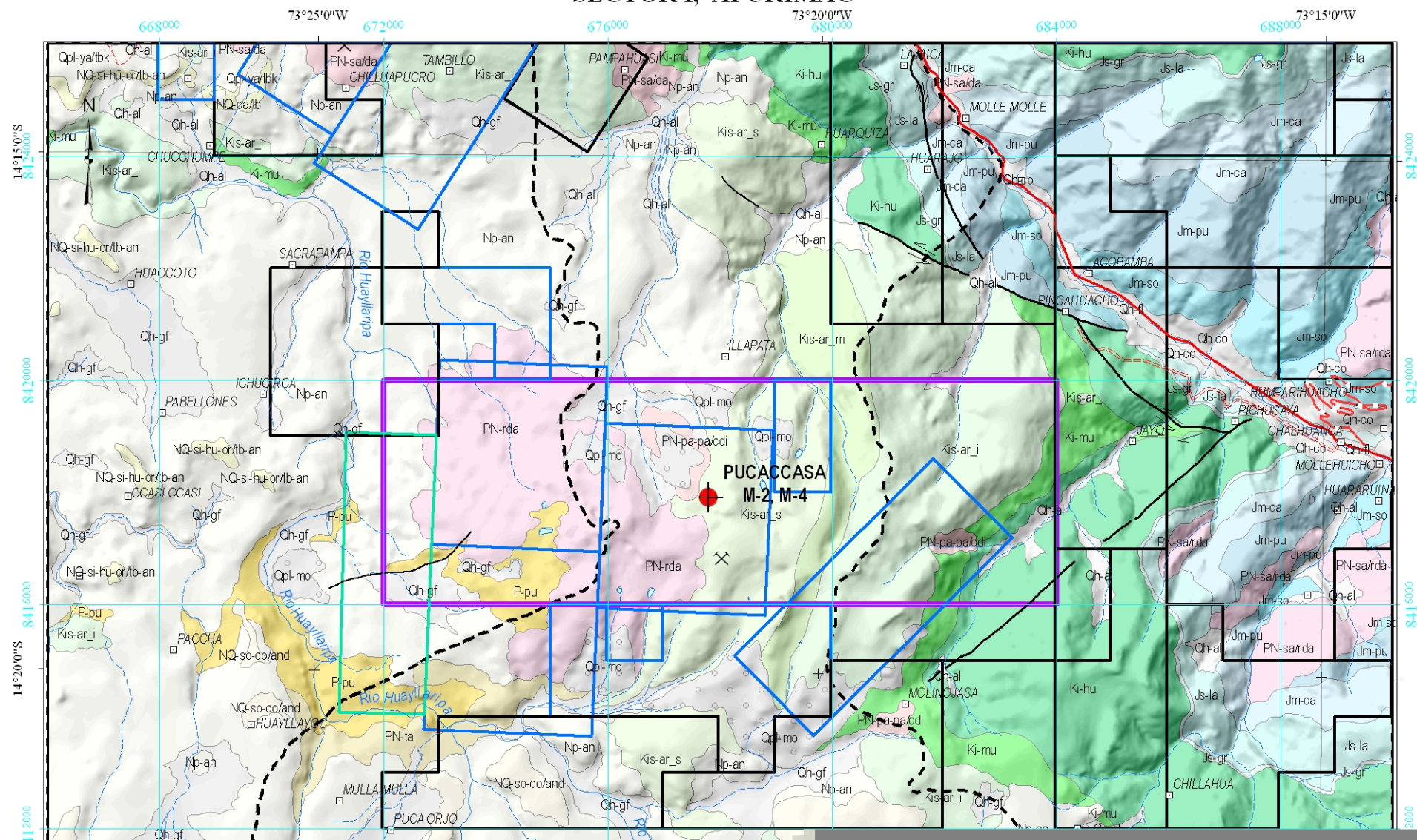
**Óxidos de hierro**, se presentan de formas coliformes los cuales rellenan intersticios y fracturas de la ganga. Representan el 25%.

La parte no metálica corresponde a la **ganga** y como parte de ella esta los minerales de carbonatos y silicatos de cobre los que también rellenan intersticios y fracturas. El porcentaje aproximado es del 75%.



**Foto 8** Muestra N° 63 Luzbel Luz Natural S.P. Granos de calcopirita (cp) incluidos en la ganga (GGs) y óxidos de hierro (OXsFe).

# SECTOR I, APURÍMAC

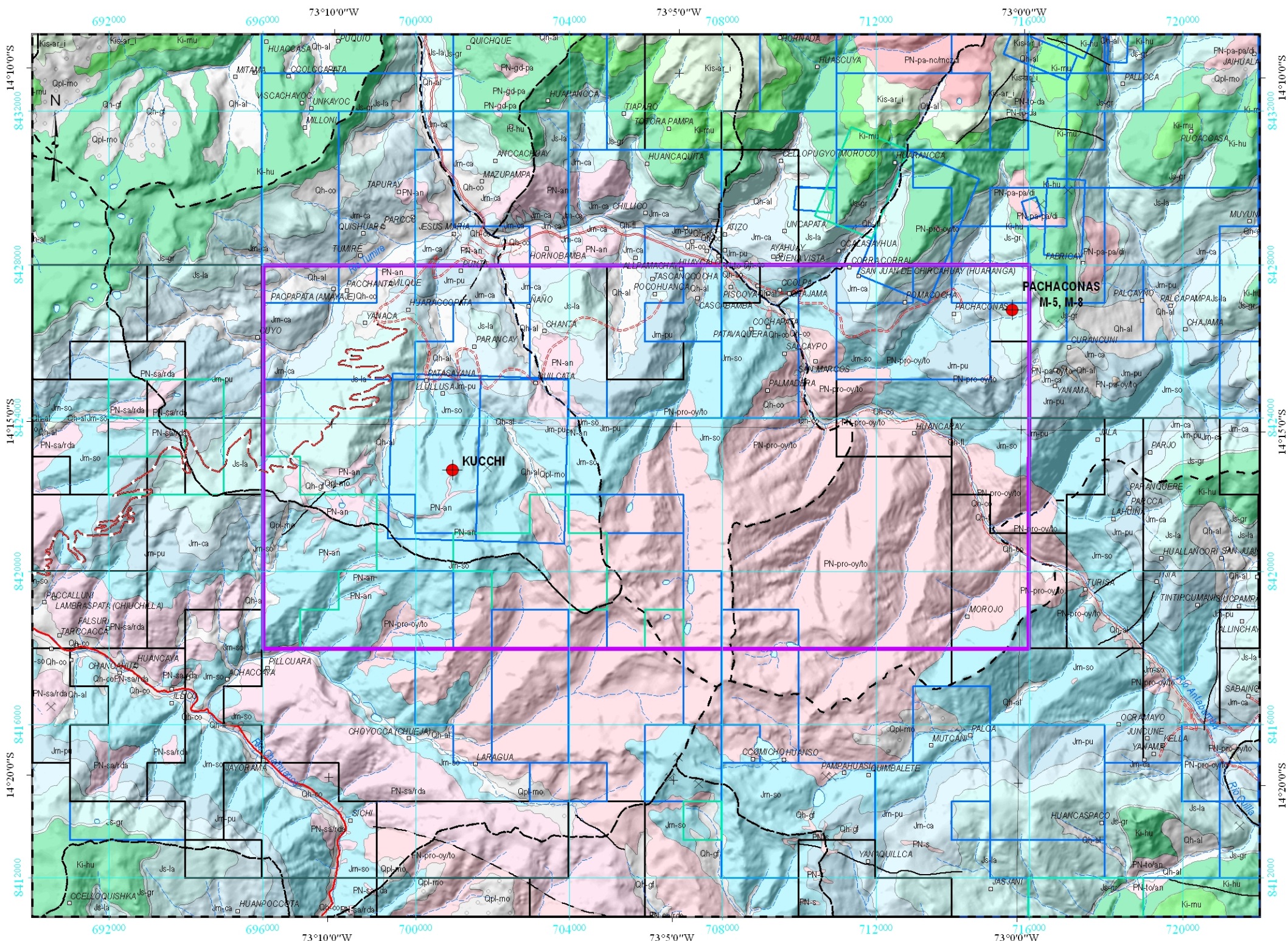


## LEYENDA

	Qh-fl	Dep. fluvial
	Qh-al	Dep. aluvial
	Qh-co	Dep. coluvial
	Qh-gf	Dep. glaciofluvial
	Qpl-mo	Dep. morrénico
	Qpl-ya/tbk	Fm. Yacotingo, toba de cristales
	NQ-ca/tb	Complejo volc. Carhuarazo
	NO-so-co/and	Complejo volc. Sotaya-Condorillo



# SECTOR I, APURÍMAC



## LEYENDA

Qh-fl	Dep. fluvial	PN-to/an	Subv. Tatora, andesita
Qh-al	Dep. aluvial	PN-an	Andesita
Qh-gf	Dep. glaciofluvial	PN-gd-pa	Granodiorita
Qh-co	Dep. coluvial	PN-to-oy	Tonalita
Qpl-mo	Dep. morrénico	PN-s	Subvolcánico
Kis-ar_i	Fm. Arcurquina	PN-to-da	Dacita
Ki-hu	Fm. Hualhuani	PN-pro-oy/to	Tonalita
Ki-mu	Fm. Murco	PN-pa-pa/di	Diorita
Js-gr	Fm. Gramadal	PN-sa/rda	Riodacita
Js-la	Fm. Labra	PN-pa-oy/to	Tonalita
Jm-pu	Fm. Puente	PN-pa-nc/mzdi	Metacuarzodiorita
Jm-ca	Fm. Cachios		
Jm-so	Fm. Socosani		

## SIMBOLOGÍA

□	Centro poblado		Estructuras
◆	Labor minera		Falla normal
M	Nº de muestra		Falla inferida
×	Ocurrencia mineral		Lineamiento
	Vía asfaltada		Derecho minero
	Vía afirmada		Catastro al 22/04/2008
	Vía sin afirmar		Extinguído
	Trocha carrozable		Titulado
	Vía en proyecto		En trámite
	Río		
	Quebrada		
	Laguna		
	Limite distrital		
	Área de interés económico		



**ASISTENCIA TÉCNICA A LA MINERÍA DE PEQUEÑA ESCALA**  
**MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE KUCCHI-PACHACONAS**  
 Versión digital: Año 2008  
 Escala 1:100 000  
 DATUM: UTM WGS 84, Zona 18 Sur  
**MAPA Nº 4**

# SECTOR I, APURÍMAC



- LEYENDA**
- |  |               |                     |
|--|---------------|---------------------|
|  | Qh-al         | Dep. aluvial        |
|  | Qh-fg         | Dep. fluvio-glacial |
|  | Qh-co         | Dep. coluvial       |
|  | Qpl-mo        | Dep. morrénico      |
|  | NQ-vi/tlcb    | Piroclastos         |
|  | NQ-vi/tb.fl   | Tobas con pómez     |
|  | NQ-mal/tbc.pg | Tobas               |
|  | PN-ll-co/di   | Diorita             |
|  | PN-sa?-con/ap | Andesita porfirica  |
|  | PN-pro-pro/to | Tonalita            |
|  | PN-pro-pro/gd | Granodiorita        |
|  | Kis-ar_m      | Fm. Arcurquina      |
|  | Kis-ar_i      |                     |
|  | Ki-mu         | Fm. Murco           |
|  | Js-gr         | Fm. Gramadal        |
|  | Js-la         | Fm. Labra           |
|  | Js-hu         | Fm. Hualhuani       |
|  | Jm-ca         | Fm. Cachios         |
|  | Jm-pu         | Fm. Puente          |
|  | Jm-so         | Fm. Socosani        |

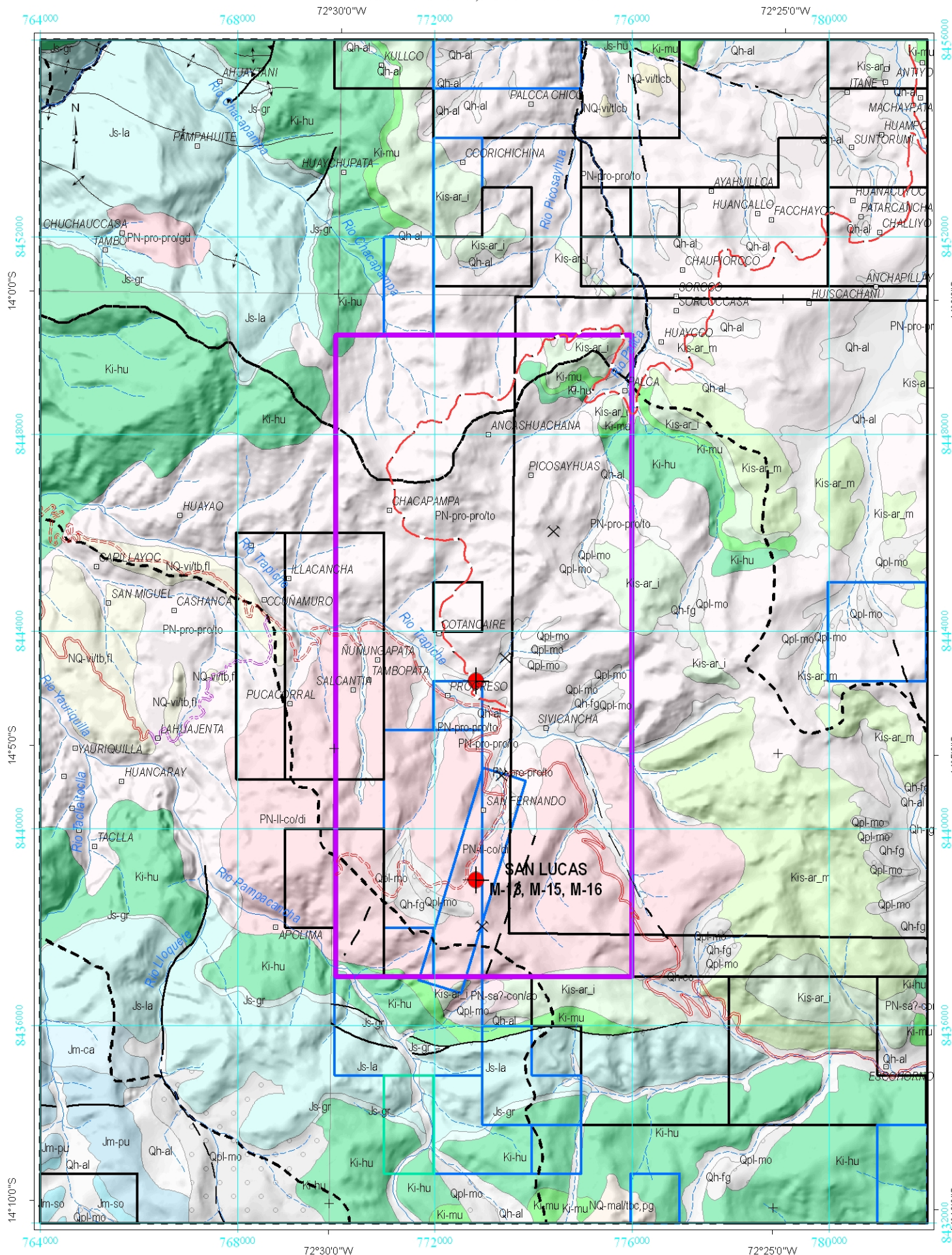
- SIMBOLOGÍA**
- Centro poblado
  - Labor minera
  - N° de muestra
  - Ocurrencia mineral
  - Vía afirmada
  - Vía sin afirmar
  - Trocha carrozable
  - Vía en construcción
  - Río
  - Quebrada
  - Laguna
  - Límite distrital
  - Área de interés económico


**Derecho minero**  
Catastro al 22/04/2008

- Extinguido
- Titulado
- En trámite

**Estructuras**

- Falla normal
- Falla inferida
- Falla inversa
- Lineamiento
- Sobreescurrencimiento
- Lineamiento inferido
- Eje de anticlinal
- Eje de sinclinal

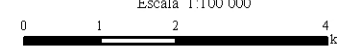




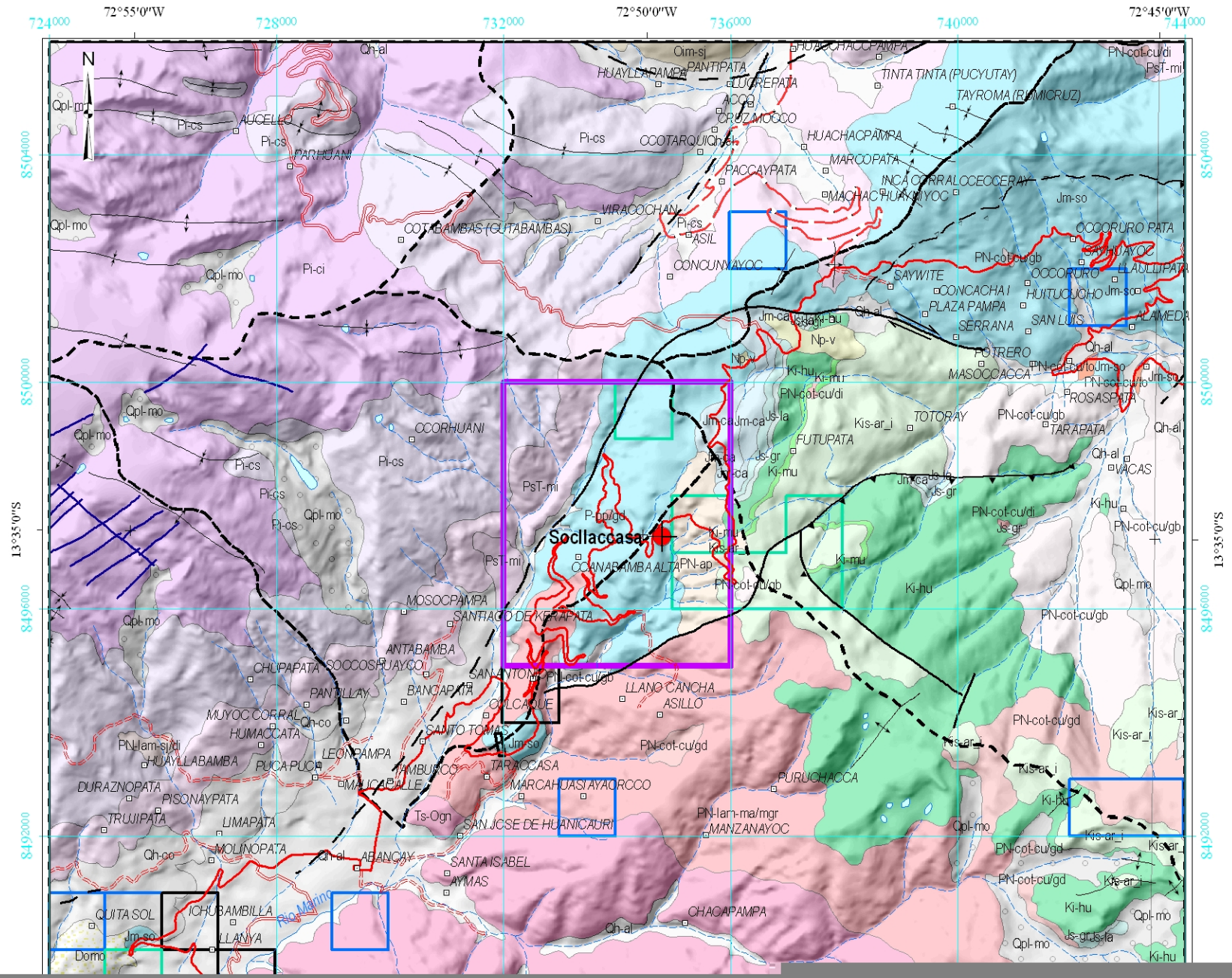
REPUBLICA DEL PERÚ  
SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

ASISTENCIA TÉCNICA A LA MINERÍA  
DE PEQUEÑA ESCALA

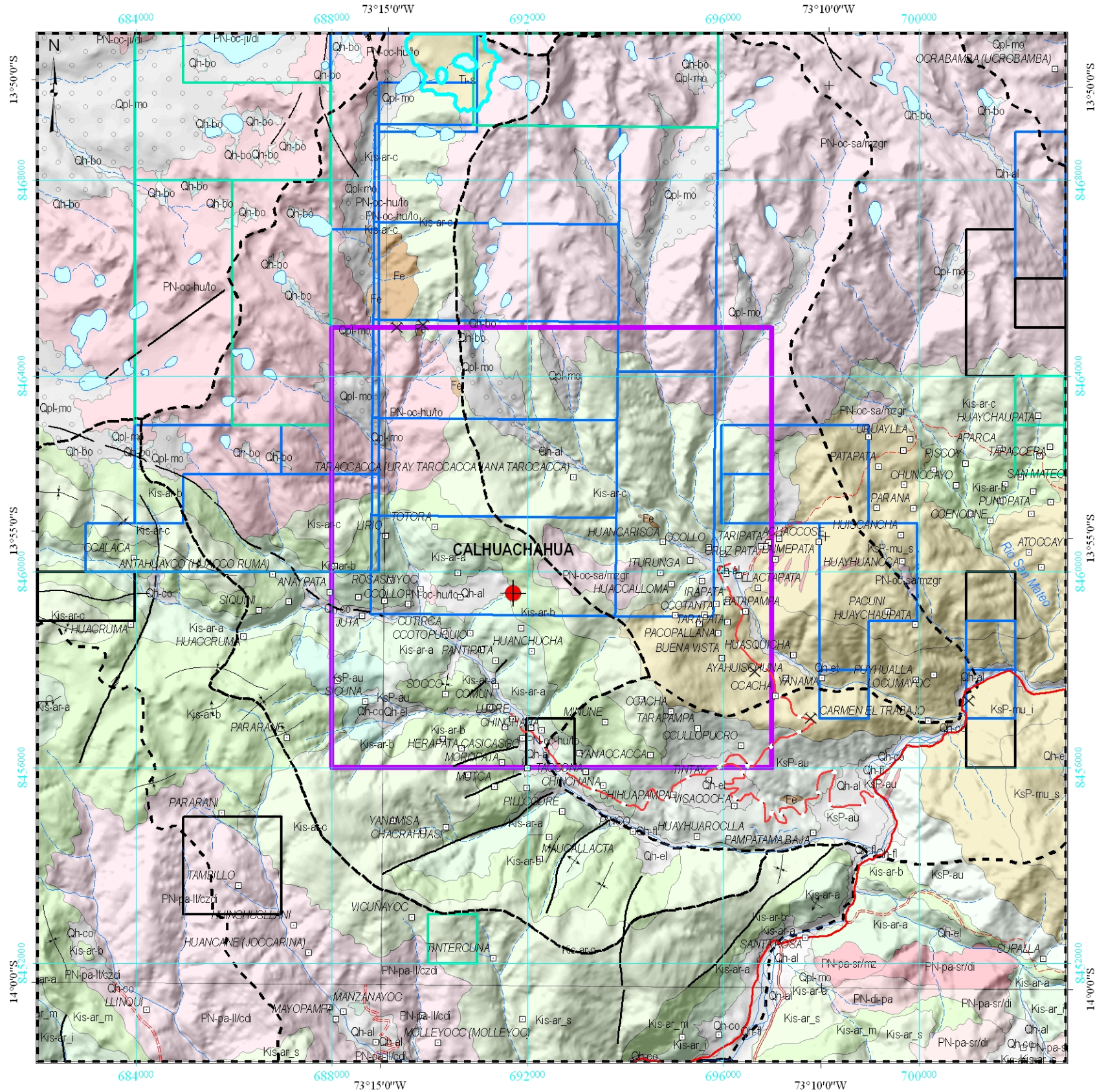
**MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE  
SAN LUCAS-PROGRESO**

Versión digital: Año 2008	Escala 1:100 000  DATUM: UTM WGS 84, Zona 18 Sur	MAPA N° 5
------------------------------	--	-----------

# SECTOR I, APURÍMAC



# SECTOR I, APURÍMAC




## LEYENDA

	Qh-fl	Dep. fluvial
	Qh-co	Dep. coluvial
	Qh-al	Dep. aluvial
	Qh-el	Dep. eluvial
	Qh-bo	Bofedal
	Qpl-mo	Dep. morrénico
	PN-pa-sr/di	Diorita
	PN-pa-ll/czdi	Cuarzodiorita
	PN-oc-sa/mzgr	Monzogranito
	PN-oc-hu/to	Tonalita
	PN-pa-sr/mz	Monzonita
	PN-pa-sr/di	Diorita
	PN-oc-ji/di	Diorita
	KsP-au	Fm. Auzangate
	KsP-au	
	KsP-mu_s	Fm. Muñani
	Kis-ar-c	Fm. Arcurquina
	Kis-ar-b	
	Kis-ar-a	
	Ti-s	
	Dique	
	Fe	

## SIMBOLOGÍA

	Centro poblado
	Labor minera
	Ocurrencia mineral
	Vía asfaltada
	Vía afirmada
	Vía sin afirmar
	Trocha carrozable
	Vía en proyecto
	Río
	Quebrada
	Laguna
	Límite distrital
	Área de interés económico
<b>Derecho minero</b> Catastro al 22/04/2008	
	Extinguido
	Titulado
	En trámite





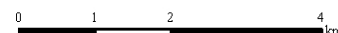
REPÚBLICA DEL PERÚ  
SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

**ASISTENCIA TÉCNICA A LA MINERÍA DE PEQUEÑA ESCALA**

**MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE CALHUACHAHUA**

Versión digital:  
Año 2008

Escala 1:100 000



0 1 2 4 km

DAIUM: UTM WGS 84, Zona 18 Sur

MAPA N° 7

# SECTOR I, APURÍMAC

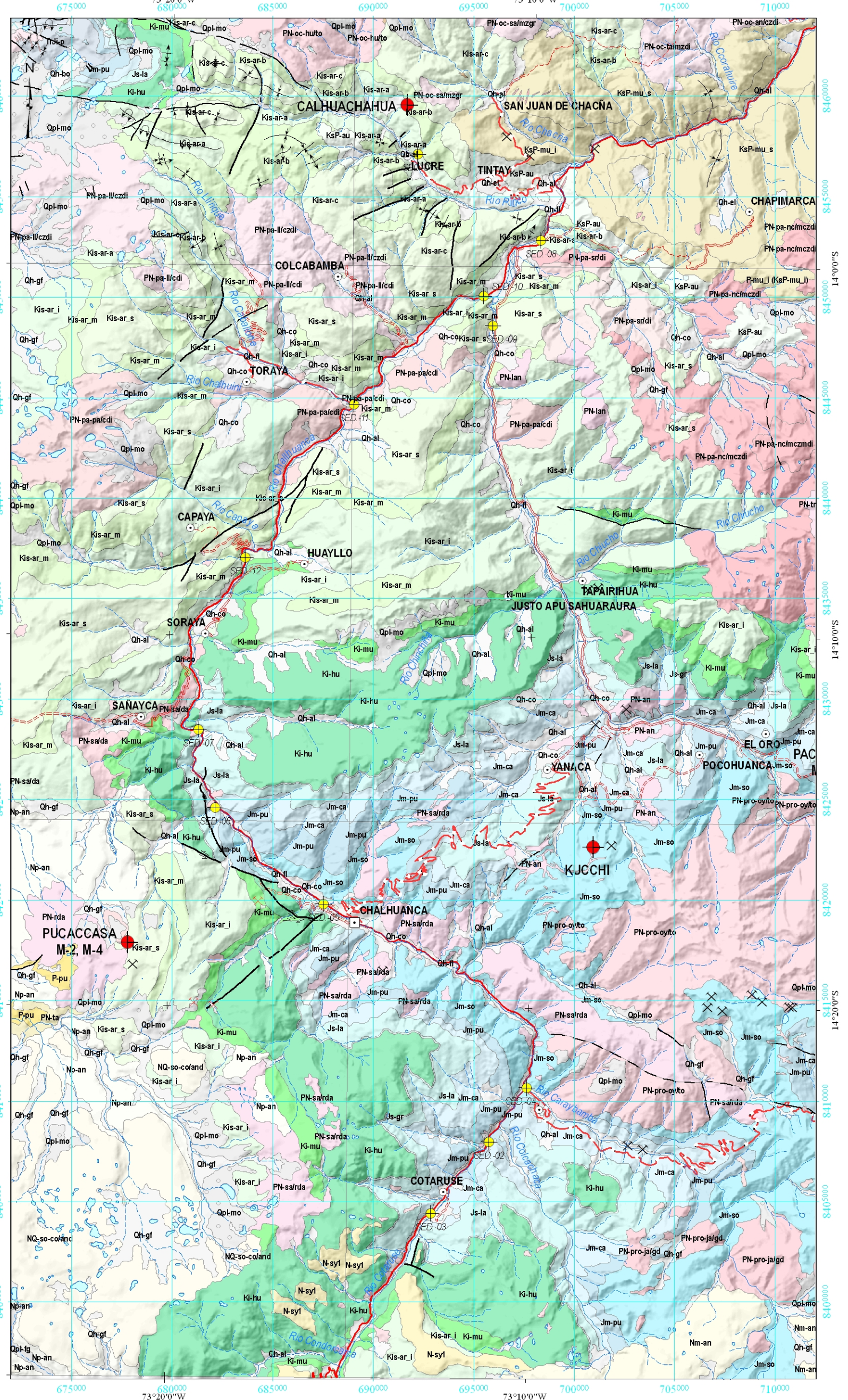


## LEYENDA


Qh-fl	Dep. fluvial
Qh-al	Dep. aluvial
Qh-el	Dep. eluvial
Qh-co	Dep. coluvial
Qh-bo	Bofedal
Qh-gf	Dep. glaciofluvial
Qpl-fg	Dep. fluvioglacial
Qpl-mo	Dep. morénico
NQ-so-co/and	C. V. Sotaya-Condorillo
Np-an	Fm. Andamarca
Nm-an	Fm. Aniso
N-syl	C. V. Saycata
PN-ta	Gpo. Tacaza
PN-tr	Subvolcánico
PN-rda	Riodacita
PN-lan	Subvolcánico
PN-an	Andesita
PN-s	Subvolcánico
PN-gd-pa	Granodiorita
PN-to-oy	Tonalita
PN-gd-ja	Granodiorita
PN-pro-ja/gd	Granodiorita
PN-pro-oy/to	Tonalita
PN-sa/da	Dacita
PN-sa/rda	Riodacita
PN-oc-an/czdi	Cuarzodiorita
PN-oc-sa/mzgr	Monzogranito
PN-oc-ta/mzdi	Monzodiorita
PN-oc-hu/to	Tonalita
PN-pa-ll/czdi	Cuarzodiorita
PN-pa-sr/di	Diorita
PN-pa-sr/mz	Monzonita
PN-pa-sr/di	Diorita
PN-pa-pa/cdi	Cuarzodiorita
PN-pa-nc/mczdi	Monzocuarzodiorita
Dique	Dique
Fe	Hierro
KsP-au	Fm. Auzangate
KsP-mu_s	Fm. Murco
KsP-mu_i	Fm. Murco
Kis-ar-a	Fm. Arcurquina
Kis-ar-b	Fm. Arcurquina
Kis-ar-c	Fm. Arcurquina
Ki-hu	Fm. Hualhuani
Ki-mu	Fm. Murco
Js-gr	Fm. Gramadal
Js-la	Fm. Labra
Jm-ca	Fm. Cachios
Jm-so	Fm. Socosani
Jm-pu	Fm. Puente
TiJi-p	Gpo. Pucará
P-pu	Gpo. Puno

## SIMBOLOGÍA

□	Capital de provincia
○	Capital de distrito
⊗	Ocurrencia metálica
⊗	Ocurrencia no metálica
SED-11	Muestreo de sedimento
M-2	Labor minera
M	Número de muestra



—	Estructuras
—	Falla normal
—	Falla inferida
—	Lineamiento
—	Falla dextral
↑	Eje de anticlinal
↓	Eje de sinclinal
↑	Eje de anticlinal invertido



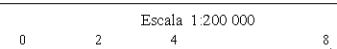
REPÚBLICA DEL PERÚ  
SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

ASISTENCIA TÉCNICA A LA MINERÍA DE PEQUEÑA ESCALA

**MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE MUESTREO DE SEDIMENTOS**

Versión digital:  
Año 2008

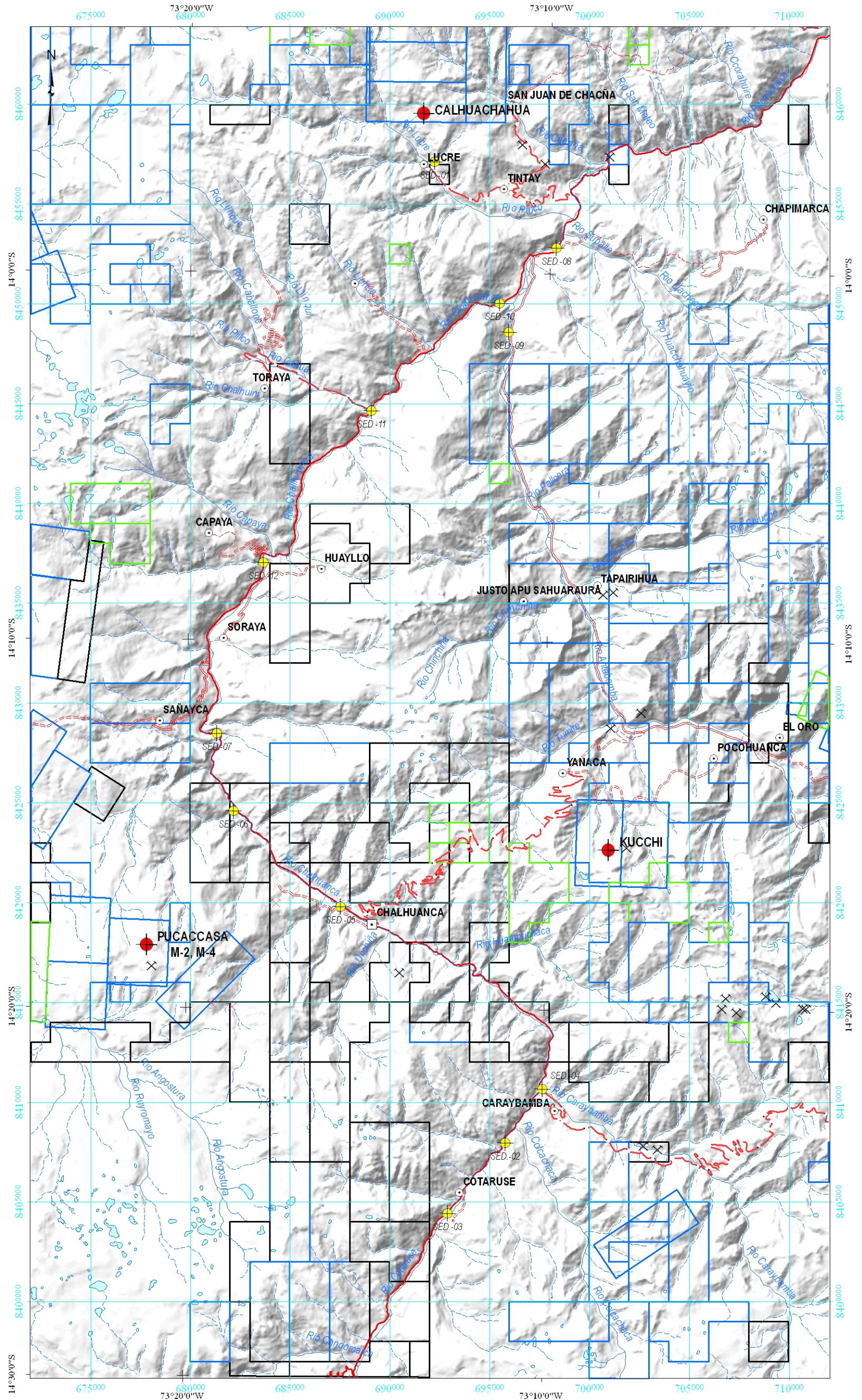
Escala 1:200 000



DATUM: UTM WGS 84, Zona 18 Sur

MAPA N° 8

# SECTOR I, APURÍMAC



## SIMBOLOGÍA

- ◻ Capital de provincia
- ◉ Capital de distrito
- ✕ Ocurrencia metálica
- ✕ Ocurrencia no metálica
- SED-11 + M-2 Muestreo de sedimento
- M-2 Labor minera
- M Número de muestra
- Río
- Quebrada
- Via asfaltada
- Via afirmada
- Via sin afirmar
- Trocha carrozable
- Via en proyecto
- Laguna
- Derecho minero**  
Catastro al 22/04/2008
- ◻ Extinguido
- ◻ Titulado
- ◻ En trámite

ASISTENCIA TÉCNICA A LA MINERÍA DE PEQUEÑA ESCALA

**MAPA TOPOGRÁFICO DEL ÁREA DE MUESTREO DE SEDIMENTOS**

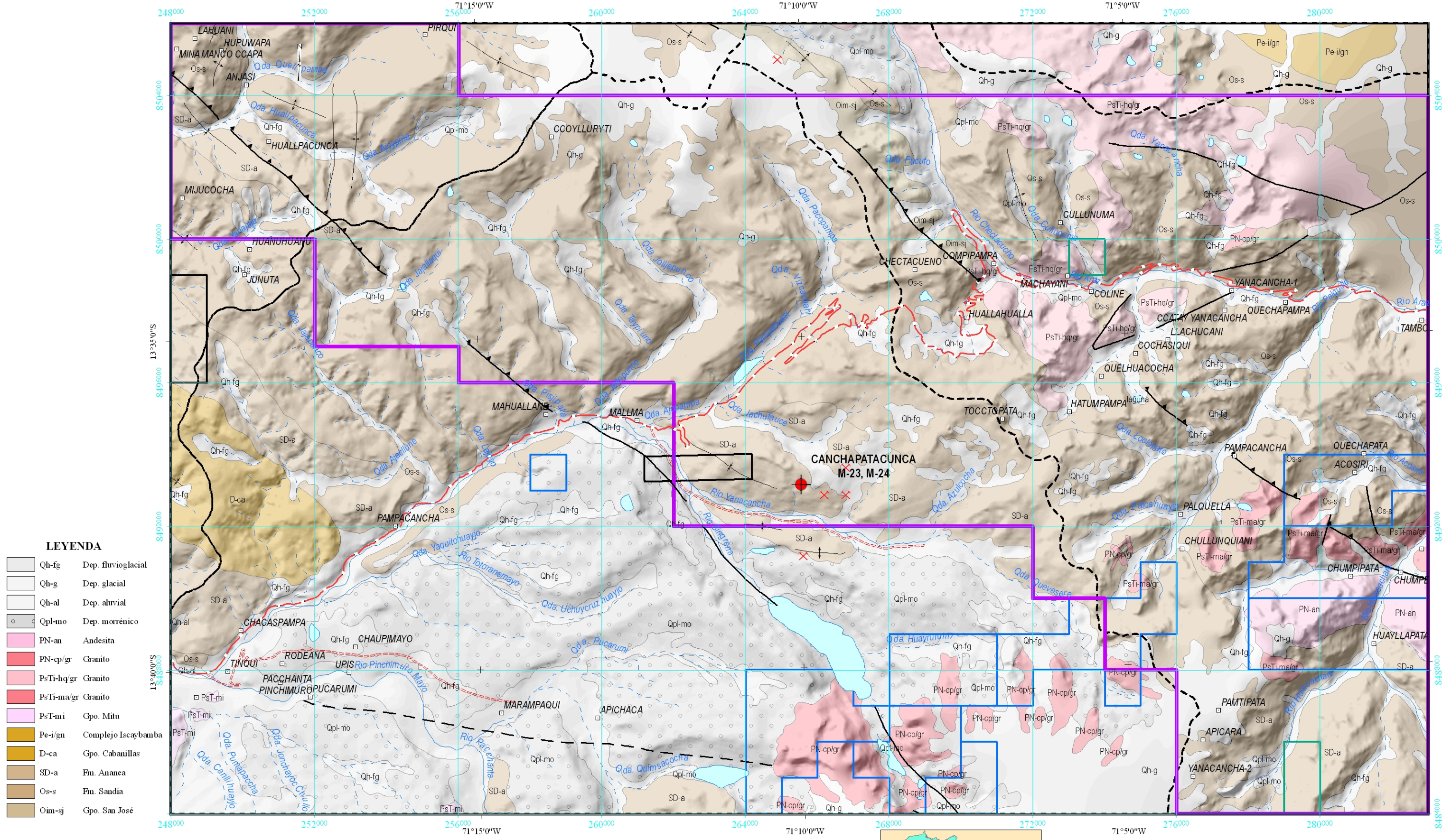
Versión digital:  
Año 2008

Escala 1:200 000

DATUM: UTM WGS 84, Zona 18 Sur

MAPA N° 9

SECTOR II, CUSCO




**LEYENDA**

□	Qh-fg	Dep. fluvio-glacial
□	Qh-g	Dep. glacial
□	Qh-al	Dep. aluvial
○	Qpl-mo	Dep. morrénico
■	PN-an	Andesita
■	PN-cp/gr	Granito
■	PsTi-hq/gr	Granito
■	PsTi-ma/gr	Granito
■	PsT-mi	Gpo. Mitu
■	Pe-i/gn	Complejo Iscaybamba
■	D-ca	Gpo. Cabanillas
■	SD-a	Fm. Ananea
■	Os-s	Fm. Sandía
■	Oim-sj	Gpo. San José

**SIMBOLOGÍA**

□	Centro poblado	■	Derecho minero	—	Estructuras
●	Labor minera	□	Catastro al 22/04/2008	—	Falla normal
M	Nº de muestra	□	Extinguido	- - -	Falla inferida
×	Ocurrencia minera	□	Titulado	↗	Falla inversa
~	Río	□	En trámite	↖	Eje de anticlinal
~	Quebrada	—	Via afirmada	↗↖	Eje de sinclinal
~	Laguna	—	Trocha carrozable	—	
□	Área de interés económico	—	Limite distrital		



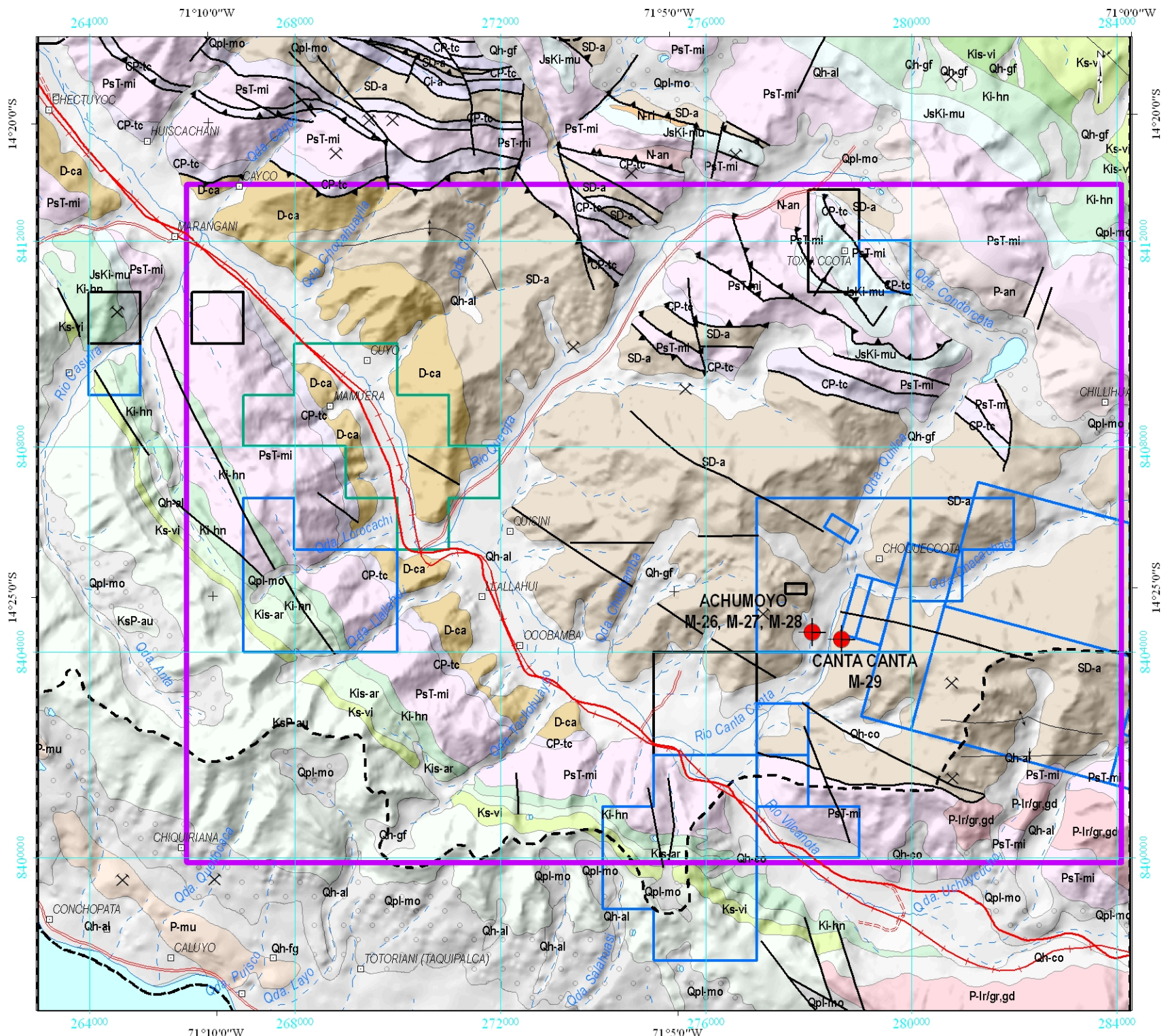

  
 REPUBLICA DEL PERU
   
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS
   
 INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

**ASISTENCIA TÉCNICA A LA MINERÍA DE PEQUEÑA ESCALA**
  
**MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE CANCHAPATACUNCA**

Versión digital: Año 2008
   
 Escala 1:100 000
   
 DATUM: UTM WGS 84, Zona 19 Sur

**MAPA Nº 11**

## SECTOR II, CUSCO




### LEYENDA

	Qh-fg	Dep. fluvioglacial
	Qh-gf	Dep. glaciofluvial
	Qh-al	Dep. aluvial
	Qh-co	Dep. coluvial
	Qpl-mo	Dep. morrénico
	N-an	Andesita
	N-ri	Riolita
	P-an	Andesita
	P-lr/gr.gd	Granito, granodiorita
	KsP-au	Fm. Auzangate
	Ks-vi	Fm. Vilquechico
	Kis-vi	Fm. Viluyo
	Kis-ar	Fm. Arcurquina
	Ki-hn	Fm. Huancané
	JsKi-mu	Fm. Muni
	PsT-mi	Gpo. Mítu
	P-mu	Fm. Muñani
	D-ca	Gpo. Cabanillas
	SD-a	Fm. Ananea
	CP-tc	Gpo. Tarma-Copacabana
	Cí-a	Gpo. Ambo

### SIMBOLOGÍA

	Labor minera
	Nº de muestra
	Ocurrencia mineral
	Centro poblado
	Via férrea
	Via asfaltada
	Via sin afirmar
	Trocha carrozable
	Río
	Quebrada
	Limite distrital
	Laguna
	Área de interés económico
<b>Derecho minero</b> Catastro al 22/04/2008	
	Extinguido
	Titulado
	En trámite
<b>Estructuras</b>	
	Falla normal
	Falla inversa
	Eje de anticlinal
	Eje de sinclinal

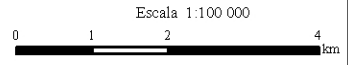




REPUBLICA DEL PERÚ  
SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

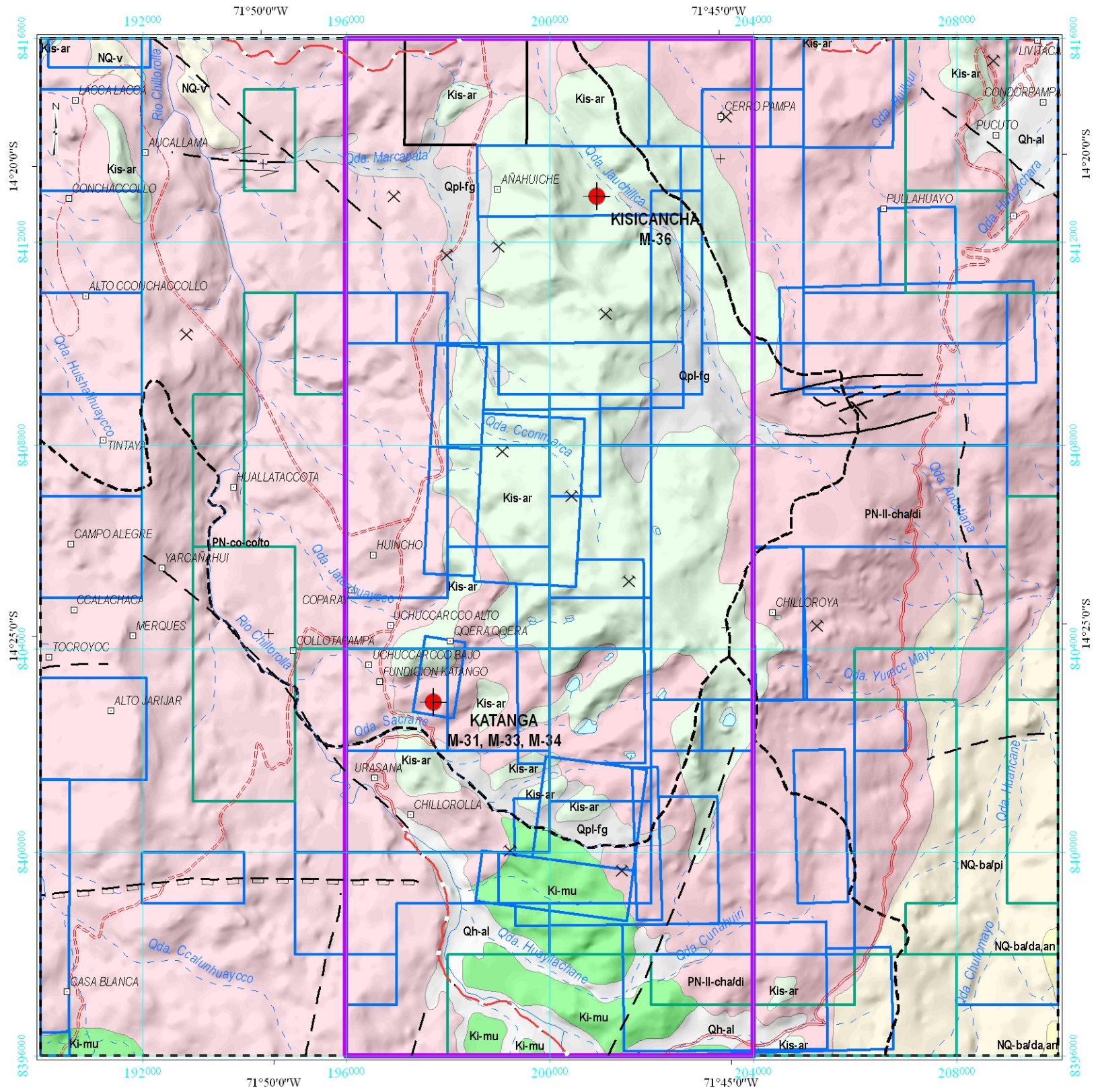
ASISTENCIA TÉCNICA A LA MINERÍA  
DE PEQUEÑA ESCALA

**MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE  
ACHUMOYO-CANTA CANTA**

Versión digital: Año 2008	Escala 1:100 000  DATUM: UTM WGS 84, Zona 19 Sur	MAPA Nº 12
------------------------------	---	------------



## SECTOR II, CUSCO




**SIMBOLOGÍA**

	Qh-al	Dep. aluvial
	Qpl-fg	Dep. fluvioglacial
	NQ-v	Volcánico
	NQ-ba/pi	Gpo. Barroso, intercalación de tobas
	NQ-ba/da,an	Gpo. Barroso, lavas dacíticas a andesíticas
	PN-co/co/to	Tonalita
	PN-II-cha/di	Diorita
	Kis-ar	Fm. Arcurquina
	Ki-mu	Fm. Murco

**SIMBOLOGÍA**

	Labor minera
M	Nº de muestra
×	Ocurrencia mineral
	Centro poblado
	Vía afirmada
	Vía sin afirmar
	Trocha carrozable
	Vía en proyecto
	Río
	Quebrada
	Limite distrital
	Laguna
	Área de interés económico
<b>Derecho minero</b>	
	Extinguido
	Titulado
	En trámite
<b>Estructuras</b>	
	Falla normal
	Falla inferida
	Falla normal inferida de alto ángulo

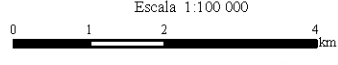




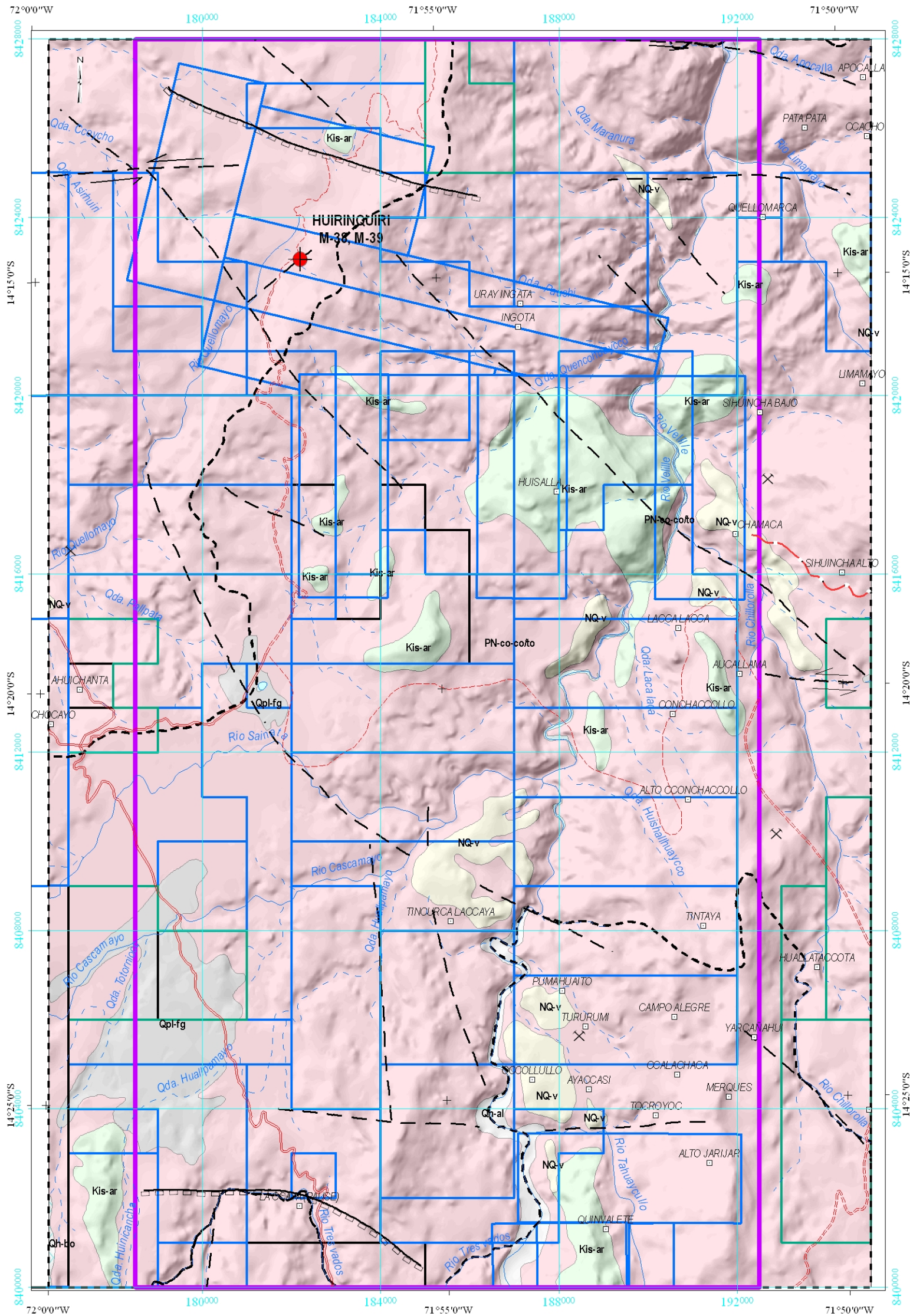
REPUBLICA DEL PERÚ  
SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

ASISTENCIA TÉCNICA A LA MINERÍA DE PEQUEÑA ESCALA

**MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE KATANGA-KISICANCHA**

Versión digital: Año 2008	Escala 1:100 000  DATUM: UTM WGS 84, Zona 19 Sur	<b>MAPA Nº 13</b>
------------------------------	---	-------------------

SECTOR II, CUSCO



**LEYENDA**

	Qh-al	Dep. aluvial
	Qh-bo	Bofedal
	Qpl-fg	Dep. fluvioglacial
	NQ-v	Volcánico
	PN-co-co/to	Tonalita
	Kis-ar	Fm. Arcurquina

**SIMBOLOGÍA**

	Labor minera
M	N° de muestra
	Ocurrencia mineral
	Centro poblado
	Via afirmada
	Via sin afirmar
	Trocha carrozable
	Via en proyecto
	Río
	Quebrada
	Limite distrital
	Laguna
	Área de interés económico

**Derecho minero**  
Catastro al 22/04/2008

	Extinguído
	Titulado
	En trámite

**Estructuras**

	Falla inferida
	Lineamiento
	Falla normal de alto ángulo

REPÚBLICA DEL PERÚ  
SECTOR ENERGÍA Y MINAS

**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

ASISTENCIA TÉCNICA A LA MINERÍA DE PEQUEÑA ESCALA

**MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE HUIRIQUIRI**

Mapa No 14

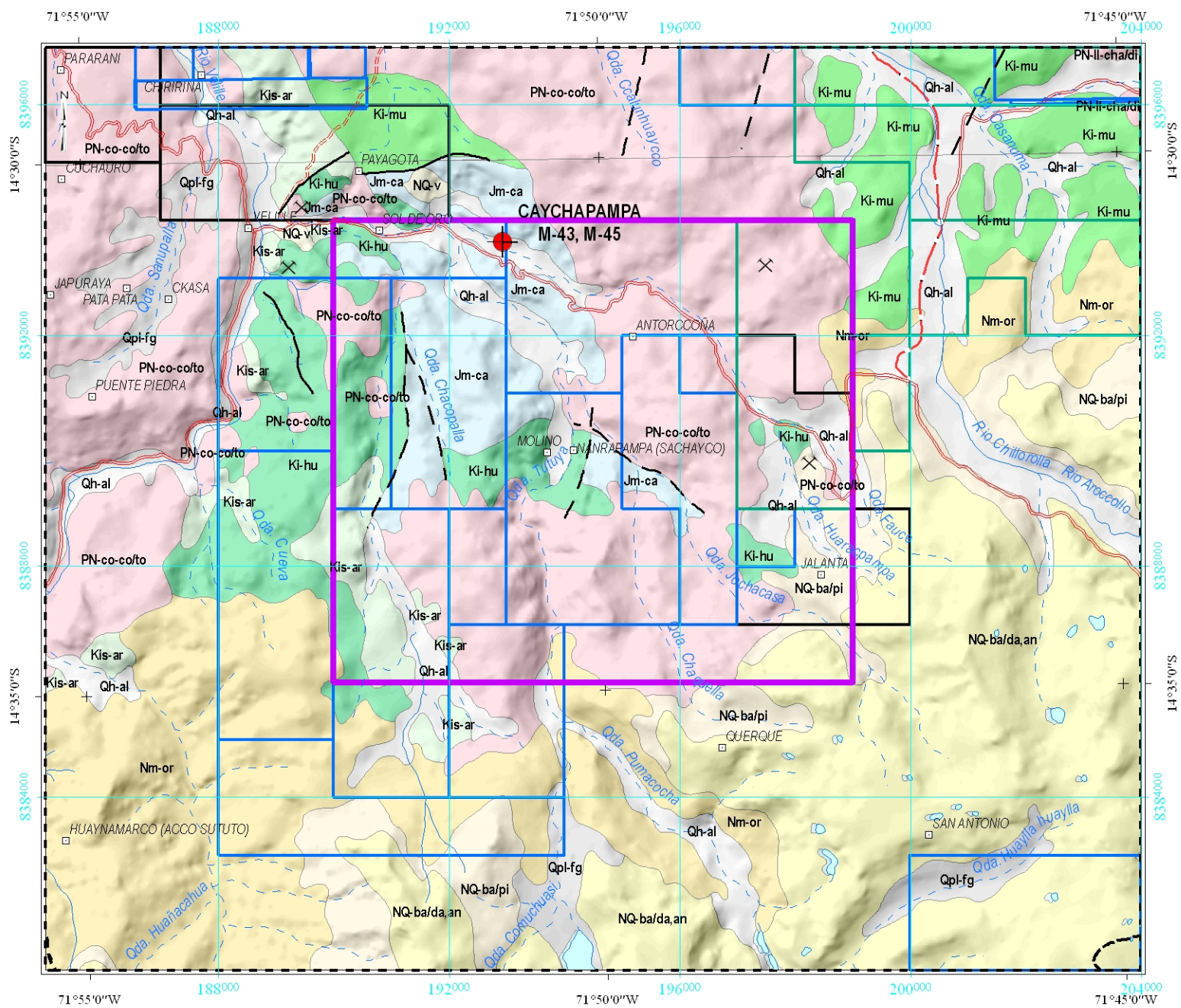
Escala 1:100 000

0 1 2 4 km

Version digital: Año 2008

DATUM: UTM WGS 84, Zona 19 Sur

## SECTOR II, CUSCO



### LEYENDA

<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #e0e0e0; border: 1px solid black;"></span> Qh-al	Dep. aluvial
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #a0a0a0; border: 1px solid black;"></span> Qpl-fg	Dep. fluvioglacial
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ffff00; border: 1px solid black;"></span> NQ-v	Volcánico
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ffcc00; border: 1px solid black;"></span> NQ-ba/pi	Gpo. Barroso, tobas Gpo. Barroso, lavas dacíticas a andesíticas
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ff9900; border: 1px solid black;"></span> NQ-ba/da,an	
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ff6600; border: 1px solid black;"></span> Nm-or	Fm. Orcopampa
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ff3333; border: 1px solid black;"></span> PN-co-co/to	Tonalita
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ff0000; border: 1px solid black;"></span> PN-II-cha/di	Diorita
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #90ee90; border: 1px solid black;"></span> Kis-ar	Fm. Arcurquina
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #00ff00; border: 1px solid black;"></span> Ki-mu	Fm. Murco
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #008000; border: 1px solid black;"></span> Ki-hu	Fm. Hualhuani
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #00bfff; border: 1px solid black;"></span> Jm-ca	Fm. Cachios

### SIMBOLOGÍA

	Labor minera
M	N° de muestra
×	Ocurrencia mineral
□	Centro poblado
	Via afirmada
	Via sin afirmar
	Trocha carrozable
	Río
	Quebrada
	Limite distrital
	Laguna
	Área de interés económico
<b>Derecho minero</b> Catastro al 22/04/2008	
	Extinguido
	Titulado
	En trámite
<b>Estructuras</b>	
	Falla normal
	Falla inferida



REPÚBLICA DEL PERÚ  
SECTOR ENERGÍA Y MINAS

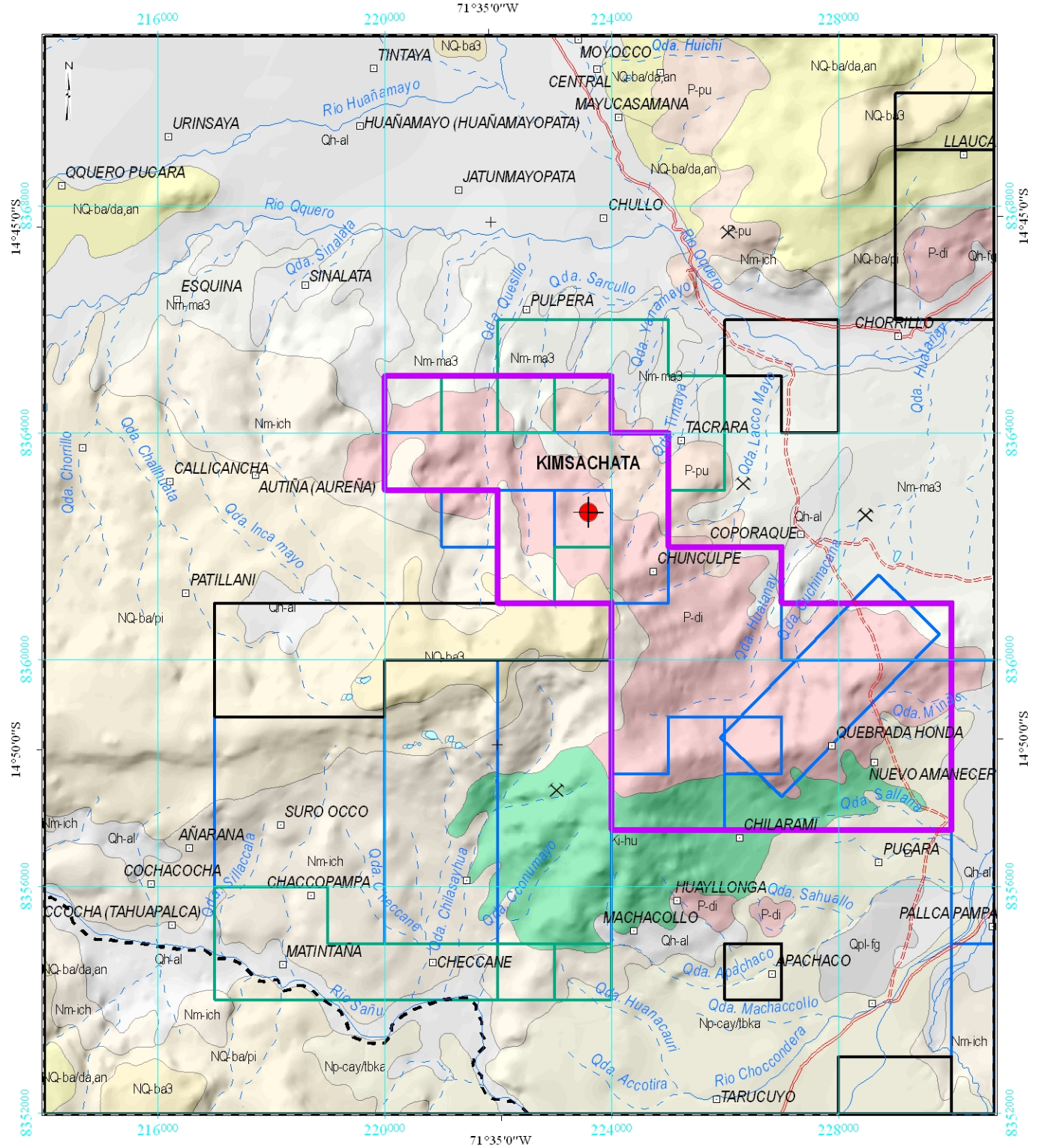
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

ASISTENCIA TÉCNICA A LA MINERÍA  
DE PEQUEÑA ESCALA

**MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE  
CAYCHAPAMPA**

Versión digital: Año 2008	Escala 1:100 000 DATUM: UTM WGS 84, Zona 19 Sur	MAPA N° 15
------------------------------	--	------------

SECTOR II, CUSCO



**LEYENDA**

Qh-fg	Dep. fluvio-glacial
Qh-al	Dep. aluvial
Qpl-fg	Dep. fluvio-glacial
NQ-ba/pi	Gpo. Barroso, tobas
NQ-ba/da,an	Gpo. Barroso, lavas dacíticas a andesíticas
NQ-ba3	Gpo. Barroso
Nm-ich	Fm. Ichocollo
Nm-ma3	Gpo. Maure
Np-cay/tbka	Complejo volc. Caylloma, tobas
P-di	Diorita
P-pu	Gpo. Puno
Ki-hu	Fm. Hualhuani

**SIMBOLOGÍA**

	Labor minera
	Ocurrencia mineral
	Centro poblado
	Via sin afirmar
	Trocha carrozable
	Río
	Quebrada
	Limite distrital
	Laguna
	Área de interés económico

**Derecho minero**  
Catastro al 22/04/2008

	Extinguido
	Titulado
	En trámite

REPUBLICA DEL PERÚ  
SECTOR ENERGÍA Y MINAS

**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

ASISTENCIA TÉCNICA A LA MINERÍA DE PEQUEÑA ESCALA  
MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE KIMSACHATA

Mapa No 16

Escala 1:100 000

0 1 2 4 km

DATUM: UTM WGS 84, Zona 19 Sur

Versión digital: Año 2008

# SECTOR II, CUSCO

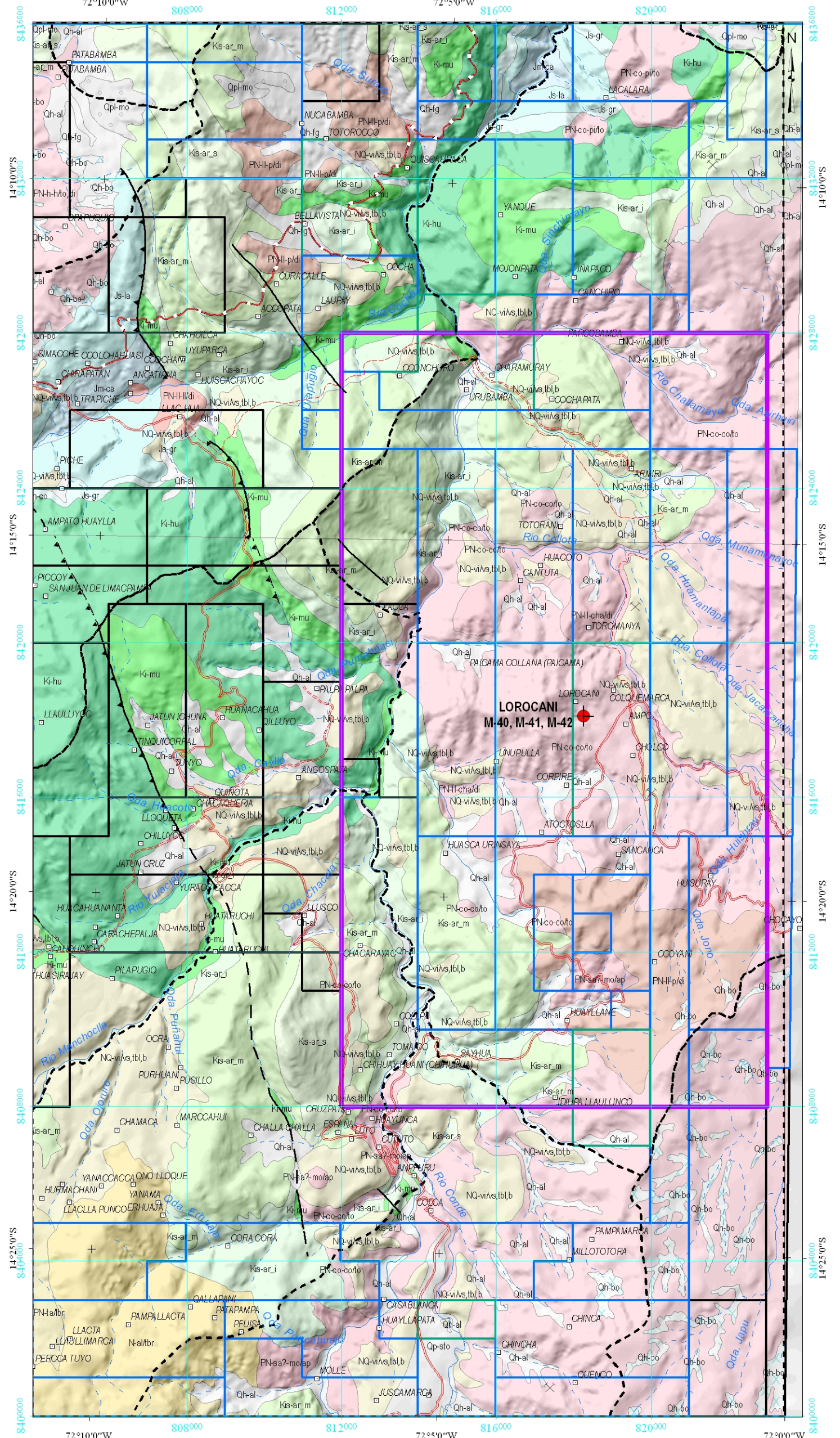



## SIMBOLOGÍA

- Centro poblado
- ◆ Labor minera
- M N° de muestra
- × Ocurrencia mineral
- Via asfaltada
- Via afirmada
- Via sin afirmar
- - - Trocha carrozable
- ~ Río
- ~ Quebrada
- - - Limite distrital
- Área de interés económico
- Estructuras**
- Falla normal
- - - Falla inferida
- ▲ Falla inversa
- ▲▲ Falla inversa inferida
- Derecho minero**  
Catastro al 22/04/2008
- Extinto
- Titulado
- En trámite

## LEYENDA

- |                |                          |
|----------------|--------------------------|
| Qh-fg          | Dep. fluvioglacial       |
| Qh-al          | Dep. aluvial             |
| Qh-co          | Dep. coluvial            |
| Qh-bo          | Bofedal                  |
| Qpl-mo         | Dep. morénico            |
| Qpl-sto        | Fm. Santo Tomás          |
| NQ-vi/vs,tbl,b | Dep. piroclástico        |
| N-al/tbr       | Fm. Alpbamba             |
| PN-II-cha/di   | Diorita                  |
| PN-II-p/di     | Diorita                  |
| PN-II-II/di    | Diorita                  |
| PN-h-h/to,di   | Tonalita, diorita        |
| PN-co-co/to    | Tonalita                 |
| PN-co-pi/to    | Tonalita                 |
| PN-sa?-mo/ap   | Andesita porfírica       |
| PN-ta/lbr      | Gpo. Tacaza, lava brecha |
| Kis-ar_s       | Fm. Arcurquina           |
| Kis-ar_m       |                          |
| Kis-ar_i       |                          |
| Ki-hu          | Fm. Hualhuani            |
| Ki-mu          | Fm. Murco                |
| Js-gr          | Fm. Gramadal             |
| Js-la          | Fm. Labra                |
| Jm-ca          | Fm. Cachios              |

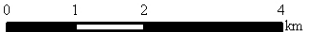




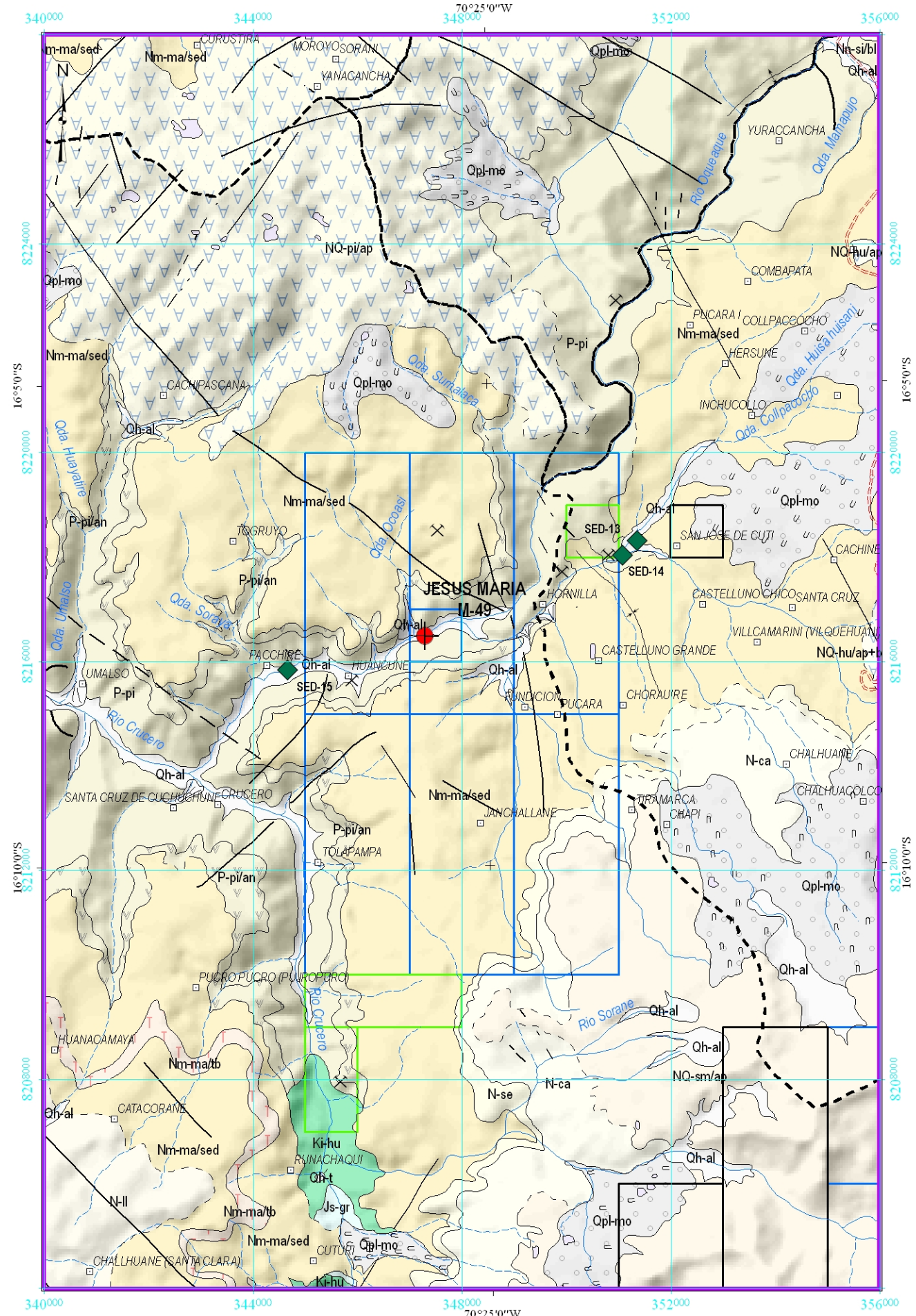
REPÚBLICA DEL PERÚ  
SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

ASISTENCIA TÉCNICA A LA MINERÍA  
DE PEQUEÑA ESCALA

**MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE  
LOROCANI**


Versión digital: Año 2008	Escala 1:110 000  DATUM: UTM WGS 84, Zona 18 Sur	MAPA N° 17
------------------------------	--	------------

# SECTOR III, MOQUEGUA - TACNA



- SIMBOLOGÍA**
- Centro poblado
  - Labor minera
  - M N° de muestra
  - ◆ Muestra de sedimentos y relave
  - × Ocurrencia mineral
  - ~ Río
  - ~ Quebrada
  - Trocha carrozable
  - - - Limite distrital
  - Estructuras**
  - Falla normal
  - Lineamiento
  - - - Lineamiento inferido
  - ↕ Eje de anticlinal
  - ↕ Eje de sinclinal
  - Área de interés económico
  - Derecho minero**  
Catastro al 22/04/2008
  - Extinguido
  - Titulado
  - En trámite

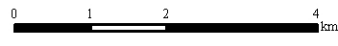
- LEYENDA**
- |   |             |                           |
|---|-------------|---------------------------|
| □ | Qh-al       | Dep. aluvial              |
| ▨ | Qh-t        | Terraza                   |
| ○ | Qpl-mo      | Dep. morrénico            |
| ■ | NQ-sm/ap    | Estrato volcán San Miguel |
| ▽ | NQ-hu/ap+bx | Estrato volcán Huancarani |
| ■ | NQ-hu/bxm   |                           |
| ▽ | NQ-pi/ap    | Estrato volcán Pinquillo  |
| ■ | Nn-si/bl    | Gpo. Sillapaca            |
| ■ | Nm-ma/tb    | Gpo. Maure, tobas         |
| ■ | Nm-ma/sed   | Gpo. Maure, sedimentario  |
| ■ | N-se        | Fm. Sencca                |
| ■ | N-ca        | Fm. Capillune             |
| ■ | N-ll        | Fm. Lallahui              |
| ■ | P-pi        | Fm. Pichu                 |
| ▽ | P-pi/an     | Fm. Pichu, andesitas      |
| ■ | Ki-hu       | Fm. Hualhuani             |
| ■ | Js-gr       | Fm. Gramadal              |



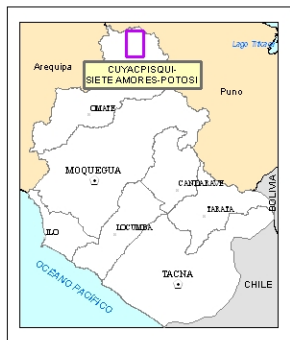
REPUBLICA DEL PERÚ  
SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

ASISTENCIA TÉCNICA A LA MINERÍA  
DE PEQUEÑA ESCALA

**MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE  
JESÚS MARÍA Y MUESTREO DE SEDIMENTOS**

Versión digital: Año 2008	Escala 1:100 000  DATUM: UTM WGS 84, Zona 19 Sur	<b>MAPA N° 19</b>
------------------------------	--	-------------------

## SECTOR III, MOQUEGUA - TACNA

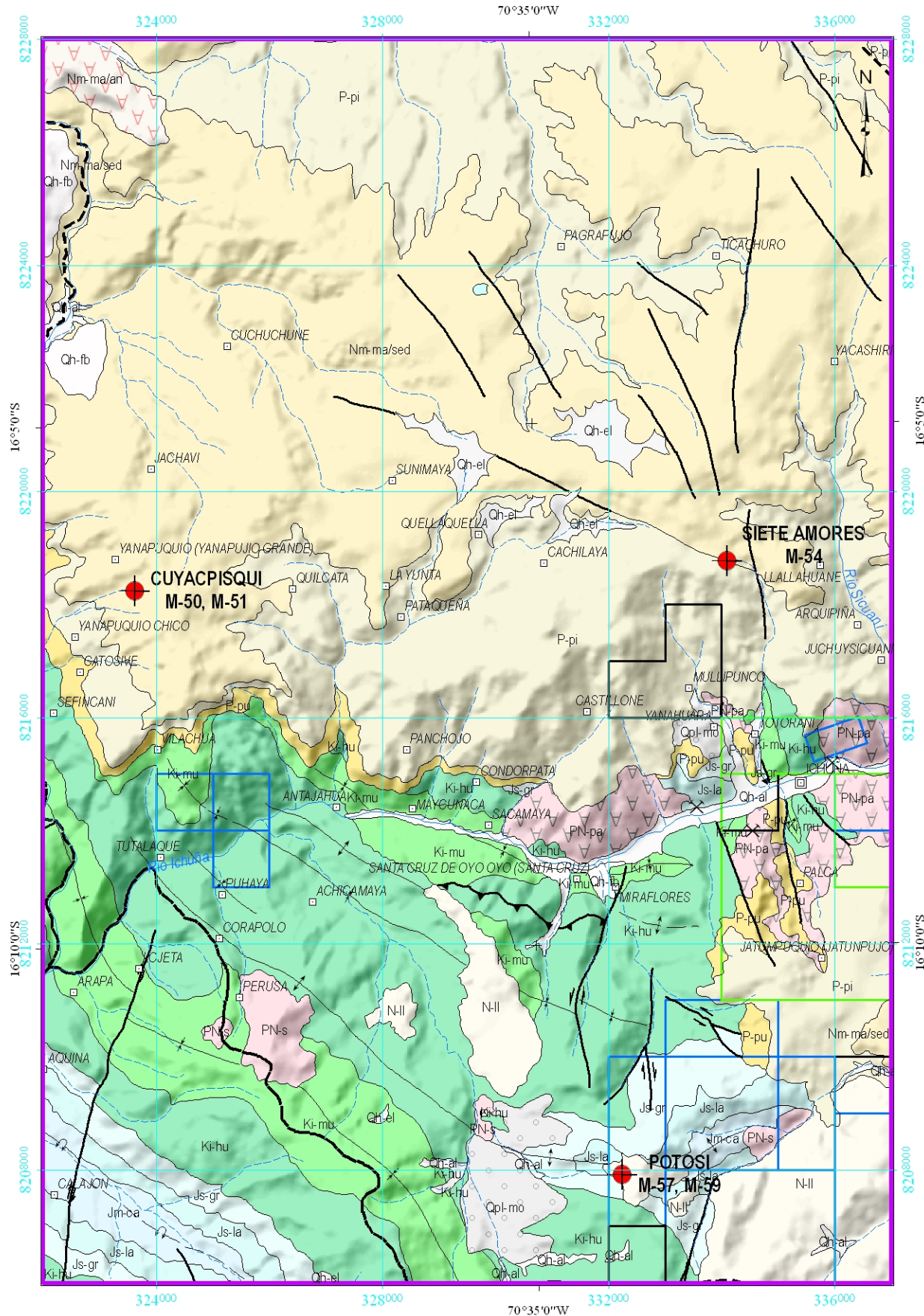



**LEYENDA**

	Qh-al	Dep. aluvial
	Qh-el	Dep. eluvial
	Qh-fb	Flujo de barro
	Qpl-mo	Dep. morrénico
	N-II	Fm. Llallahu
	Nm-ma/sed	Gpo. Maure
	Nm-ma/an	Gpo. Maure, andesita
	PN-pa	Pórfido andesítico
	PN-s	Subvolcánico
	P-pu	Gpo. Puno
	P-pi	Fm. Pichu
	Ki-mu	Fm. Murco
	Ki-hu	Fm. Hualhuani
	Js-gr	Fm. Gramadal
	Js-la	Fm. Labra
	Jm-ca	Fm. Cachios

**SIMBOLOGÍA**

	Capital de distrito
	Ocurrencia mineral
	Labor minera
<b>M</b>	Nº de muestra
	Río
	Quebrada
	Laguna
	Trocha carrozable
	Límite distrital
<b>Estructuras</b>	
	Falla normal
	Falla inversa
	Lineamiento
	Eje de anticlinal
	Eje de sinclinal
	Anticlinal probable
	Anticlinal invertido inferido
	Área de interés económico
<b>Derecho minero</b> Catastro al 22/04/2008	
	Extinguido
	Titulado
	En trámite

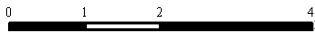




REPUBLICA DEL PERÚ  
SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

**ASISTENCIA TÉCNICA A LA MINERÍA DE PEQUEÑA ESCALA**

**MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE CUYACPISQUI - SIETE AMORES - POTOSÍ**

Versión digital: Año 2008	Escala 1:100 000 	<b>MAPA Nº 20</b>
DATUM: UTM WGS 84, Zona 19 Sur		

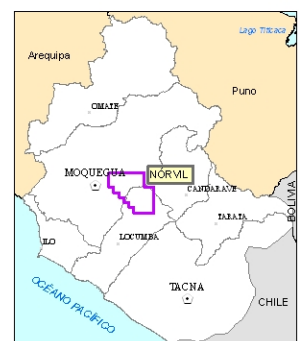
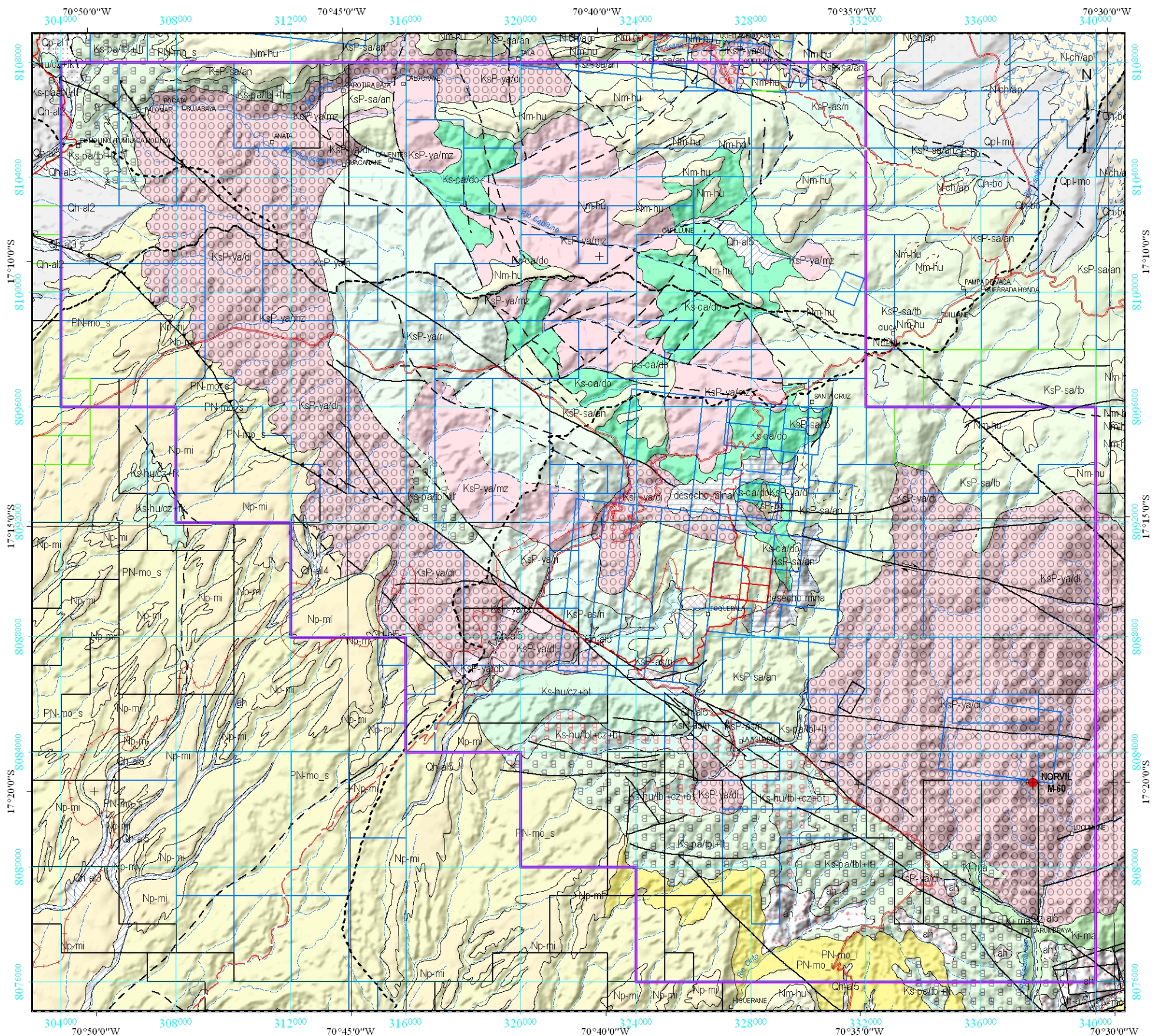
# SECTOR III, MOQUEGUA - TACNA


## SIMBOLOGÍA

- Centro poblado
  - Labor minera
  - N° de muestra
  - Ocurrencia mineral
  - Río
  - Quebrada
  - Vía férrea
  - Vía asfaltada
  - Vía afirmada
  - Vía sin afirmar
  - Trocha carrozable
  - Límite distrital
  - Área de interés económico
- Derecho minero**  
Catastro al 22/04/2008
- Extinguido
  - Titulado
  - En trámite
  - Planta de Beneficio
- Estructuras**
- Falla normal
  - Falla inferida
  - Falla inversa
  - Eje de sinclinal
  - Pueblo
  - Laguna
  - Desecho mina

## LEYENDA

- |  |                 |                                 |
|--|-----------------|---------------------------------|
|  | Qh-al           | Dep. aluvial                    |
|  | Qh-al2          |                                 |
|  | Qh-al3          |                                 |
|  | Qh-al4          |                                 |
|  | Qh-al5          |                                 |
|  | Qh-bo           | Bofedal                         |
|  | Qp-al1          | Dep. aluvial                    |
|  | Qpl-mo          | Dep. morrénico                  |
|  | N-ch/ap         | Andesitas porfíricas            |
|  | N-ch/ag         |                                 |
|  | Nm-hu           | Fm. Huaylillas                  |
|  | Np-mi           | Fm. Millo                       |
|  | PN-mo_s         | Fm. Moquegua                    |
|  | PN-mo_i         |                                 |
|  | P-so            | Fm. Sotillo                     |
|  | ah              | Alteración supérgena            |
|  | KsP-ti/ri       | Riolita                         |
|  | KsP-ya/ri       | Riolita                         |
|  | KsP-sa/tb       | Riolita Samanape                |
|  | KsP-sa/an       |                                 |
|  | Ks-ca/do        | Fm. Quellaveco, Carpanito       |
|  | KsP-as/ri       | Riolita                         |
|  | KsP-ya/di       | Diorita                         |
|  | KsP-ya/mz       | Monzonita                       |
|  | Ks-hu/cz+fk     |                                 |
|  | Ks-hu/tbl+cz+bt | Fm. Huancané                    |
|  | Ks-hu/cz+bt     |                                 |
|  | Ks-hu/tbl+eu    |                                 |
|  | KsP-ya/gb       | Gabrodiorita                    |
|  | Ks-pa/tbl+tt    | Tobas                           |
|  | Ks-sa           | Fm. Quellaveco, Unidad Samanape |
|  | KsP-bx          | Brecha                          |
|  | Ki-ma           | Fm. Matalaque                   |





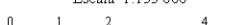
REPÚBLICA DEL PERÚ  
SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

ASISTENCIA TÉCNICA A LA MINERÍA  
DE PEQUEÑA ESCALA

**MAPA GEOLOGICO DEL ÁREA DE  
NÓRVIL**

Versión digital:  
Año 2008

Escala 1:155 000

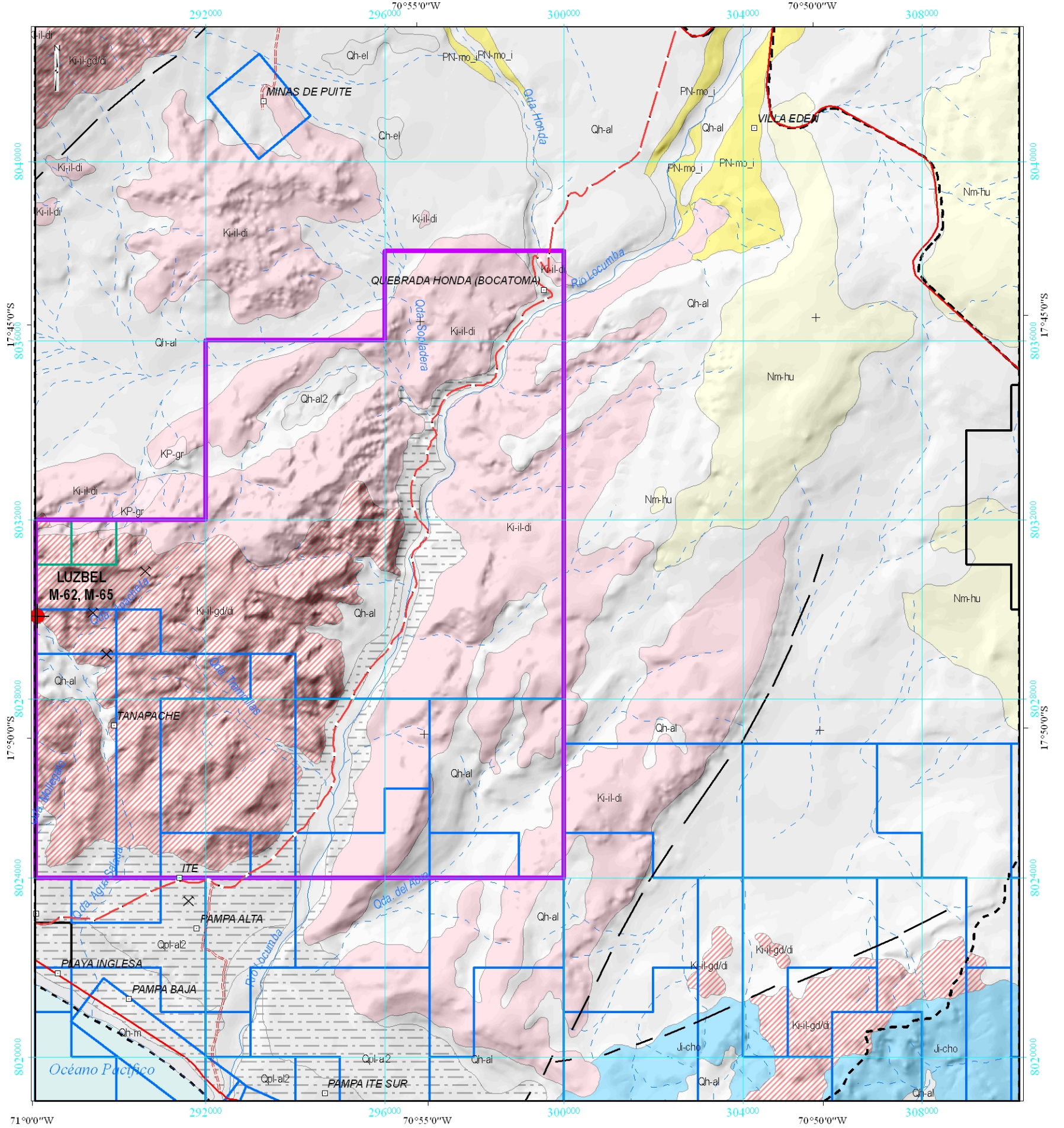


DATUM: UTM WGS 84, Zona 19 Sur

**MAPA Nº 21**



# SECTOR III, MOQUEGUA - TACNA



**LEYENDA**

Qh-el	Dep. eluvial
Qh-al	Dep. aluvial
Qh-al2	Dep. aluvial
Qh-m	Dep. marino
Qpl-al2	Dep. aluvial
Nm-hu	Fm. Huaylillas
PN-mo_i	Fm. Moquegua
KP-gr	Granito
Ki-il-di	Diorita
Ki-il-gd/di	Granodiorita, diorita
Ji-cho	Fm. Chocolate

**SIMBOLOGÍA**

	Labor minera
M	Nº de muestra
×	Ocurrencia mineral
□	Centro poblado
—	Via afirmada
- - -	Via sin afirmar
- - - -	Trocha carrozable
~	Rio
- - - -	Quebrada
- - - -	Límite distrital
□	Área de interés económico

**Derecho minero**  
Catastro al 22/04/2008

□	Extinguido
□	Titulado
□	En trámite

**Estructuras**

—	Falla inferida
---	----------------



**INGEMMET**
  
 INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

**ASISTENCIA TÉCNICA A LA MINERÍA DE PEQUEÑA ESCALA**
  
**MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE LÚZBEL**

Versión digital: Año 2008
 Escala 1:100 000

MAPA Nº 22

DATUM: UTM WGS 84, Zona 19 Sur